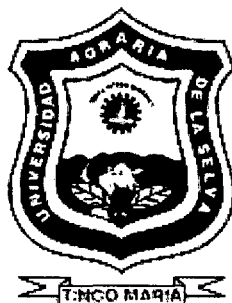


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“POTENCIALIDAD DEL GLIFOSATO EN MEZCLA CON UN
SURFACTANTE Y UN REGULADOR DE pH EN EL CONTROL DE
MALEZAS EN CITRICOS EN TINGO MARÍA”**

TESIS

**Para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

ELOY ROJAS PEREZ

PROMOCIÓN 2007

TINGO MARÍA – PERÚ

2010

H60

R77

Rojas Perez, Eloy

Potenciación del Glifosato con dos Coadyuvantes para el Control de Malezas, Tingo María. Tingo María, 2009

108 h.; 12 cuadros; 4 fgrs.; 42 ref.; 30 cm.

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

CONTROL - MALEZAS / CULTIVO - CÍTRICOS / COADYUVANTES
/ GLIFOSATO / ECONOMÍA / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA
/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



FACULTAD DE AGRONOMIA

"UNASINOS AGRONOMOS LIDERES DE LA AMAZONIA PERUANA"

Universitaria Km1.5 & (064)561136 Fax(064)561156

"AÑO DE LAS CUMBRES MUNDIALES EN EL PERU"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

No.013 - 2008-D-FA/UNAS.

BACHILLER : *ELOY ROJAS PEREZ*

TITULO DE LA TESIS :

"POTENCIALIDAD DEL GLIFOSATO EN MEZCLA CON UN SURFACTANTE Y UN REGULADOR DE pH EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CITRICOS EN TINGO MARIA".

JURADO CALIFICADOR

Presidente : Blgo. M.Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
Vocal : Ing. M.Sc. MIGUEL ANTEPARRA PAREDES
Vocal : Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS
Asesor : Ing. MANUEL VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 14 DE OCTUBRE DEL 2008.

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11: 00 A. M.


LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE GRADOS/UNAS.

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES AL ACTA : EN HOJA ADJUNTA

Tingo María, 20 de Octubre del 2008.

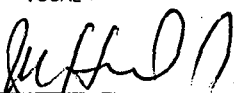

Blgo. M.Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
PRESIDENTE


ING. CARLOS MIRANDA ARMAS
VOCAL

Cc: FA.




ING. M.Sc. MIGUEL ANTEPARRA PAREDES
VOCAL


ING. MANUEL VIERA HUIMAN
ASESOR

DEDICATORIA

Con eterna gratitud

A Dios

Por la fortaleza espiritual que me dá
para conseguir uno de mis más
anhelados sueños y continuar hacia
delante.

A mis compañeros:

Por el apoyo incondicional en la
realización de mi tesis.

A mi familia:

Guillermo, Carmela, Alfredo y
Marcela por su apoyo y confianza
permanente a mi formación
profesional.

A los docentes:

Por la enseñanza que nos brindan
y el ejemplo que representan para
nuestra formación como
profesionales.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman por su apoyo y enseñanza.
- A los miembros de jurado de tesis: Blgo. M. Sc. Gil Bacilio José Luis, Ing. M. Sc. Anteparra Paredes Miguel e Ing. Miranda Armas Carlos.
- Al Ing. Viera Huiman Manuel, asesor de la presente tesis.
- A la casa comercial Agro Rosi, en la persona del Gerente General Rosa Rios Cometivos por los insumos suministrados.
- A la empresa Grupo Silvestre, en la persona del Blgo. M. Sc. Hermes Atoche Vargas, por los recursos brindados.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS por el aporte con los datos meteorológicos.
- A mis compañeros de promoción y a todas aquellas personas que de una u otra forma hayan contribuido en la culminación del presente estudio.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	11
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	13
2.1 Potencial.....	13
2.2 Potencializar.....	13
2.3 Potenciador.....	13
2.4 Surfactante.....	13
2.5 Dispersante.....	14
2.6 Humectante.....	14
2.7 El cultivo de cítricos.....	14
2.7.1 Fenología del cultivo de cítricos.....	15
2.7.2 Periodo crítico.....	15
2.7.3 Producción nacional de cítricos.....	16
2.7.4 Problemática de malezas en cítricos.....	16
2.7.5 Control de malezas.....	17
2.8 Definición de malezas.....	18
2.9 Malezas agresivas en el cultivo de cítricos.....	18
2.9.1 Descripción de las malezas más importantes.....	19
2.10 Clasificación de las malezas.....	21
2.10.1 Clasificación por ciclo de vida.....	22
2.10.2 Clasificación por hábito de crecimiento.....	22

2.10.3	Clasificación por el grado de nocividad.....	23
2.11	Daños ocasionados por las malezas.....	23
2.12	Propagación de malezas.....	23
2.13	Control de malezas.....	23
2.13.1	Métodos de control de las malezas.....	24
2.14	Definición de herbicidas.....	26
2.15	Uso de productos químicos.....	26
2.16	Reconocimiento de los productos químicos.....	27
2.17	Clasificación de los herbicidas.....	27
2.17.1	Herbicidas según su forma de aplicación.....	27
2.17.2	Herbicidas según su época de aplicación.....	29
2.17.3	Herbicidas según su modo de acción.....	30
2.18	Factores que afectan la efectividad de los herbicidas.....	36
2.18.1	Factores ambientales.....	36
2.18.2	Factores de la aplicación.....	38
2.18.3	Calidad de aplicación.....	42
2.19	Efectos del pH del agua sobre los glifosatos.....	45
2.19.1	pH de la solución.....	45
2.20	Gasto de agua para glifosato.....	46
2.20.1	Aplicaciones en cobertura total.....	46
2.20.2	Aplicaciones aéreas.....	47
2.20.3	Aplicaciones selectivas.....	48
2.21	Sistemicidad del Glifosato.....	48

2.21.1	Trasllocación apoplástica.....	49
2.22	Características de los productos estudiados.....	50
2.22.1	Glifosato.....	50
2.22.2	Surf-AC 820.....	53
2.22.3	Acid-Fer.....	56
2.23	Antecedentes.....	57
III.	MATERIALES Y METODOS.....	59
3.1	Ubicación del experimento.....	59
3.2	Historial de campo.....	59
3.3	Características fisicoquímicas del suelo del campo experimental.....	60
3.4	Análisis de la muestra de agua.....	61
3.5	Presencia de malezas en el campo experimental.....	62
3.6	Componentes en estudio.....	62
3.7	Tratamientos en estudio.....	64
3.8	Cálculo de la dosis de herbicidas y gasto de agua.....	65
3.9	Diseño experimental.....	67
3.10	Modelo estadístico.....	68
3.11	Características del campo experimental.....	69
3.12	Datos a registrar.....	70
3.13	Plan de ejecución del experimento.....	70
3.14	Aplicación de los tratamientos.....	73
3.15	Determinar el efecto fitotóxico de control.....	73

3.16	Determinación del poder residual.....	74
3.17	Determinación del análisis económico.....	75
IV.	RESULTADOS.....	76
4.1	Del efecto de control.....	76
4.2	Del poder residual de los tratamientos.....	81
4.3	Del análisis económico de los tratamientos.....	87
V.	DISCUSION.....	90
5.1	Del efecto potencial de control.....	90
5.1.1	Del testigo.....	90
5.1.2	De los tratamientos.....	91
5.2	Poder residual.....	94
5.3	Del análisis económico de los tratamientos en estudio.....	96
VI.	CONCLUSIONES.....	98
VII.	RECOMENDACIONES.....	99
VIII.	RESUMEN.....	100
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	102
X.	ANEXO.....	107

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos climáticos mensuales del 2007.....	60
2. Análisis de la muestra de agua.....	61
3. Porcentaje de malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.....	63
4. Descripción de los tratamientos.....	64
5. Esquema del análisis de variancia.....	68
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.....	78
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos.....	79
8a. Resumen del análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.....	82
8b. Resumen del análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.....	83
9a. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.....	84

9b. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.....	85
10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	89
11. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	108
12 Pasos para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.....	109

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Grado de control de malezas (promedio de los datos originales presentados en el Cuadro 7).....	80
2. Efecto del poder residual (promedio de los datos originales presentados en los Cuadros 9a y 9b).....	86
3. Distribución de los tratamientos estudiados.....	110
4. Relación del complejo de malezas.....	111
5. Analisis de la muestra de agua.....	112
6. Mezcla de los productos para su aplicación a campo.....	112
7. Aplicación de los tratamientos.....	113
8. Inspección del campo experimental por el jurado de tesis.....	113

I. INTRODUCCION

Uno de los factores que limitan los rendimientos en el cultivo de cítricos son las malezas, las que disminuyen la producción entre 5 y 30% (MEDRANO, 1996), ya que estas causan daños de varias maneras; compiten con el cultivo por factores del medio, tales como luz, nutrientes, espacio vital y agua.

Tingo María esta ubicada dentro de la región del trópico húmedo, que cuenta con las condiciones ecológicas favorables para el buen desarrollo vegetativo de las malezas, que por sus diversos órganos de propagación fácilmente pueden invadir los campos agrícolas, limitando el rendimiento en las plantaciones de cítricos, de tal forma las malezas representan un problema para el agricultor, ya que su control resulta por lo general difícil, y como consecuencia los rendimientos son bajos en la zona (HELGOTTS, 1980).

En los últimos años uno de los medios de lucha contra las malezas, es el control químico que consiste en la utilización de productos químicos, cuyo uso esta aumentando por su acción rápida y costos, en la mayoría de los casos menos que el control manual.

Existen referencias de problemas con el normal desempeño de los herbicidas, lo cual por lo general el agricultor lo atribuye a la tolerancia de las malezas o la pureza de los productos, pero lo que el agricultor casi siempre

olvida es que los herbicidas requieren de ciertas condiciones para su óptimo desempeño tales como: pH del agua, condiciones climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, etc.) características de las malezas (edad, estado, composición, etc.), equipo de aplicación, etc.

Es debido a este problema que planteamos la hipótesis de que la tolerancia de algunas malezas al Glifosato está asociada a una limitancia en el proceso de absorción del herbicida. El surfactante actuaría con acción hipotensora, y penetrante y, el acidificante como corrector de pH, ablandador de agua con ácidos orgánicos carboxílicos.

Se ideó el presente experimento con la finalidad de determinar el efecto potenciador del surfactante y el regulador de pH en mezcla con el Glifosato.

Por lo tanto, en base a lo mencionado anteriormente se plantea los siguientes objetivos:

1. Evaluar la potencialidad del Glifosato con un surfactante y un regulador de pH en el control de malezas en el cultivo de cítricos.
2. Evaluación el poder residual del Glifosato combinado con un surfactante y un regulador de pH en el control de malezas en el cultivo de cítricos.
3. Determinar el costo económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Potencial

Es la capacidad máxima que puede expresar un determinado producto en condiciones o factores ideales (CURRAN, 1999).

2.2 Potencializar

Cuando un primer producto cualquiera en mezcla con un segundo producto expresa todo su potencial porque el segundo le da las condiciones favorables para su óptimo desempeño. A diferencia del proceso de sinergia donde el efecto es superior a la suma de los efectos de los dos productos combinados, el proceso de potencializar consiste en obtener el máximo efecto de uno de los productos como es el caso de la mezcla del Glifosato con coadyuvantes que buscan darle las condiciones ideales al Glifosato para su óptimo desempeño (CURRAN, 1999).

2.3 Potenciador

Es un producto que potencia a otro dándole las condiciones ideales para su máximo desempeño (CURRAN, 1999).

2.4 Surfactante

En general un surfactante, o "agente activo de superficie", como su nombre lo indica, es capaz de disminuir la energía de los enlaces entre las

moléculas de agua, es decir reduce la fuerza de tensión superficial del agua (CURRAN, 1999). De esta reducción de la tensión superficial se desprenden muchos otros efectos. Así en las etiquetas de algunos productos de este tipo se encuentran términos como: hipotensores, adherentes, humectantes, dispersantes, e incluso, acidificantes, activadores, depositantes y protectores contra la radiación ultravioleta.

2.5 Dispersante

Compuesto que facilita la distribución del producto sobre el vegetal, disminuyendo el ángulo de contacto de las gotas adheridas al mismo y produciendo así una cobertura más uniforme (NALEWAJA y MATYSIAK, 1993).

2.6 Humectante

Tensioactivo que, agregado al agua, reduce su tensión superficial y promueve la humectación haciendo que el agua penetre más fácilmente en otro material o se extienda más fácilmente sobre su superficie. Los jabones y alcoholes son los principales agentes humectantes. En el procesamiento de películas, los agentes humectantes se usan después de lavarla para acelerar el escurrimiento de agua en su superficie (RODRIGUEZ, 2003).

2.7 El cultivo de cítricos

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático desde la China hasta la India desde entonces hasta ahora han sufrido

numerosas modificaciones debidas a la selección natural y ha hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre en algunos países occidentales se introdujeron como árboles decorativos (VILLACHICA, 1996). Según BAUTISTA *et al.* (1991), las especies mas cultivadas a nivel mundial son los naranjos, con una producción de casi 60 millones de toneladas (Brasil es el mayor productor del mundo, con casi 22 millones de toneladas, más del 35% de la producción mundial).

2.7.1 Fenología del cultivo de cítricos

Según BAUTISTA *et al.* (1991), la fenología de los cítricos en los trópicos (Venezuela), es como sigue:

Brotamiento: el 1^{er} pico Noviembre-Diciembre y el 2^{do} pico Marzo-Abril-Mayo.

Crecimiento reproductivo: el 1^{er} pico Marzo-Abril y el 2^{do} pico Agosto-Setiembre-October.

Reposo: Enero-Febrero y Junio-Julio.

2.7.2 Periodo crítico

El período crítico de interferencia es el momento de floración y desarrollo del fruto en el cultivo de cítricos cuando las malezas ocasionan el mayor daño económico, significativo e irreversible (BAUTISTA *et al.*, 1991).

2.7.3 Producción nacional de cítricos

El Perú produce los siguientes cítricos:

- a. Naranjas de las variedades 'Valencia', 'Washington Navel', 'Navel Late'.
- b. Mandarinas de las variedades 'Satsumas', 'Clementinas', 'Dancy', 'Tangelos'.
- c. Limas y limones (Limón sutil y algo de Lima tahití).

La producción nacional de cítricos para el año 2005 fue de 723,022 toneladas con una superficie de 53,172 hectáreas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- a. Naranjas 24,876 has 47%;
- b. Mandarinas 8,502 has 16%;
- c. Limas y limones 19,794 37%

La mayor productividad en cítricos se presenta en las mandarinas ('Satsumas', 'Clementinas' y 'Tangerinas') con 20.15 TM/ha, seguida de las naranjas con 13.44 TM/ha, los limones con 10.98 TM/ha (VILLACHICA, 1996).

2.7.4 Problemática de malezas en cítricos

El clima cálido en las regiones citrícolas favorece la germinación y crecimiento de malezas todo el año. Varios autores (MEDRANO, 1996;

TRUJILLO, 1981; TUCKER y SING, 1983), han descrito las principales malezas de los cítricos en diferentes países del mundo.

Las malezas compiten con las plantas jóvenes por los recursos limitados, tales como nutrientes y agua. La competencia resulta regularmente en reducciones del crecimiento de los árboles, el nivel de nitrógeno en las hojas, el potencial de agua, la calidad y rendimiento de las frutas (JORDAN, 1981). Los efectos adversos de las malezas en los cítricos están relacionados con la intensidad de la competencia y el grado de control de las malezas. Las malezas también reducen la temperatura del suelo y del aire, lo que aumenta la posibilidad de daños a los cítricos por las heladas durante las temporadas de frío. Las malezas son hospederas de enfermedades y plagas, que también dificultan las actividades en el manejo de los huertos, tales como la irrigación y la cosecha. También causan considerables pérdidas económicas en la producción de cítricos (TUCKER y SINGH, 1983).

2.7.5 Control de malezas

El laboreo del suelo se efectúa varias veces al año (3 o 4), comprendidas entre los meses de marzo y septiembre con motocultores de pequeña potencia; manteniendo el suelo con cubierta vegetal el resto del año. Otra práctica es efectuar el laboreo del suelo en primavera con el fin de incorporar fertilizantes, seguido de un tratamiento con herbicida residual y tratamientos de contacto o traslocación cuando y donde sea preciso (MEDRANO, 1996).

2.8 Definición de malezas

El termino de mala hierba o maleza, tiene su significado muy relativo como plantas que crecen donde no son adecuadas y que no tienen valor económico interfieren con el cultivo. La perdida económica mundial es causada el 5% por malezas, 8% por plagas y el 14% por enfermedades (HELGOTTS, 1980).

2.9 Malezas agresivas en el cultivo de cítricos

Según MEDRANO (1996); TRUJILLO (1981); TUCKER y SING (1983), las familias más comunes asociadas a los cítricos son las siguientes:

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Chloris inflata</i> L.	"Pendejuelo"
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	"Pasto bufel o cadillo bobo"
<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Scop.	"Pata de gallina"
<i>Pavonia sidaefolia</i> H.	"Malva, algodoncillo"
<i>Cyperus rotundus</i> L.	"Corocillo o coquito"
<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.	"Pasto bermuda o pelo de indio"
<i>Boerhavia decumbens</i> Valh.	"Yerba de puerco, pega – pega"
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	"Lecherito"
<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	"Matapasto"
<i>Rottboellia exaltata</i> L.	"Arrocillo"

2.9.1 Descripción de las malezas más importantes

***Pseudoelephantopus spicatus* L.**

Familia : Asteraceae (= Compositae)

Nombre común : "Pato quihua, matapasto"

Hábito : Perenne

Reproducción : Por semillas y vegetativamente

Floración : marzo, noviembre

Agresividad : Altamente nociva

Clasificación : Hoja ancha

Usos : Comunmente se usa contra la diarrea y para aliviar inflamaciones.

***Rottboellia exaltata* L.F.**

Familia : Poaceae (= Gramineae)

Nombre común : "Cebadilla, arrocillo"

Hábito : Anual

Reproducción : Por semillas y cepas

Floración : enero, marzo, abril, diciembre.

Agresividad : Altamente nociva

Clasificación : Hoja angosta

Observaciones : Las hojas tienen tricomas rígidos que irritan la piel humana.

***Cynodon dactylon* L.**

- Familia : Gramineae
- Nombre común : "Pasto bermuda o pelo de indio"
- Hábito : Anual
- Reproducción : Por semilla y cepas
- Floración : Verano
- Agresividad : Altamente nociva
- Clasificación : Hoja angosta
- Observaciones : Plantas con tallos pelosos, inflorescencia en espigas comprimidas.

***Cyperus rotundus* L.**

- Familia : Cyperaceae
- Nombre común : "Corocillo o coquito"
- Hábito : Anual
- Reproducción : Por semilla y cepas
- Floración : Verano
- Agresividad : Altamente nociva
- Clasificación : Hoja angosta
- Observaciones : Planta con un solo cotiledón muy pequeño.

***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 : Las plántulas presentan tallos muy vellosos

y generalizados, lígula pequeña dentada.

Se debe señalar lo significativo que representa la cobertura del suelo por *Cynodon dactylon* (L.) Pers., especie rastrera estolonífera muy invasora, que constituye indudablemente un césped protector de la erosión del suelo y que además, por su agresividad compite favorablemente con otras especies limitando su establecimiento (efecto de competencia y alelopatía de esta especie); sin embargo, ya asociada con el frutal y específicamente en el establecimiento del mismo, constituye una maleza nociva y difícil de controlar y de marcada resistencia al efecto de muchos herbicidas. Otras malezas que merecen destacarse son los cadillos *Cenchrus echinatus* L. y *C. ciliaris* L. Estas dos especies de porte erecto, constituyen una asociación típica de las condiciones agroecológicas de la zona, muy frecuente y abundante y a las cuales hay que dirigir esfuerzos para su control (MEDRANO, 1974 y 1996).

2.10 Clasificación de las malezas

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

2.10.1 Clasificación por ciclo de vida

Bajo este sistema se agrupan las plantas según su longevidad; muchos autores los agrupan en anuales, bianuales y perennes. En Venezuela, dadas sus condiciones climáticas tropicales y las formas de reproducción de las plantas, se podrían clasificar en anuales, perennes y semiperennes o perennes obligadas (VILLARIAS, 1992).

2.10.2 Clasificación por hábito de crecimiento

Según (VILLARIAS, 1992) se clasifican en:

a. Erectas: Son plantas con tallos ortotrópicos o de crecimiento erecto. Ejemplos: el "mastranto" (*Hyptis suaveolens* L. Poit.).

b. Rastreras: Son plantas cuyos tallos crecen tendidos sobre la superficie del suelo; entre ellas existen dos variantes: las que emiten raíces principalmente en los nudos, como son los tallos estoloníferos de la "paja bermuda", "pelo de indio" o "paja guzmán" (*Cynodon dactylon* L. Pers.).

c. Trepadoras o volubles: Se agrupan aquí las plantas con tallo de crecimiento oblicuo, capaces de trepar sobre las plantas de maíz, como la "batatilla" (*Ipomoea tiliacea* Willd Choisy), el "bejuquillo" (*Rhynchosia minima* L.), la "picapica" (*Mucuna pruriens* L.).

2.10.3 Clasificación por el grado de nocividad

Según el grado de dispersión, daño, costo y posibilidad de erradicación, se dividen en cuatro categorías: levemente perjudicial, medianamente perjudicial, muy perjudicial y nociva (TRUJILLO, 1981).

2.11 Daños ocasionados por las malezas

Las pérdidas debidas a las malezas varían entre 5 y 25%, de acuerdo con el grado de tecnificación de la producción agrícola, pudiéndose perder totalmente la cosecha cuando no se combaten las malezas, u ocurrir pérdidas severas en rendimiento, de no combatirlos a tiempo. Igualmente, establecen que en ciertos sistemas tradicionales de siembras en el trópico húmedo, hasta un 70% de la mano de obra es usada para combatir malezas (KOCH, 1982).

2.12 Propagación de malezas

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

2.13 Control de malezas

Las malezas causan daños de diferentes maneras, y para obtener buen rendimiento, así como calidad de cosecha, debe programarse un control

oportuno y eficiente en el cual deberá contemplarse los aspectos que a continuación se indican (HALL y TUCKER, 1987):

- a. Conocer las malezas imperantes en la zona.
- b. Conocer y coleccionar las malezas que se presentan.
- c. Conocer las malezas dominantes.
- d. Determinar la época de competencia entre el cultivo y las malezas.
- e. Establecer los métodos de control.

2.13.1 Métodos de control de las malezas

Se entiende por control al medio por el cual se anula o limita el desarrollo o infestación de las malezas y comprenden aquellos métodos que se utilizan para reducir la competencia de las malezas sobre el cultivo de cítricos (HALL y TUCKER, 1987).

a. Prevención: Se recomienda un programa de prevención para el manejo de *Acoparia dulces* L. en los huertos de cítricos de la Florida. Ellos propusieron programas de vigilancia a fin de detectar la maleza antes de su establecimiento en las hileras de los árboles (HALL y TUCKER, 1987).

b. Control mecánico o manual: Para combatir esta maleza en áreas limitadas puede utilizarse mano de obra provista de herramientas como machetes, lampas, etc. Sin embargo en nuestra zona de selva hay

escasez de mano de obra que no permite el uso oportuno del personal cuando se trata de controlar superficies medianas o grandes (MEDRANO, 1996).

c. Control cultural: Es el uso y manejo de las prácticas agronómicas, para crear un ambiente poco adecuado para el desarrollo de las malezas (MEDRANO, 1996). Se consideran como control cultural las siguientes:

- Uso de variedades mejoradas, de buena calidad y adaptadas a la zona.
- Buena preparación del suelo, creando ambiente poco favorable para el desarrollo de ciertas especies de malezas.
- Fertilización adecuada, teniendo en cuenta las necesidades del cultivo.
- Densidades óptimas de siembra que debilitan las malezas por medio de la competencia.
- Rotación del cultivo para reducir la infestación de malezas.

d. Control biológico

- **Bio-herbicida:** El agente de control biológico más comúnmente conocido en cítricos es el patógeno fungoso, *Phytophthora palmivora*. Este patógeno se encontró, originalmente, atacando la *Morrenia*

odorata Lindl. (para estranguladora) en huertos de cítricos (TUCKER y SING, 1983) y se usa ahora para su control (WATSON, 1992).

- **Control de malezas por insectos:** Los insectos han tenido poca atención como medio de combate contra las malezas en cítricos. Los insectos podrían usarse contra *Lantana camara* L. y *M. odorata*. El control de malezas por insectos útiles no puede ser usado contra todas las malezas (HABECK, 1977).

e. **Control químico:** Este método constituye el adelanto más importante en el control de malezas caracterizándose por el uso de sustancias químicas capaces de destruir las malezas total o parcialmente sin hacer daño al cultivo, para lo cual se toma en cuenta la selectividad de los herbicidas. Los herbicidas son aplicados al follaje de las plantas o al suelo de donde son absorbidos por las raíces (HELGOTTS, 1980).

2.14 Definición de herbicidas

Los herbicidas, son sustancias químicas que destruyen las plantas, o bien inhiben o desorganizan su crecimiento al ser asperjados sobre el follaje o aplicados al suelo; actúan por combustión en el lugar del contacto o traslocación al ser llevados a las partes más sensibles (PETROFF, 2000).

2.15 Uso de productos químicos

El uso de productos químicos data de la antigüedad, las sales y los subproductos de la industria eran utilizados como herbicidas. Sin embargo,

recién en este siglo es cuando se produce un progreso realmente espectacular en la técnica de control de malezas (MARZZOCA, 1976). En el mundo, el control químico de malezas realmente se inicia en la década de 1940, a pesar de existir referencias anteriores sobre la translocación de sustancias reguladoras de crecimiento. Entre 1897 y 1900, Bonnet en Francia, Shultz en Alemania, trabajando independientemente, usaron soluciones de sales de cobre para el control de malezas de hoja ancha en cereales (KLINGMAN, 1966).

2.16 Reconocimiento de los productos químicos

2.16.1 Nombre químico: Se refiere al nombre de la molécula del ingrediente activo (i.a) Ejemplo: N-fosfometil glicina.

2.16.2 Nombre técnico: Se deriva generalmente del nombre químico, es usado en la literatura científica. Ejemplo: Glifosato.

2.16.3 Nombre comercial: Es usado en la literatura popular y su nombre difiere según el laboratorio o casa comercial. Ejemplo: Round-up.

2.17 Clasificación de los herbicidas

2.17.1 Herbicidas según su forma de aplicación

Según PYTTY y CUÑAZ (1995).

a. Herbicidas de aplicación al follaje

- **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 destrucción de los mismos. La aplicación del producto debe efectuarse cuando las malezas están pequeñas, de lo contrario habrá que cortarlas y luego esperar para la aplicación de los productos a los rebrotes.

b. Herbicidas sistémicos o de traslocación: 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 gradualmente 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: Estos se aplican directamente al suelo, a fin de que sean absorbidos por la raíz y pasan hasta las partes superiores de la planta. Estos herbicidas son aplicados, cuando las malezas están en tierna edad sobre las superficies libres de maleza. Estos productos deben ser utilizados con mucho cuidado, ya que si se aplica en dosis altas, pueden actuar como esterilizantes del suelo.

2.17.2 Herbicidas según su época de aplicación

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

a. Herbicidas pre – emergentes

- Se aplican sobre el suelo una sola vez
- Requieren humedad (riego o lluvia)
- Muy baja solubilidad en agua
- Las dosis dependen de la textura del suelo
- Se distribuyen en los primeros 10 cm. suelo
- Son sistémicos (se movilizan en el xilema)
- Son selectivos
- Tienen efecto residual

b. Herbicidas post-emergentes

- Se aplican sobre el follaje una sola vez.
- Sistémicos o de contacto
- Selectivos o no-selectivos.
- Muy solubles en agua.
- Dosis: dependen del tamaño de las malezas
- No tienen efecto residual cuando caen al suelo.

2.17.3 Herbicidas según su modo de acción

Según PYTTY y CUÑAZ (1995), se clasifican en:

a. Herbicidas que afectan la síntesis de lípidos

- **Inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa (ACCCase):** Estos herbicidas afectan la síntesis de lípidos a través de la inhibición de la enzima carboxilasa de la acetil coenzima A, localizada en el protoplasto. Los tejidos jóvenes en expansión y los meristemas resultan ser los más sensibles. Se afecta esencialmente el sistema interno de membranas, de manera que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del comportamiento lisosomal, actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos.

Ejemplos:

- Ariloxifenoxi propionicos: clodianofop-propargil, chalofof-butyl, diclofof-metil, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-P-etoxietil, propaquizafop.
- Cyclohexanodionas: alloxidim, cletodim, cicloxidim, tralkoxidim.

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

- **Inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema-I-(FSI):**
Inhiben el proceso fotosintético afectando la reacción de Hill, en el flujo de electrones en el fotosistema I ó II.

Ejemplo:

- Bipiridilos: diquat, paraquat.

- **Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO):**

Herbicidas que dañan las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando esa disrupción 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.

Ejemplos:

- N-fenil-ftalimidias: flumioxazin, flumiclorac-pentil.
- Tiadiazoles: flutiacet-metil, tidiazimin.
- Triazolinonas: carfentrazone, sulfentrazone.

- **Inhibidores de la síntesis de la pared celular (celulosa):**

Herbicidas que afectan la formación de ATP y la respiración. Los que 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.

Ejemplos:

- Nitrilos Diclobenil: Clortiamida
- Benzamida: Isoxaben

- **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 fisiológicos tales como la síntesis de RNA y proteínas, síntesis de lípidos y fotosíntesis.

Ejemplo:

- Dinitrofenoles: DNOC, dinoseb, dinoterb

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 (principal componente del huso acromático), lo cual inhibe el ensamblaje adecuado de los microtúbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, en otras palabras se interrumpe la mitosis. Se ven afectados otros procesos fisiológicos como: formación de ceras de la cutícula y la síntesis de lípidos.

Ejemplo:

- Dinitroanilinas: benefina = benfluralina, etalfluralina, oryzalina, pendimetalina.
- Fosforoamidas: amidofos-metil, butamifos
- Piridazinas: ditiopir, tiazopir
- Acido Benzoico: DCPA=clortal-dimetil

- **Inhibidores de la síntesis de lípidos - no inhibición de la ACCasa:** Herbicidas que interfieren con el brote, la germinación y el crecimiento de raíces y coleóptilo por interrumpir la actividad de numerosas enzimas al alterar sus grupos sulfídricos o aminos. Además interfieren en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos.

Ejemplos:

- Tiocarbamatos: butilato, cicloato, dimepiperato, esprocarb, molinato.
- Fosforoditionato: bensulide

- **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 ceras de la cutícula. En gramíneas se absorben por el coleóptilo y en hojas anchas por las raíces y el brote. Afectan el crecimiento principalmente de las raíces.

Ejemplos:

- Cloroacetamidas: acetoclor, alaclor, butaclor, dimetaclor, metazaclor.
- Carbamatos: carbetamida

- **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.

Ejemplos:

- Carbamatos: clorprofam, proflam, asulam, treflam, barban
- Benzileter: cinmetilina

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 serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por fotooxidación de los carotenoides, por lo tanto, de la clorofila.

Ejemplos:

- Triazinas: ametrinas, atrazinas, cianazinas, prometrinas, simazinas.
- Triazinonas: hexazinonas, metamitron, metribuzin
- Uracilos: bromacil, lenacil, terbacil

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 de ADN durante la formación de ARN, efecto que puede ser alcanzado por la depresión de un gen o activación de 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.

Ejemplos:

- Ácidos fenoxicarboxílicos: 2,4-D, 2,4-DB, diclorfop, 2,4-DP, mecoprop.
- Ácidos Benzoicos: dicamba

f. Herbicidas que actúan sobre la producción aminoácidos y síntesis de proteínas

- **Inhibidores de la EPSP sintetasa:** Afecta la síntesis de proteína, la formación de vitamina, ligninas, alcaloides y fenoles, los cuales se sustituyen en el citoplasma para trasladarse al cloroplasto.

Ejemplo:

- Glicinas: glifosato, sulfosato

- **Inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS):** Herbicidas que afectan la síntesis de proteínas, aminoácidos de cadena ramificada (isoleucina, leucina y valina) y cambian la conformación de los mismos, al inducir su precipitación o inhibiendo la acción enzimática de la acetolactato sintetasa (ALS). Esta acción desencadena una disturbación total del metabolismo al interrumpir la síntesis proteica e interfiere con la síntesis de ADN y el crecimiento celular.

Ejemplos:

- Sulfonilureas: amidosulfuron, azimsulfuron, bensulfuronmetil, clorsulfuron.
- Imidazolinonas: imazameth, imazamethabens-metil, imazamox, imazapir.

- **Inhibidores de la sintetasa de la glutamina:** Son herbicidas que inhiben la biosíntesis de glutamina, la cual funciona como fuente de amonio en gran cantidad de enzimas. Además actúa sobre la fotosíntesis al inhibir la fotorrespiración y la formación de los aminoácidos histidina y metionina.

Ejemplo:

- Acido fosfónico: glufosinato de amonio, bialafos = bilanafos

g. Herbicidas que actúan sobre pigmentos

- Inhibidores de la biosíntesis de carotenos (PDS):

Interfieren en la formación de clorofila, ya sea, inhibiendo la síntesis de fitol, de carotenoides o del aminoácido histidina. El síntoma característico es el albinismo del follaje después de la aplicación. Se traslocan 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.

Ejemplos:

- Nicotinanilida: diflurazon
- Triazole: amitrol
- Urea: fluometuron

2.18 Factores que afectan la efectividad de los herbicidas

2.18.1 Factores ambientales

a. Luminosidad: En situaciones de baja luminosidad, donde la actividad de las malezas es menor, se corre el riesgo de tener una disminución en la eficiencia de absorción y traslocación con glifosatos convencionales. Durante los primeros días posteriores al tratamiento, una

elevada luminosidad favorecerá la fotosíntesis que aún pudiera llevar a cabo la maleza. El flujo de fotosintatos arrastrará al herbicida, favoreciendo su traslocación. A la vez, la elevada luminosidad acelerará la degradación de la clorofila que produce el Glifosato (VICTORIA, 1985).

b. Temperatura: 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 traslocación hacia los meristemas activos (VICTORIA, 1985).

c. Humedad relativa ambiente: Cuanto más elevado sea el nivel de humedad relativa del ambiente durante las horas anteriores a la aplicación de glifosato, mayor será la hidratación de la cutina de las hojas y, por lo tanto, se podrá mejorar la absorción del herbicida hacia el interior de las malezas. No conviene aplicar mientras la humedad relativa del ambiente sea inferior al 60% ya que podría representar un obstáculo para la gradual difusión pasiva a través de la cutina (VICTORIA, 1985).

d. Precipitaciones: No es recomendable efectuar una aplicación de glifosato convencional cuando se prevea la inminente ocurrencia de una lluvia (hasta 6-8 horas después de la aplicación) o se verifique la presencia de rocío sobre las hojas de las malezas (VICTORIA, 1985).

e. Humedad edáfica: Un nivel medio de humedad del suelo es conveniente 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, 3 días anteriores y posteriores a la aplicación, ya que determinará el estado hídrico general de la maleza sobre la que el herbicida deberá actuar. No deberían realizarse aplicaciones de glifosato cuando las malezas muestren efectos de deficiencia hídrica en exceso, ya que en este estado las malezas cierran sus estomas para evitar perder agua (VICTORIA, 1985).

f. Viento: Sólo es recomendable aplicar glifosato cuando la velocidad del viento no supere los 12 Km /ha 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 que reducirá la llegada del herbicida a su objetivo (VICTORIA, 1985).

2.18.2 Factores de la aplicación

a. Cobertura de gotas: La cobertura óptima de una aplicación está entre 20 y 30 gotas/cm² de superficie foliar. Ese nivel de cobertura es independiente del volumen total que se hubiese elegido para aplicar el herbicida (PETROFF, 2000).

b. Volumen total: Según PETROFF, (2000) el glifosato debe ser aplicado disuelto en agua para:

- Lograr la aspersion de una cobertura adecuada de gotas (de 20-30 impactos) por unidad de superficie (cm^2), con un tamaño individual que supere los 150 micrones (recomendable 300, 800 micrones), y que no se las esponga innecesariamente a un alto riesgo de deriva física.

- Permitir una efectiva difusion hacia el interior de la maleza, sin los perjuicios de una difusion incompleta que causaria la evaporacion prematura.

- Lograr hidratacion de la cutina foliar, a traves de la cual el producto penetra.

- No dañar las membranas celulares del mesófilo, cosa que dificultaria la entrada y la traslocacion normal del herbicida.

c. Pastillas para la aspersion: Las pastillas de abanico plano tipo 8002/8003 u 11002/11003 permiten lograr excelentes resultados en la aplicacion de glifosato. La presion recomendada para la correcta operacion de ese tipo de pastillas varia entre 30 y 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^2 de superficie foliar (PETROFF, 2000).

d. Mezclas con otros herbicidas: No es recomendable la mezcla, en el tanque de la pulverizadora, de una formulacion de glifosato con herbicidas post-emergentes de contacto (Ej.: Paraquat).

Es absolutamente compatible con herbicidas sistémicos residuales formulados como concentrados solubles, concentrados emulsionables o gránulos dispersables. También con los polvos mojables que se usen de a pocos gramos/ha. Del mismo modo, es más compatible, en mezcla de tanque, con herbicidas de la familia química de las triazinas (Ej.: atrazina, metribuzín, etc.) formulados como suspensión concentrada de gránulos dispersables (PETROFF, 2000).

e. Calidad del agua: La calidad del agua puede afectar la performance de algunos herbicidas. Los aspectos que interesan son los siguientes:

- pH
- Dureza
- Arcilla en suspensión (agua sucia)

Al respecto, GAUVRIT y CABANNE (1993), manifiesta lo siguiente:

El pH de la mayoría de las aguas se sitúa en la región de neutro 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), divalentes (Ca y Mg), y trivalentes (Fe y Al) generalmente bajo la forma de carbonatos y sulfatos, puede significar un problema si están en muy alta concentración en herbicidas del tipo ácidos débiles como el Dicamba, Glifosato, Bentazón y Fomesafen. Estos ácidos débiles están formulados generalmente bajo la forma de sales en una unión débil (atracción electrónica entre dos moléculas que tienen cargas opuestas, mucho más débil que la unión covalente). Si el agua donde se disuelve el herbicida tiene muy alta concentración de sales, éstas pueden formar complejos con el herbicida, el que suele tener menor absorción. Por ejemplo: Round-up se formula bajo la forma de la sal isopropilamina del glifosato. Si el agua tiene alta concentración de sodio, este reemplaza a la isopropilamina, formando un complejo que se absorbe en menor grado.

Si la dureza está conferida por iones mono o divalentes en alta concentración, el problema tiene alguna de las soluciones anteriores. Si en cambio la dureza está conferida por iones trivalentes, la misma no es apta para utilizar estos herbicidas.

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 adsorben fuertemente a partículas coloidales, resultan inactivados: es el caso de Paraquat y Glifosato, entre otros.

2.18.3 Calidad de aplicación

Se entiende por calidad de aplicación a la cantidad de principio activo depositado sobre el blanco con una determinada cobertura y persistencia del producto en una forma absorbible sobre la superficie foliar. Este hecho permite afirmar que "ningún plaguicida es mejor que la técnica de aplicación". La importancia de este tema se expresa cuantificada por la aseveración de Himel (1974): "sólo el 25% del volumen aplicado llega a las plantas". Ello nos marca la brecha a vencer (ETIENNOT, 1993).

Para evaluar la eficiencia de un tratamiento fitosanitario, el uso de tarjetas sensibles es un recurso que actualmente, por disponibilidad y costos, resulta cómodo y adecuado (MIGUENS, 1981).

a. El 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 ($1 \text{ m} = 0,001 \text{ mm}$). Un mismo volumen puede dispersarse en gotas grandes o pequeñas (ETIENNOT, 1993).

Así mismo este autor 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, o luego de deslizarse y juntarse con otras gotas. A igualdad de 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 el cultivo, especialmente la posibilidad de alcanzar la cara inferior de las hojas, tallos, etc. Su principal desventaja es que por su 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.

b. Eficiencia de deposición de gotas: 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 (ETIENNOT, 1990).

El mismo autor menciona que las gotas pequeñas, en cambio, tienen la oportunidad de quedar por cierto tiempo suspendidas en el aire y son transportadas por el viento impactando no sólo en la cara superior de las hojas, sino en el inferior y sobre tallos y otras estructuras. Una vez en contacto con la superficie vegetal tienen más adherencia por su menor peso.

La cera favorece el escurrimiento y la coalescencia de las gotas por resbalamiento y los pelos dificultan el contacto con la epidermis (ETIENNOT, 1993). Estos fenómenos originan, cuando el dispersante es agua, efectos de alta tensión superficial que 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 que hacen

que la gota adopte una posición achatada incrementando la adherencia por una mayor superficie de contacto (MARER, 1988).

c. La deriva y factores que la afectan: Se conoce por deriva aquella parte de la aspersión que no alcanza el blanco objeto del tratamiento. Algunos autores como ETIENNOT (1990) la dividen en exo y endoderiva.

Las características de la aspersión afectan la deriva a través del tamaño de gotas; a menor tamaño la velocidad de caída es menor, mayor la evaporación por mayor superficie expuesta en relación al volumen transportado que reduce progresivamente el tamaño de la gota durante su caída. El mayor tiempo que permanece suspendida, mayor probabilidades de ser transportada por el viento. A igualdad de humedad relativa ambiente y temperatura, 50% de HR y 30°C por ejemplo, una gota de 200 μ m demora 42" en reducirse a la mitad, mientras que una de 100 μ m tarda sólo 14" en evaporarse completamente (WALLA, 1980). En términos prácticos, las condiciones de deriva se incrementan para gotas menores a 150 μ m si se usa agua como diluyente (LEIVA, 1995).

En síntesis, los límites críticos que afectan la deriva pueden establecerse como sigue: temperatura ambiente no mayor de 25°C, humedad relativa 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 μ m que no superen el 5% del volumen total (ETIENNOT, 1990; WALLA, 1980).

2.19 Efectos del pH del agua sobre los glifosatos

Alto pH y alta alcalinidad pueden afectar la solubilidad de herbicidas como los glifosatos. Si el pH del Glifosato y la solución acuosa es demasiado alto, el herbicida puede formar un sedimento en el fondo del tanque. Para evitar esto se agrega en el formulado un producto para bajar el pH, que debe ser agregado al agua antes de adicionar el herbicida (MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997).

2.19.1 pH de la solución

El pH de la solución tiene que ver con dos aspectos relacionados; uno tiene que ver con la estabilidad y vida media del pesticida, mientras que el otro involucra la performance herbicida como que está relacionada con la penetración del herbicida. La estabilidad de la mayoría de los herbicidas en solución acuosa es muy buena, siempre que ellos sean pulverizados dentro de uno o dos días de mezclados (MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997).

Por supuesto, la vida media de la mayoría de los herbicidas en solución acuosa es generalmente adecuada tanto como ellos no sean mantenidos un tiempo prolongado en el tanque.

El efecto del pH de la solución sobre la toma del herbicida por la planta no está bien documentado particularmente bajo condiciones de campo. En teoría los herbicidas tipo ácido débil (atracción electrónica entre dos

moléculas que tienen cargas opuestas, mucho más débil que la unión covalente) pueden penetrar mejor las hojas de las plantas en su forma neutral ya que si el agua donde se disuelve el herbicida tiene muy alta concentración de sales, éstas pueden formar complejos con el herbicida, el que suele tener menor absorción. Por ejemplo, el Round-up se formula bajo la forma de la sal isopropilamina del glifosato. Si el agua tiene alta concentración de sodio, este reemplaza a la isopropilamina, formando un complejo que se absorbe en menor grado (MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997). Cuando el pH de la solución se incrementa la mayoría de las moléculas del herbicida ácido débil se tornan ionizadas o cargadas reduciendo potencialmente su toma por la planta. Esto por supuesto presume que el ácido original está presente en la solución a pulverizar o sobre la hoja del vegetal y es capaz de cambiar su estado de ionización. En realidad la mayoría de los herbicidas tipo ácido débil están formulados como sales (ej. Sal isopropilamina del Glifosato) y pueden no estar sometidos a estas reacciones cuando el pH de la solución puede ser un factor.

2.20 Gasto de agua para Glifosato

2.20.1 Aplicaciones en cobertura total

Para aplicaciones con equipos de mochila debe prepararse una solución de 1 a 2% de glifosato (0.1 a 0.2 litros de producto por cada 10 litros de agua), mojando uniformemente el follaje, sin que el producto llegue a gotear (HOLM and HENRY, 2004).

Con equipos pulverizadores terrestres debe utilizarse la dosis recomendada, diluida en agua limpia, a razón de 80-120 l/ha. Las pastillas recomendadas son las de abanico plano (Nº: 80-02, 80-03, 110-02, 110-03) trabajando a una presión entre 25 y 40 libras por pulg² (HOLM and HENRY, 2004).

2.20.2 Aplicaciones aéreas

Se deben aplicar volúmenes totales entre 15 y 30 litros por hectárea (Dosis de Glifosato más agua); observando las precauciones habituales en cuanto a horario y altura de vuelo, tamaño de las gotas y orientación de los picos y condiciones meteorológicas (ETIENNOT, 1990).

No deben realizarse pulverizaciones con avión cuando existan condiciones de inversión térmica ni cuando se presenten vientos fuertes o cualquier otra condición que favorezca la deriva. Para evitar riesgos de daños deben dejarse espacios adecuados entre las parcelas tratadas y los cultivos adyacentes (ETIENNOT, 1990).

Aplicaciones con equipos de gota controlada (CDA): preparar una solución al 10% (1 litro de Glifosato + 9 litros de agua limpia).

2.20.3 Aplicaciones selectivas

Se puede realizar el control postemergente de las malezas que superen en altura el cultivo. Con este sistema se controla "sorgo de Alepo", "pasto puna" (*Stipa brachichaeta*), "yuyo colorado" (*Amaranthus spp.*) "quínoa" (*Chenopodium album*) y plantas "guachas" (maíz, sorgo y girasol), siempre que las plantas a controlar se encuentren suficientemente expuestas al contacto con la solución herbicida y que sobrepasen al cultivo por lo menos en 15-20 cm. Se utilizan soluciones de glifosato al 10% para equipos a rodillo y del 33% para sogas. El consumo depende directamente del grado de infestación del lote; normalmente se consumen entre 150 y 500 cm³ de herbicida/ha (ETIENNOT, 1993).

2.21 Sistemicidad del Glifosato

Los herbicidas sistémicos aplicados al follaje o al suelo pasan de célula en célula a través de los plasmodesmos que son conexiones protoplasmáticas, hasta llegar al sistema vascular donde pueden entrar ya sea al xilema como al floema o ambas para que puedan distribuirse por toda la planta (KLIGMAN, 1986).

La traslocación de un herbicida es de vital importancia en el control de las malezas. Es particularmente eficaz en aquellas plantas que tienen órganos reproductivos subterráneos. Los herbicidas son traslocados dentro de la planta

a través del sistema simplástico, del sistema apoplástico y de una traslocación intercelular (KLIGMAN, 1986).

2.21.1 Traslocación apoplástica

Los herbicidas de movilidad apoplástica que son absorbidos por las raíces siguen el mismo camino que el agua, penetra en el xilema y son acarreados en la corriente transpiratoria de agua y nutrientes del suelo. La fuerza conductora de este movimiento es la remoción del agua de las hojas por medio de la transpiración. Ejemplo: Glifosatos (KLIGMAN, 1986).

El xilema y las paredes celulares son los principales componentes del sistema apoplástico. Se consideran no vivientes, todos los tipos de herbicidas, incluyendo los productos químicos venenosos o muy tóxicos, pueden ser absorbidos del suelo y rápidamente traslocados hacia todas las partes de la planta. La absorción y la traslocación pueden continuar durante cierto tiempo aun cuando los herbicidas de toxicidad aguda hayan matado a la raíz.

Apoplástico (apo=separado) constituye la totalidad de la pared continua de células no vivientes de la planta, el mayor componente del apoplástico es el xilema. La traslocación en el xilema es por vía apoplástica (KLIGMAN, 1986).

2.22 Características de los productos estudiados

2.22.1 Glifosato

Se aplica al follaje, es sistémico, no selectivo, post-emergente, controla malezas de hoja ancha y de hoja angosta, anual y perenne (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003). Pertenece al grupo de los Fosfoaminoácidos y su mecanismo de acción consiste en impedir la biosíntesis de tres aminoácidos aromáticos esenciales (fenilamina (precursor de la tirosina), tirosina y triptofano (para la síntesis de las auxinas)). Tienen una mínima volatilidad y su acción es de traslocación o sistémica y se transporta hasta las partes mas sensibles de la planta tanto aéreas como subterráneas, ocasionando la muerte gradual y total de las generaciones emergidas.

Nombre técnico	: Glifosato
Nombre comercial	: Glitex 480SL
Nombre químico	: N-(fosfometil) glicina
Formula estructural	: $\text{HO}_3\text{PCH}_2\text{N}+\text{H}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

a. Características fisicoquímicas

- Peso molecular : 169.1g/mol
- Presión de vapor : 10^{-7}
- Punto de fusión : 230°C
- Solubilidad : Bajo

La volatilidad es directamente proporcional al incremento de la presión de vapor. Es decir mayor presión de vapor, incrementaría la volatilidad (MINDEFENSA, 2001).

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, 2002-2003).

Es un herbicida sistémico de acción post emergente y es absorbida a través de las hojas y de las partes fotosintéticas activas de la planta. Según estudios realizados en *Sorghum halapense*, indica que la mayor parte del herbicida ha sido traslocado hasta el sistema radicular dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación; sin embargo, los efectos durante la aplicación inicial es lenta y los efectos invisibles empiezan a notarse de 3 a 5 días de la aplicación, mediante una leve clorosis del follaje, a los 15 ó 20 días la planta muere. Inhibe la enzima 5-enolpiruvil-shiquimato-3fosfato sintasa (EPSPS) que forma los aminoácidos fenilamina (precursor de la tirosina), tirosina y triptofano (para la síntesis de las auxinas) que son producidos por la planta para su desarrollo y crecimiento, eliminando completamente la parte aérea, raíces, tubérculos y rizomas. No deja residuos en el suelo, por ser biodegradable (60 días). Son necesarios 6 horas de sol después de la aplicación para que el herbicida ingrese al interior de la planta y no sea lavado por las lluvias o el rocío (PYTTY y CUÑAS, 1995).

c. Recomendaciones de uso: Aplicar el producto sobre malezas en pleno desarrollo, en malezas anuales de hoja ancha como de gramíneas se recomienda aplicar en los estados tempranos de crecimiento. En las malezas perennes de sistema radicular profundo, se recomienda aplicar al inicio de floración (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

d. Compatibilidad: No es compatible con herbicidas de contacto como Paraquat y herbicidas hormonales de rápida acción (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

e. Propiedades toxicológicas

- DL₅₀ oral del i.a : 4320 mg/kg
- DL₅₀ oral del formulado : 12342 mg/kg
- Categoría toxicológica : Grupo III
- Color de banda : Azul

f. Precauciones: En el caso de intoxicación provoque el vomito dando a beber agua con sal hasta que el vomito sea claro y fluido (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

g. Dosis: Se recomienda una aplicación para malezas anuales de 1 a 3 L/ha y para malezas perennes de 1.5 a 6 L/ha (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

h. Fitotoxicidad: Al ser de amplio espectro no selectivo, puede causar daños a los cultivos si no se tiene cuidado al aplicar (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

2.22.2 Surf-AC 820

Surf-AC 820 es un adyuvante concentrado soluble (CS) con acción surfactante o hipotensora y acción penetrante (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Surf-AC 820 es un surfactante no iónico del grupo de los alkylaryl polyethoxyethanol. Al ser utilizado junto a la mayoría de insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, etc. mejora la actividad de los mismos al proporcionar una mayor uniformidad en la distribución del producto y mejor mojado de la superficie de la planta (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Nombre técnico	: Surfactante
Nombre comercial	: Surf-AC 820
Nombre químico	: El polietileno glicol nonylphenyl éter y alcoholes, C11 C15 secundario, ethoxylated (el Eter alquil polioxietilen glicol).

a. Modo de acción: Rápida absorción, disminuye la degradación por la luz ultravioleta. Se ha demostrado que la mayoría de los herbicidas sufren degradación por acción de la luz mientras permanecen en la superficie de las hojas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Surf-AC 820 aumenta la velocidad de absorción foliar de los herbicidas, reduciendo la tensión superficial de aproximadamente 72 a 29 dinas/cm. Esto permite que las gotas se extiendan, aplanándose y aumentando su diámetro, lo que lleva como resultado a tener una mejor cobertura. Mientras menor sea el ángulo que forma la gota, mayor será la superficie de contacto de la gota con la hoja y mejor será la adherencia del producto, reduciendo el tiempo que el producto permanece en la superficie de la hoja, lo que disminuye el riesgo de fotodegradación (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Al entrar en contacto con el agua no ioniza y usualmente en presencia de sales comunes es químicamente inactivo. Esta característica le permite no ser afectado por las aguas duras y no perder su acción en soluciones alcalinas. El producto es absorbido a través del follaje. El efecto de actividad es como agente humectante, incrementa la capacidad de los caldos para humedecer el follaje, y que disminuya la tensión superficial logrando que el líquido forme una película continua sobre las hojas y plagas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

- **Menor deriva:** Por sus características químicas Surf-AC 820 disminuye el riesgo de deriva de la aspersión, ya que le da más peso a las pequeñas gotas asperjadas (100 - 200 μ m) (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

- **Acción surfactante o hipotensora:** Por su acción surfactante no iónica, Surf-AC 820 al ser disuelto en agua produce los siguientes beneficios:

- **Acción humectante:** Surf-AC 820 actúa como puente de interfase entre el agua y las superficies hidrófobas de las hojas. Esto produce una humectación uniforme de hojas con superficies cerosas y/o pilosas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

- **Acción dispersante:** Surf-AC 820 permite que la gota asperjada tenga una mayor superficie de contacto, logrando una mayor y más homogénea cobertura de las hojas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

- **Acción penetrante:** Los solventes orgánicos que Surf-AC 820 contiene, permiten atravesar la capa cerosa de la cutícula optimizando la eficacia de herbicidas no selectivos, gramínicos y sulfonilúreos (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

b. Recomendaciones de uso: Se recomienda agregar Surf-AC 820 al caldo de aspersión después del herbicida. Mantener el sistema de aplicación funcionando para conseguir una mezcla uniforme (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

c. Compatibilidad: Surf-AC 820 es compatible con la mayoría de formulaciones orgánicas e inorgánicas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

d. Dosis: En mezclas con herbicidas no selectivos (Glifosato)= 150 – 300 cc (máximo 0,5 L/ha) (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

2.22.3 Acid-Fer

Acid-Fer es un moderno acidificante, corrector de pH, ablandador de agua con ácidos orgánicos carboxílicos. Se usa para tratar las aguas con que se trata los agroquímicos (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Con frecuencia se obtienen resultados poco satisfactorios al aplicar agroquímicos. Esto se debe a que el agua que estamos utilizando para las aspersiones es alcalina (pH superior a 7) y duras (sales, carbonatos, etc. en solución) lo que limita drásticamente la eficacia de los agroquímicos; en el caso de Tingo María el pH del agua es generalmente menor de 7 y la presencia de sales no es tan grave como en la costa, pero aun así están presentes y esto va a depender mucho de la fuente de agua (pozo, río, lago, lluvia, etc.) (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

Nombre técnico	: Regulador de pH
Nombre comercial	: Acid-Fer
Nombre químico	: Poliglicoles etoxilados.

a. **Modo de acción:** Acid-Fer acondiciona el valor del pH y la dureza de la solución, lo que garantiza la efectividad de los agroquímicos y además actúa como adherente, evitando que estos productos se pierdan con el agua de lluvia, de riego o por viento (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

b. Recomendaciones de uso: Se agrega y mezcla primero con el agua que vamos a utilizar en la aplicación hasta obtener un color rojo pálido (ver escala de colores) luego agregar los plaguicidas (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

c. Compatibilidad: Es compatible con la mayoría de pesticidas con excepción de los de reacción alcalina (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

d. Dosis: Por cilindro de 200 L aplicar de 100 a 200 ml de Acid-Fer (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

2.23 Antecedentes

Numerosos trabajos han mostrado el incremento en la eficacia de glifosato como consecuencia del agregado de coadyuvantes (DONALD, 1988); la adición de coadyuvantes puede ser beneficiosa en especies sospechosas de presentar una baja sensibilidad al Glifosato como consecuencia de una absorción limitada; estos compuestos, generalmente, actúan favoreciendo la absorción de los agroquímicos al mejorar la calidad del asperjado y reducir la incidencia de las barreras a la penetración que impone la propia planta como tener cutículas gruesas y ricas en ceras, la presencia de tricomas, ángulo agudo del follaje o bien del ambiente que a través de temperaturas elevadas o humedad relativa baja pueden acelerar la evaporación del vehículo, del solvente e incluso del mismo principio activo (HARTZLER, 2001).

En otros trabajos se obtuvieron resultados en plantas grandes de *Parietaria debilis* que fueron satisfactoriamente controladas por Glifosato a dosis normales (960-1200g i.a./ha) en combinación con dosis relativamente bajas de flumioxazin (48g i.a./ha) (GAUVRIT y GABANNE, 1993). Otras especies tolerantes a Glifosato como *Commelina benghalensis* L. e *Ipomoea grandifolia* (Dammer) también fueron intensamente afectadas por mezclas de Glifosato a dosis normales de uso con un herbicida de acción de contacto como el carfentrazone-etil (FOLONI, *et al.*, 2002).

Se realizaron trabajos en Tingo María, en donde USQUIANO (2006) encontró 50% de rebrote a los 90 días de aplicar Glifosato (2 L/ha) más atrazina (2 L/ha).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el “Fundo Centeno”, de propiedad de la Sra. Haide Tiburcio de Centeno, con DNI 22972574, ubicado en el centro poblado Naranjillo, comprensión del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco.

Coordenadas geográficas:

UTM : 8978557

Altitud : 651 m.s.n.m

3.2 Historial de campo

El área de estudio presentó una zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh – PT) con vegetación heterogénea, principalmente de bosques secundarios (INRENA, 1995).

Temperatura media promedio : 24,43 °C

Precipitación promedio anual : 3461,69 mm

Humedad relativa promedio : 81,29%.

La plantación donde se llevó a cabo el experimento tiene 25 años de edad en la que se visualizo solamente naranja dulce (*Citrus sinensis* Osbeck), no presenta síntomas graves de algún tipo de enfermedades.

La relación entre el clima y el suelo es que en conjunto van a determinar las características edafoclimáticas de una determinada zona las mismas que a su vez determinarán el desarrollo de ciertas especies de plantas, en el caso de las malas hierbas el tipo de complejo de malezas el mismo que afecta directamente el grado de control de un herbicida.

La humedad relativa afecta el desempeño de un plaguicida ya que a mayor humedad ambiente se reducen los efectos por evaporación provocados por las altas temperaturas (VICTORIA, 1985).

Cuadro 1. Datos climáticos mensuales del 2007.

Meses	Temperatura (°C)			H.R. (%)	Precipitación
	Max.	Min.	Med.	Promedio	mm/mes
Junio	30.30	20.00	25.10	84.00	150.80
Julio	29.60	19.70	24.60	84.00	190.90
Agosto	30.10	19.50	24.80	83.00	108.50
Setiembre	30.70	19.40	25.00	82.00	136.20
Octubre	30.20	20.30	25.20	83.00	304.20

Fuente: Facultad de Recursos Naturales Renovables (2007).

3.3 Características fisicoquímicas del suelo del campo experimental

El respectivo análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) al iniciar la ejecución

del experimento, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 11 de Anexo. El análisis de suelo se toma en cuenta como dato referencial del campo experimental.

Según el análisis se considera un suelo de clase textural franco areno arcilloso, de reacción moderadamente ácida, con un contenido medio de materia orgánica, nitrógeno.

3.4 Análisis de la muestra de agua

La muestra de agua extraída se evaluó en el laboratorio de suelos de la UNAS donde se determinó el pH de dicha muestra, el gasto de Acid Fer en un litro de agua para obtener un pH de 5 y 4 y la concentración de minerales.

Cuadro 2. Análisis de la muestra de agua.

Parámetro	Valor	Gasto de Acid Fer (ml)
pH real del agua	6.100	0.000
Cambio de pH	5.000	0.500
Cambio de pH	4.000	0.900
Ca. PPM	13.000	
Mg. PPM	0.600	
Na. PPM	0.900	
k. PPM	0.034	

3.5 Presencia de malezas en el campo experimental

En la parcela donde se realizó el experimento, la presencia de malezas de hoja angosta fue del 10% y de hoja ancha del 80%, también se identificaron las malezas presentes y el porcentaje de infestación de cada una de ellas, donde se determinó la predominancia de "matapasto" (*Pseudolephantopus spicatus* L.) (Cuadro 3).

3.6 Componentes en estudio

a. Productos

Nombre técnico	Nombre comercial
Glifosato	Glitex 480SL
Surfactante	Surf AC 820
Regulador de pH	Acid-fer

b. Parcela de cultivo de cítricos: La plantación de cítricos tiene 25 años, donde se encontró 10% de malezas de hoja angosta y 80% de malezas de hoja ancha. El total de infestación fue de 90%, siendo la altura de las malezas 20 cm en promedio.

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

Familia	N. científico	N. común	Infestación (%)
Hoja ancha:			
Amarantáceas	<i>Amarantus sp.L.</i>	“Yuyo hembra”	10
Compositae	<i>Erigeron crispum P.</i>	“Venadillo”	5
	<i>Pseudolephantopus spicatus L.</i>	“Matapasto”	30
Cruciferae	<i>Sisymbrium crassifolia C.</i>	“Jaramago”	5
	<i>Sisymbrium runcinatum L.</i>	“Jaramago”	5
Solanaceae	<i>Solanum nigrum L.</i>	“Tomatillo”	5
Urticaceae	<i>Urtica dióica L.</i>	“Ortiga”	10
Verbenacaceae	<i>Verbena officinalis L.</i>	“Verbena”	10
			80
Hoja angosta:			
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus L.</i>	“Ciperus rotondo”	3
Gramineae	<i>Cynodon dactylon R.</i>	“Gramma”	2
	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	“Pata de gallina”	3
	<i>Echinochloa colona L.</i>	“Pata de gallo”	2
			10
Otros			10
Total			100

3.7 Tratamientos en estudio

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos

Clave	Tratamiento	Dosis de aplicación	
		L/ha	ml/parcela experimental
T ₁	Glifosato	2 L	10 ml
T ₂	Glifosato + Surf AC 820	2 L + 0.30 L	10 ml + 1.5 ml
T ₃	Glifosato + Surf AC 820	2 L + 0.50 L	10 ml + 2.5 ml
T ₄	Glifosato	3 L	15 ml
T ₅	Glifosato + Surf AC 820	3 L + 0.30 L	15 ml + 1.5 ml
T ₆	Glifosato + Surf AC 820	3 L + 0.50 L	15 ml + 2.5 ml
T ₇	Glifosato	4 L	20 ml
T ₈	Glifosato + Surf AC 820	4 L + 0.30 L	20 ml + 1.5 ml
T ₉	Glifosato + Surf AC 820	4 L + 0.50 L	20 ml + 2.5 ml
T ₁₀	Glifosato + Acid-Fer	2 L + 0.10 L	10 ml + 0.5 ml*
T ₁₁	Glifosato + Acid-Fer	2 L + 0.18 L	10 ml + 0.9 ml**
T ₁₂	Glifosato + Acid-Fer	3 L + 0.10 L	15 ml + 0.5 ml*
T ₁₃	Glifosato + Acid-Fer	3 L + 0.18 L	15 ml + 0.9 ml**
T ₁₄	Glifosato + Acid-Fer	4 L + 0.10 L	20 ml + 0.5 ml*
T ₁₅	Glifosato + Acid-Fer	4 L + 0.18 L	20 ml + 0.9 ml**
T ₁₆	Testigo absoluto (sin control)		

*= Dosis empleada para alcanzar pH de 5.

**= Dosis empleada para alcanzar pH de 4.

3.8 Cálculo de la dosis de herbicidas y gasto de agua

a. Cálculo de la dosis de herbicida

Si se aplica a una dosis de 2, 3 y 4 L/ha, mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental (50 m²).

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 2000 \text{ cc (2 L/ha) del producto comercial} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 10 cc del producto por cada unidad experimental de 50 m² (10 x 50). Pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 40 cc del producto.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 3000 \text{ cc (3 L/ha) del producto comercial} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 15 cc del producto por cada unidad experimental de 50 m² (10 x 50). Pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 60 cc del producto.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 4000 \text{ cc (4 L/ha) del producto comercial} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 20 cc del producto por cada unidad experimental de 50 m² (10 x 50). Pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 80 cc del producto.

b. Cálculo de gasto de agua

Los rangos de agua van desde 100 a 200 L/ha. Para los intereses de este trabajo de investigación se ha optado un gasto de agua promedio de 200 L/ha.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 200 \text{ L de agua} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

El gasto de agua por cada unidad experimental de 50 m² es de 1 L. pero como son cuatro 4 unidades experimentales, el gasto de agua se cuadruplica a 4 L.

c. Cálculo de gasto de Acid-Fer

El pH real del agua fue de 6.10 y para alcanzar los pH de 5 y 4 se evaluó el gasto de Acid-Fer en un litro de agua.

Para alcanzar un pH 5 y 4 se gastó 0.5 y 0.9 ml de Acid-Fer en 1L de agua.

d. Cálculo de gasto de Surfa AC

Si se aplica a una dosis de 0.3 y 0.5 L/ha, mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental (50 m²).

10000 m² ----- 300 cc (0.3 L/ha) del producto comercial

50 m² ----- X

Por lo tanto, se aplicó 1.5 cc del producto por cada unidad experimental de 50 m² (10 x 50). Pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 6 cc del producto.

10000 m² ----- 500 cc (0.5 L/ha) del producto comercial

50 m² ----- X

Por lo tanto, se aplicó 2.5 cc del producto por cada unidad experimental de 50 m² (10 x 50). Pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 10 cc del producto.

3.9 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones. Se aplicó la prueba de Duncan.

Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	$r-1$	3
Tratamiento	$t-1$	15
Error	$(r-1)(t-1)$	45
Total	Σ	63

3.10 Modelo estadístico

$$y_{ij} : \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} : Es el valor observado en la u.e. del j-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Es el efecto de la media general.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β : Es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la u.e. del j-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, \dots, 16$ tratamientos

$j = 1, \dots, 4$ bloques.

3.11 Características del campo experimental

a. Parcelas

- Número 64
- Largo 10 m
- Ancho 5 m
- Área de parcelas 50 m²

b. Bloques

- Número 4
- Largo 80 m
- Ancho 10 m
- Ancho de calle 1 m
- Área de bloques 3200 m²

c. Dimensiones del campo experimental

- Largo 80 m
- Ancho 43 m
- Área total 3440 m²

3.12 Datos a registrar

- a. Edad y estado de la plantación de cítricos.
- b. Porcentaje de infestación de las malezas antes de la aplicación.
- c. Reconocimiento e identificación del complejo de malezas.
- d. Determinar el efecto de control a los 7, 14, 21 y 28 días.
- e. Determinar el efecto residual a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días.

3.13 Plan de ejecución del experimento

a. Demarcación del campo experimental: La demarcación del campo experimental, se realizó de acuerdo a las características del campo, para lo cual se utilizó, machete, wincha y estacas previamente preparadas.

b. Muestreo del suelo: El análisis del suelo se realizó en el laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Para la muestra del suelo en el campo experimental se obtuvo submuestras del suelo en zigzag, tratando de conseguir una muestra representativa. El muestreo de suelo sirvió como datos referenciales del campo experimental.

c. Muestra de agua: Se extrajo una muestra de agua del pozo de donde se obtuvo el agua para la aplicación de los tratamientos con el fin de determinar el pH del agua, concentración de minerales y el gasto de Acid-Fer para obtener pH 5 y 4.

d. Identificación y determinación del porcentaje de malezas: El porcentaje de malezas se identificó antes de la aplicación de los tratamientos por el método visual del m², método recomendado por VELEZ (1981), número de malezas, tipo de malezas, tamaño de malezas y otras características evaluadas en la parcela experimental. Esta labor se realizó determinando áreas de 1 m² en las cuales se contó la cantidad existente de malezas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, en seguida se tomo datos de altura, con una cinta métrica para determinar el tamaño promedio de las malezas ya que para una aplicación de herbicidas el tamaño de las malezas debe ser entre 20 a 25 cm de altura, en caso de ser mayor se procederá a realizar el corte de estas a la altura determinada, pero para el caso del presente experimento no fue necesario esta labor ya que las malezas presentaron el tamaño requerido para su control.

Para la identificación de las malezas se realizó la colección y la herborización de las especies existentes en el campo experimental. La identificación de las malezas se llevó a cabo con la ayuda del Manual de Malezas tropicales (CARDENAS, 1972), Diccionario de Malezas Hierbas (GUELL, 1970) y el Atlas de Malas Hierbas (VILLARIAS, 1992).

Las malezas identificadas fueron:

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Amarantus</i> sp.L.	“Yuyo hembra”
<i>Solanum nigrum</i> L.	“Tomatillo”

<i>Urtica dióica</i> L.	“Ortiga”
<i>Verbena officinalis</i> L.	“Verbena”
<i>Sisymbrium runcinatum</i> L.	“Jaramago”
<i>Sisymbrium crassifólia</i> C.	“Jaramago”
<i>Erigeron crispum</i> P.	“Venadillo”
<i>Cyperus rotundus</i> L.	“Ciperus rotondo”
<i>Cynodon dactylon</i> R.	“Gramma”
<i>Echinochloa colona</i> L.	“Pata de gallo”
<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	“Pata de gallina”
<i>Pseudolephantopus spicatus</i> L.	“Mata pasto”

Se determinó que el porcentaje de infestación de malezas es de 90% del cual el 80% son malezas de hoja ancha y el 10% son malezas de hoja angosta (gramíneas).

e. Equipos utilizados: Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila JACTO cuya capacidad es de 20 L, con boquilla tipo TEE – JET 8002 (sistémico).

f. Calibraciones del equipo: Se realizó en el área correspondiente al campo experimental, con la ayuda de tarjetas sensibles se determinó la aspersión óptima de la mezcla (se determinó a que presión y ritmo se obtiene un buen asperjado con el tamaño ideal de gotas según las tarjetas sensibles se hayan mojado mejor con la mezcla), el gasto de agua por hectárea fue de 200

l/ha por lo que para 50 m² la bomba mochila marca JACTO se lleno con 1 L de agua; para así de esta manera iniciar la aplicación del herbicida a la dosis determinada a un ritmo, presión y altura constante.

3.14 Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los herbicidas las malezas deben tener 25 cm de altura, si fuese necesario se tendrá que uniformizar el tamaño de las malezas para lo cual se realizará un corte y se esperará que alcance una altura de 20 a 25 cm. antes de su aplicación tamaño recomendable en el control químico de malezas. Se consideró la altura de la boquilla, presión, velocidad de aplicación y la hora adecuada (horas de la mañana) para la aplicación de los herbicidas.

Según el periodo critico del cultivo los momentos de control de malezas deben ser en los meses de marzo, mayo, setiembre y noviembre, pero en el presente experimento se aplicaran los tratamientos en el mes de junio ya que solo se pretende evaluar el efecto potencial, poder residual y el análisis económico de los tratamientos y mas no el rendimiento o producción del cultivo.

3.15 Determinar el efecto fitotóxico de control

Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, para ello se utilizó el método visual y la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas, escala que se utilizó por primera vez en Chiclayo (VELEZ, 1981).

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).

3.16 Determinación del poder residual

Como se sabe el Glifosato es un herbicida sistémico, lo que indica que se trasloca a toda la planta y por ende produce la muerte general de la misma, pero no es así para el caso de malezas como "matapasto" (*Pseudolephantopus spicatus* L.) y "ciperus rotondo" (*Cyperus rotundus* L.) que son resistentes al glifosato y rebrotan después del control, es por eso que también se optó por evaluar poder residual.

Las evaluaciones se realizaron a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de control de las malezas, determinando el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas o los rebrotes (el grado de rebrote es inverso al poder residual, por lo que cuando el grado de rebrote sea 100% el poder residual será 0%) de las malezas afectadas. Para fines de este trabajo, el

testigo absoluto (sin control) se consideró cero por ciento 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 malezas que alcanzaran los demás tratamientos y el momento en el que el poder residual será cero.

3.17 Determinación del análisis económico

Se consideró 2 jornales/ha para la aplicación de los herbicidas.

Asimismo, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se consideró los tratamientos que demostraron control en el rango como mínimo de bueno, para relacionarlo con el efecto residual. Finalmente el costo de tratamiento se determinó dividiendo el costo total (costo total de los productos más los jornales de aplicación) entre el número de días en que duró su efecto residual. El valor resultante es el costo de tratamiento por día de control de malezas para una hectárea (HELGOTTS, 1980).

IV. RESULTADOS

4.1 Del efecto de control

En el Cuadro 6, se observa que a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los herbicidas, no existe diferencia estadística para el efecto de bloques, pero si existe diferencias estadísticas altamente significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación 5.618, 4.554, 3.311 y 3.694% para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, son aceptables para las condiciones en la que se realizó el presente experimento.

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

A los 7 días después de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml), T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml), T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), T₇ (Glifosato 4 L), T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml) y T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml) demostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio.

A los 14 días los tratamientos T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml), T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml), T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml) y

T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), demostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos.

A los 21 y 28 días después de la aplicación de los herbicidas, el tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml) demostró mejor efecto de control que los demás tratamientos en estudio, sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml), T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml) y T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml).

En la Figura 1 se presentan los grados de control de malezas, obtenidos del promedio de los datos originales.

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.

Cuadrados medios					
Días después de la aplicación de los tratamientos					
Fuente de variación	G.L.	7 días	14 días	21 días	28 días
Bloques	3.000	25.521 n.s.	3.516 n.s.	15.625 n.s.	6.641 n.s.
Tratamiento	15.000	850.729 a.s.	1658.516 a.s.	2114.583 a.s.	2089.141 a.s.
Error Exp.	45.000	7.743	10.46	7.292	9.696
Total	63.000				
C.V. (%)		5.618	4.554	3.311	3.694

n.s. = No existe significación estadística

a.s. = Altamente significativo

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos.

Días después de la aplicación de los tratamientos															
7 días				14 días				21 días				28 días			
T ₁₅	61.25	a		T ₁₅	86.25	a		T ₁₅	97.50	a		T ₁₅	95.00	a	
T ₉	60.00	a		T ₁₄	85.00	a		T ₁₄	95.00	a		T ₁₄	93.75	a	
T ₁₄	58.75	a		T ₉	82.50	ab		T ₉	92.50	ab		T ₁₃	93.75	ab	
T ₈	58.75	ab		T ₈	82.50	abc		T ₁₃	92.50	abc		T ₁₂	93.75	ab	
T ₇	58.75	ab		T ₇	81.25	abc		T ₁₂	92.50	abc		T ₉	92.50	ab	
T ₁₃	56.25	ab		T ₁₃	80.00	bc		T ₈	91.25	bc		T ₈	92.50	abc	
T ₁₂	56.25	bc		T ₁₂	78.75	cd		T ₇	91.25	bc		T ₇	91.25	abc	
T ₁₁	53.75	c		T ₆	75.00	de		T ₆	88.75	c		T ₆	91.25	abc	
T ₁₀	51.25	c		T ₅	75.00	def		T ₁₁	88.75	ce		T ₅	90.00	abc	
T ₆	51.25	cd		T ₁₁	73.75	ef		T ₅	85.00	e		T ₄	90.00	abcd	
T ₅	47.50	d		T ₄	73.75	ef		T ₁₀	83.75	e		T ₁₁	88.75	bcd	
T ₄	47.50	de		T ₁₀	72.50	f		T ₄	83.75	e		T ₁₀	87.50	cde	
T ₃	46.25	de		T ₃	66.25	g		T ₃	76.25	f		T ₃	85.00	de	
T ₂	43.75	ef		T ₂	62.50	h		T ₂	73.75	g		T ₂	83.75	ef	
T ₁	41.25	f		T ₁	61.25	h		T ₁	72.50	g		T ₁	80.00	f	
T ₁₆	0.00	g		T ₁₆	0.00	i		T ₁₆	0.00	h		T ₁₆	0.00	g	

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

T₁ (Glifosato 2 L)

T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)

T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)

T₄ (Glifosato 3 L)

T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml)

T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)

T₇ (Glifosato 4 L)

T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)

T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)

T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)

T₁₆ Testigo absoluto (sin control)

T ₁ (Glifosato 2 L)	T ₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml)	T ₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)
T ₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)	T ₈ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)
T ₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)	T ₇ (Glifosato 4 L)	T ₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)	T ₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)
T ₄ (Glifosato 3 L)	T ₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)	T ₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₆ Testigo absoluto (sin control)

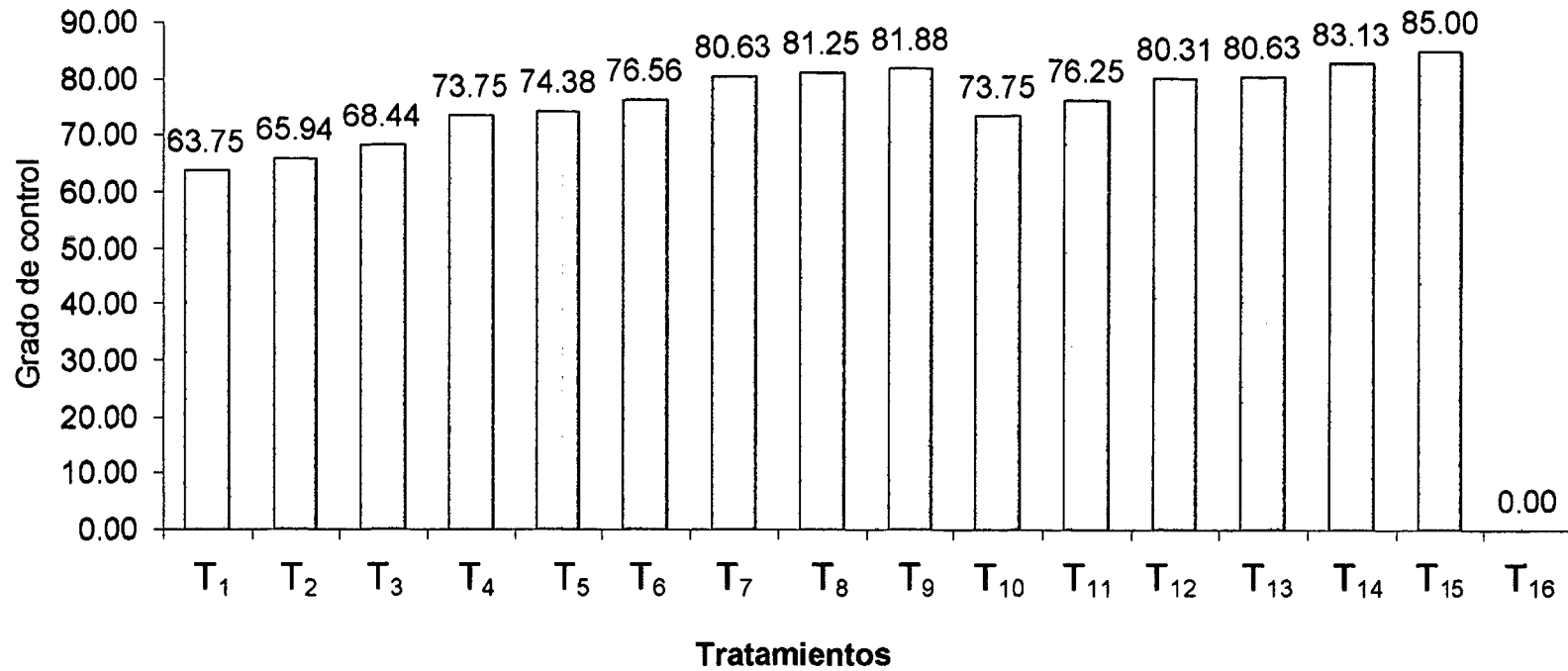


Figura 1. Grado de control de malezas (promedio de los datos originales presentados en el Cuadro 7).

4.2 Del poder residual de los tratamientos

En los Cuadros 8a y 8b, se observa que no existe diferencia estadística alguna para el efecto de bloques, pero si existe diferencia altamente significativa para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación 3.619, 3.888, 4.186, 5.776, 7.261, 10.099, 15.950, 39.962 y 41.989% son aceptables para las condiciones en las que se realizó el presente experimento.

En los Cuadros 9a y 9b, se presenta la comparación de medias correspondientes al poder residual de 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 80 días después de la aplicación, el tratamiento T₁ (Glifosato 2 L) perdió su poder residual no sucediendo así con los tratamientos T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml), T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml), T₄ (Glifosato 3 L), T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml), T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml), T₇ (Glifosato 4 L) y T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml) que perdieron su efecto residual a los 84 días de su aplicación. Los tratamientos T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml), T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml) y T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml) perdieron su poder residual a los 86 días de aplicados los tratamientos. Finalmente, los tratamientos T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml) y T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml) perdieron su poder residual a los 91 días después de la aplicación.

Cuadro 8a. Resumen del análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadrados medios						
Días después de la aplicación de los tratamientos						
Fuente de variación	G.L.	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
Bloques	3.000	18.099 n.s.	18.099 n.s.	17.708 n.s.	17.016 n.s.	16.682 ns
Tratamiento	15.000	2009.557 a.s.	1850.807 a.s.	1556.250 a.s.	1338.099 a.s.	1012.891 as
Error Exp.	45.000	8.932	9.21	8.819	13.182	14.349
Total	63.000					
C.V. (%)		3.619	3.888	4.186	5.776	7.261

n.s. = No existe significación estadística.

a.s. = Altamente significativo.

Cuadro 8b. Resumen del análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadrados medios					
Días después de la aplicación de los tratamientos					
Fuente de variación	G.L.	70 días	77 días	84 días	91 días
Bloques	3.000	7.292 n.s.	10.417 n.s.	1.016 n.s.	0.021 n.s.
Tratamiento	15.000	541.667 a.s.	221.250 a.s.	31.741 a.s.	3.563 a.s.
Error Exp.	45.000	13.403	9.861	0.516	0.021
Total	63.000				
C.V. (%)		10.099	15.95	39.962	41.989

n.s. = No existe significación estadística.

a.s. = Altamente significativo.

Cuadro 9a. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.

Días después de la aplicación de los tratamientos				
35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
T ₁₅ 93.75 a	T ₁₅ 92.50 a	T ₁₅ 85.00 a	T ₁₅ 80.00 a	T ₁₅ 71.25 a
T ₁₄ 92.50 a	T ₁₄ 90.00 a	T ₁₄ 83.75 a	T ₁₄ 78.75 a	T ₁₄ 68.75 a
T ₁₂ 91.25 ab	T ₁₃ 88.75 ab	T ₁₃ 80.00 a	T ₁₃ 72.50 b	T ₁₃ 61.25 b
T ₈ 91.25 ab	T ₁₂ 87.50 ab	T ₁₂ 80.00 ab	T ₈ 72.50 c	T ₁₂ 60.00 c
T ₁₃ 90.00 ab	T ₈ 86.25 bc	T ₉ 80.00 ab	T ₉ 72.00 c	T ₉ 58.75 cd
T ₉ 90.00 ab	T ₉ 86.25 bcd	T ₈ 77.50 b	T ₁₂ 71.25 c	T ₈ 57.50 cd
T ₇ 90.00 ab	T ₇ 85.00 bcd	T ₇ 77.50 bc	T ₇ 71.25 c	T ₇ 57.50 cde
T ₆ 88.75 ab	T ₆ 82.50 cd	T ₆ 76.25 bc	T ₆ 65.00 d	T ₆ 55.00 de
T ₅ 88.75 abc	T ₁₁ 82.50 cd	T ₅ 75.00 bc	T ₅ 63.75 e	T ₅ 55.00 def
T ₄ 87.50 bc	T ₅ 81.25 d	T ₁₁ 73.75 c	T ₁₁ 63.75 e	T ₁₁ 52.25 ef
T ₁₁ 87.50 bc	T ₄ 81.25 de	T ₄ 72.50 cd	T ₄ 62.50 e	T ₄ 51.25 fg
T ₁₀ 87.50 bc	T ₁₀ 81.25 de	T ₁₀ 72.50 cd	T ₁₀ 61.25 ef	T ₁₀ 51.25 fgh
T ₃ 83.75 c	T ₃ 76.25 e	T ₃ 67.50 d	T ₃ 57.50 fg	T ₃ 47.50 gh
T ₂ 81.25 d	T ₂ 73.75 f	T ₁ 68.75 de	T ₂ 57.50 fg	T ₂ 46.25 h
T ₁ 77.50 e	T ₁ 73.75 f	T ₂ 65.00 e	T ₁ 56.25 g	T ₁ 41.25 i
T ₁₆ 0.00 f	T ₁₆ 0.00 g	T ₁₆ 0.00 f	T ₁₆ 0.00 h	T ₁₆ 0.00 j

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

T ₁ (Glifosato 2 L)	T ₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml)	T ₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)
T ₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)	T ₈ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)
T ₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)	T ₇ (Glifosato 4 L)	T ₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)	T ₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)
T ₄ (Glifosato 3 L)	T ₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)	T ₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₆ Testigo absoluto (sin control)

Cuadro 9b. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días después de la aplicación de los tratamientos.

Días después de la aplicación de los tratamientos															
70 días				77 días				84 días				91 días			
T ₁₅	50.00	a		T ₁₅	31.25	a		T ₁₅	10.00	a		T ₁₅	3.00	a	
T ₈	45.00	a		T ₁₄	27.50	a		T ₁₄	5.00	a		T ₁₄	2.50	a	
T ₉	45.00	a b		T ₉	25.00	b		T ₁₃	5.00	b		T ₁₃	0.00	a	
T ₁₄	43.75	b		T ₈	23.75	b c		T ₉	2.75	b c		T ₉	0.00	a	
T ₇	43.75	b c		T ₇	23.75	b c		T ₁₂	2.75	b c		T ₁₁	0.00	a	
T ₁₃	41.25	b c		T ₁₃	23.75	b c		T ₈	2.00	b c		T ₁₂	0.00	a	
T ₁₂	40.00	b c		T ₁₂	23.75	b c		T ₁₁	1.25	c		T ₈	0.00	a	
T ₆	40.00	b c		T ₆	20.00	c		T ₇	0.00	c		T ₇	0.00	a	
T ₅	38.75	c		T ₅	20.00	c d		T ₆	0.00	c		T ₆	0.00	a	
T ₄	38.75	c d		T ₄	20.00	c d		T ₅	0.00	c		T ₅	0.00	a	
T ₁₁	33.75	d		T ₁₁	17.50	d		T ₄	0.00	c		T ₄	0.00	a	
T ₃	32.50	e		T ₁₀	17.50	d		T ₁₀	0.00	c		T ₁₀	0.00	a	
T ₁₀	31.25	e		T ₃	16.25	d		T ₃	0.00	c		T ₃	0.00	a	
T ₂	31.25	e		T ₂	16.25	d		T ₂	0.00	c		T ₂	0.00	a	
T ₁	25.00	f		T ₁	8.75	e		T ₁	0.00	c		T ₁	0.00	a	
T ₁₆	0.00	g		T ₁₆	0.00	f		T ₁₆	0.00	c		T ₁₆	0.00	a	

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

T₁ (Glifosato 2 L)

T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)

T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)

T₄ (Glifosato 3 L)

T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml)

T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)

T₇ (Glifosato 4 L)

T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)

T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)

T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)

T₁₆ Testigo absoluto (sin control)

T ₁ (Glifosato 2 L)	T ₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820.300 ml)	T ₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)
T ₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)	T ₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)	T ₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)
T ₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)	T ₇ (Glifosato 4 L)	T ₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)	T ₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)
T ₄ (Glifosato 3 L)	T ₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)	T ₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)	T ₁₆ Testigo absoluto (sin control)

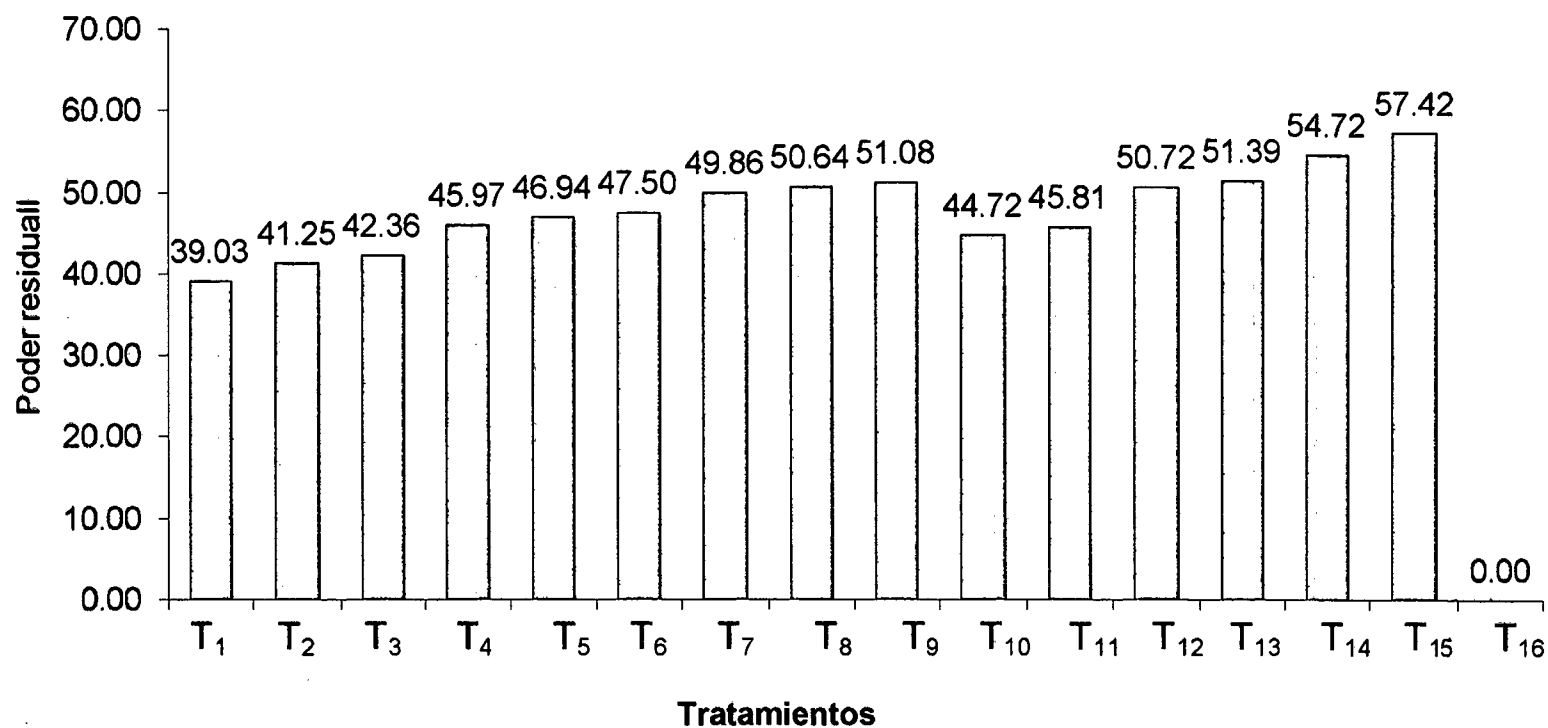


Figura 2. Efecto del poder residual (promedio de los datos originales presentados en los Cuadros 9a y 9b).

En la Figura 2, se presenta el promedio del poder residual, obtenidos de los promedios de los datos originales.

4.3 Del análisis económico de los tratamientos

En el Cuadro 10, se indica en forma detallada los costos de los herbicidas y de jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectárea. Para el caso del poder residual en días se tomara en cuenta el día que el poder residual haya sido nulo.

Se consideró dos jornales para la aplicación de los herbicidas en una hectárea de cultivo, trabajando 8 horas diarias.

Así mismo para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se consideraron los que demostraron mejor efecto de control para relacionarlo con el poder residual.

Se observó que los tratamientos T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml), T₇ (Glifosato 4 L) y T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml) presentaron mayor costo de tratamiento (S/ 1.63, 1.52, 1.48, 1.45 y 1.41 por día de control respectivamente). Los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml), T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml), T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml), T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml), T₄ (Glifosato 3 L) y T₃ (Glifosato 2 L + Surf

AC820 500 ml) presentaron menor costo de tratamiento (S/ 1.39, 1.30, 1.29, 1.23, 1.18 y 1.12 por día de control respectivamente). Los tratamientos T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml), T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml), T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml) y T₁ (Glifosato 2 L) presentaron el menor costo de tratamiento (S/ 1.03, 1.01, 0.98 y 0.95 por día de control respectivamente).

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio del por producto tratamiento (S/)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra (S/)	Costo total (S/)	Potencial de control (%)	Poder residual (día)	Costo de tratamiento por día de control (S/)
T ₁	23(2)	2	15	76.00	80.00	80.00	0.95
T ₂	23(2) + 9(1)	2	15	85.00	83.75	84.00	1.01
T ₃	23(2) + 9(2)	2	15	94.00	85.00	84.00	1.12
T ₄	23(3)	2	15	99.00	90.00	84.00	1.18
T ₅	23(3) + 9(1)	2	15	108.00	90.00	84.00	1.29
T ₆	23(3) + 9(2)	2	15	117.00	91.25	84.00	1.39
T ₇	23(4)	2	15	122.00	91.25	84.00	1.45
T ₈	23(4) + 9(2)	2	15	131.00	92.50	86.00	1.52
T ₉	23(4) + 9(2)	2	15	140.00	92.50	86.00	1.63
T ₁₀	23(2) + 9(0.4)	2	15	82.40	87.50	84.00	0.98
T ₁₁	23(2) + 9(0.8)	2	15	88.80	88.75	86.00	1.03
T ₁₂	23(3) + 9(0.4)	2	15	105.40	93.75	86.00	1.23
T ₁₃	23(3) + 9(0.8)	2	15	111.80	93.75	86.00	1.30
T ₁₄	23(4) + 9(0.4)	2	15	128.40	93.75	91.00	1.41
T ₁₅	23(4) + 9(0.8)	2	15	134.80	95.00	91.00	1.48
T ₁₆	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

T₁ (Glifosato 2 L)

T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml)

T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml)

T₄ (Glifosato 3 L)

T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml)

T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml)

T₇ (Glifosato 4 L)

T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml)

T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml)

T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml)

T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml)

T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m)

T₁₆ Testigo absoluto (sin control)

V. DISCUSIÓN

5.1 Del efecto potencial de control

El herbicida muestra probada eficacia para el control de malezas debido a su acción fitotóxica que ocasiona la muerte de éstas; sin embargo el efecto de control difiere uno de los otros tratamientos, según la dosis, mezcla entre productos empleados o el complejo de maleza.

5.1.1 Del testigo

A los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 7), el tratamiento T₁₆ (testigo absoluto, sin control) presenta un efecto de control cero, esto debido a que no se realizó ningún control de malezas con el único fin de que sirva como fuente de referencia del porcentaje de infestación de malezas en el campo experimental al momento de la ejecución del experimento y el grado de control de éstas por parte de los tratamientos aplicados en las demás parcelas o unidades experimentales, el testigo absoluto representa el máximo porcentaje de malezas que pueden alcanzar los demás tratamientos y apartir del cual se debe realizar un nuevo control de malezas ya que en este punto el poder residual del Glifosato es nulo.

Debe destacarse que durante el periodo del experimento, sobre todo en los meses de agosto y setiembre, los factores climáticos (Cuadro 1) fueron desfavorables para el desarrollo vegetativo de las malezas.

5.1.2 De los tratamientos

Todos los aditivos evaluados manifestaron una acción activadora del herbicida sobre las malezas, ya que permitieron lograr un control significativamente mayor de las malezas más que con el Glifosato solo, el cual, a la dosis evaluada, tuvo un desempeño relativamente pobre sobre estas malezas.

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

El efecto mayor de los tratamientos T₁₅ (Glifosato 4L + Acid-Fer 180 ml), T₁₄ (Glifosato 4L + Acid-Fer 100 ml), T₉ (Glifosato 4L + Surf AC820 500 ml) y T₈ (Glifosato 4L + Surf AC820 300 ml), puede atribuirse al surfactante que al producir una disminución de la tensión superficial del agua capaz de disminuir la energía de los enlaces entre las moléculas de agua, aumentó la superficie de contacto de la gota, y por ende produjo una mayor dispersión de ésta, por lo que el producto fue absorbido con mayor rapidez evitando la volatilización y degradación del mismo por acción de la luz. Además, en el caso de especies con hojas pubescentes el uso de hipotensores permitiría la llegada de la solución aplicada directamente a la epidermis de la hoja, no quedando retenida en los pelos o tricomas (DONALD, 1988; HARTZLER, 2001 y RODRIGUEZ,

2003) y por otra parte el corrector de pH al corregir el pH del agua al óptimo recomendado para el herbicida, evita que el ingrediente activo del mismo se degrade y de este modo no se pierda parte del total del ingrediente activo del herbicida; como es conocido el Glifosato es un principio activo herbicida formulado como sal que en solución se disocia y adquiere la forma química de Zwitterion, con dos cargas netas negativas. En este estado disociado es capaz de combinarse con cationes como el calcio, magnesio, hierro, aluminio, entre otros, formando moléculas que dificultan su absorción a nivel foliar y por lo tanto pierde su eficiencia de control en las malezas. El producto corrector de pH fue agregado al caldo de pulverización antes que el Glifosato para permitir acidificar el medio y fundamentalmente capturar o secuestrar los cationes en solución que de otra forma se combinarían con el Glifosato produciendo hidrólisis alcalina. Esta es una reacción química que ocurre cuando se tiene una solución alcalina donde los grupos oxhidrilo se combinan con los principios activos, los cuales perderán su poder de acción (GAUVRIT y CABANNE, 1993; MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997). Este problema se incrementará y será más veloz cuanto más alto sea el pH y más alta la temperatura como es el caso de la zona de Tingo María.

Cabe mencionar que la cantidad de herbicida que logre penetrar a la planta determinará la efectividad del tratamiento.

A los 21 y 28 días (Cuadro 7), la mayor acción activadora correspondió al corrector de pH en su dosis mas alta con el tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L +

Acid-Fer 180 ml) ya que demostró mayor efecto de control que los demás tratamientos en estudio sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml), T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml) y T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml), este comportamiento permitió corroborar la hipótesis de que la tolerancia al Glifosato está asociada a una limitación en el proceso de absorción del herbicida. El surfactante actuaría mejorando la calidad del asperjado y debilitando la barrera representada por la cutícula; mientras que el corrector de pH mejoraría la calidad del vehículo como es el agua. Con estos resultados se corrobora lo dicho por REDDY y SING (1992) y NALEWAJA y MATYSIAK (1993); quienes demostraron que el incremento de la eficacia del Glifosato es consecuencia del agregado de coadyuvantes y que la adición de coadyuvantes puede ser beneficiosa en especies sospechosas de presentar una baja sensibilidad al Glifosato como consecuencia de una absorción limitada.

En trabajos de DONALD (1988) y HARTZLER (2001), se demostró que el Glifosato al ser aplicado en mezcla con un coadyuvante tiene mejor desempeño que al ser aplicado sólo en malezas poco sensibles a este herbicida, lo mismo se corroboró en el presente experimento (Cuadro 7), donde el Glifosato al ser aplicado en mezcla con un surfactante y un corrector de pH incrementaron su potencial de control y poder residual, pero el mejor resultado se obtuvo con el corrector de pH al evitar la degradación del ingrediente activo del herbicida.

Durante los 28 días de evaluación (Cuadro 7), los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml) y T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml) demostraron bajo efecto de control, debido a que correspondieron a las dosis mas bajas de los productos, que aún mezclados con el surfactante su efecto de control fueron los mas bajos.

En la Figura 1, se observa que el tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml) presentó mayor porcentaje de control en promedio (85.00%) y el tratamiento T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml) obtuvo un porcentaje de control de 81.88% frente al tratamiento T₇ (Glifosato 4 L) que presentó menor efecto de control en promedio (80.63%), debido a que no se mezcló con ninguno de los adyuvantes por lo que su efecto de control fue menor. Sin embargo, se puede observar que el corrector de pH mejoró mucho mas el efecto de control del Glifosato que el surfactante, debido a que el corrector de pH evita que el Glifosato forme compuestos con el calcio y magnesio, entre otros minerales, que pueden estar presentes en el agua y, de esta manera evitar se pierda parte del ingrediente activo del herbicida, por lo que la cantidad del herbicida que absorben las malezas será mucho mayor que cuando se usa un surfactante. Esto explica como el Glifosato en mezcla con el corrector de pH tiene mejor efecto de control en las malezas.

5.2 Poder residual

Los coeficientes de variabilidad van aumentando conforme va disminuyendo el poder residual, esto se debe a que en el transcurso del

experimento los valores de poder residual van disminuyendo y esto hace que la variación de los datos sean más significativos.

A los 80 días de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 7), el tratamiento T₁ (Glifosato 2 L) ha perdido su poder residual, debido a la baja dosis del Glifosato y a la ausencia de algún adyuvante.

A los 84 días de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml), T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml), T₄ (Glifosato 3 L), T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml), T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml), T₇ (Glifosato 4 L) y T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml) perdieron su poder residual; debido a la mezcla de las dosis más bajas del Glifosato con el surfactante y el corrector de pH, así como a la aplicación individual del herbicida.

A los 86 días de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml), T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml) y T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml) perdieron su poder residual; lo que se debe a la mezcla del Glifosato con las dosis más altas del surfactante, el cual al disminuir la tensión superficial del agua ocupa mayor área foliar facilitando la absorción del Glifosato (RODRIGUEZ, 2003). Asimismo, la mezcla del corrector de pH aún siendo en su menor dosis obtuvo el mismo poder residual al evitar

que se pierda parte del ingrediente activo del Glifosato por degradación (MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997), corroborándose que el uso de correctores de pH es más efectivo que el uso de surfactantes, facilitando el mejor desempeño del herbicida en estudio.

A los 91 días de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml) y T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml) perdieron su poder residual; lo cual se atribuye a la mezcla con el corrector de pH, el cual evitó que parte del ingrediente activo del Glifosato se pierda al combinarse con calcio, magnesio y otros minerales presentes en el agua, de esta manera el total del ingrediente activo llegó al follaje de las malezas y fue absorbido por éstas y, tal como se mencionó anteriormente la cantidad de herbicida que sea absorbido por la planta determinará la efectividad del tratamiento, es así que la maleza al absorber la mayor cantidad del herbicida tendrá mayor control o daño de la misma, por lo que su recuperación o rebrote será mucho más lento que el de las malezas que hayan absorbido menor cantidad del herbicida.

5.3 Del análisis económico de los tratamientos en estudio

Según la escala de ALAM (1974), todos los tratamientos obtuvieron el grado de control por encima del rango de bueno, debido a que las dosis de Glifosato empleadas (2, 3 y 4 L/ha) fueron las mas altas.

Analizando los resultados de costos por tratamiento, respecto al efecto de control y efecto residual (Cuadro 10), se puede apreciar que el tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 ml) pese a que realizó el mejor control, llegando a 95.00% a los 28 días, resultó antieconómico ya que su costo fue de S/ 1.48 por día de control, con un poder residual de 91 días; sin embargo el tratamiento T₁ (Glifosato 2L) que obtuvo un control de 80.00% a los 28 días, con un poder residual de 80 días, presentó menor costo de aplicación, siendo S/ 0.95 por día de control. Este hecho permite recomendar al agricultor la aplicación individual del Glifosato, aún cuando en mezcla con los coadyuvantes (surfactante y corrector de pH) incrementan su efecto de control y poder residual, se tiene el problema que el costo de tratamiento por día es mayor en los demás tratamientos, es decir de los tratamientos T₂ al T₁₅.

VI. CONCLUSIONES

1. El efecto de control del Glifosato se incrementó en combinación con el surfactante y el corrector de pH, pero este último potencio más el efecto de control del herbicida, incrementándose entre un 5 a 10% más que cuando se aplica el Glifosato solo.
2. El poder residual del Glifosato se incrementó cuando se combinó con el surfactante y el corrector de pH, y al igual que en el efecto de control el que obtuvo mejor resultado fue el corrector de pH.
3. El tratamiento T₁ (Glifosato 480 SL 2 L), presentó menor costo de tratamiento (S/ 0.95), siendo la primera opción a elegir para el control de malezas en el cultivo de cítricos; como segunda opción se puede preferir el tratamiento T₁₀ (Glifosato 480 SL 2 L + Acid-Fer 100 ml) que tiene un costo de S/ 0.98, y por último el T₂ (Glifosato 480 SL 2 L + Surf AC820 300 ml) que tiene un costo de S/ 1.01, cuya diferencia de costo de aplicación entre estos dos últimos es mínima.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para el control de malezas en el cultivo de cítricos en Tingo María, se recomienda como primera opción, aplicar Glifosato 480 SL en forma individual a la dosis de 2L/ha y, como segunda opción Glifosato 480 SL 2 L/ha + Acid-Fer 100 ml.
2. Realizar experimentos con otros tipos de coadyuvantes para determinar su efecto potenciador en el Glifosato.
3. Repetir el ensayo del corrector de pH con otros herbicidas.
4. Realizar ensayos donde se evalúe la calidad del agua (presencia de arcillas, Ca, Fe, sales, etc.).

VIII. RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en el "Fundo Centeno", de propiedad de la Sra. Haide Tiburcio de Centeno, con DNI 22972574, ubicado en el centro poblado Naranjillo, teniendo una duración de 3 meses (julio, agosto y setiembre del 2006), el porcentaje de infestación fue del 90%, siendo el 10% de malezas de hoja angosta y 80% de hoja ancha.

Los tratamientos conformados por Glifosato, surfactante y corrector de pH en diferentes dosis fueron los siguientes: T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L + Surf AC820 300 ml), T₃ (Glifosato 2 L + Surf AC820 500 ml), T₄ (Glifosato 3 L), T₅ (Glifosato 3 L + Surf AC820 300 ml), T₆ (Glifosato 3 L + Surf AC820 500 ml), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Surf AC820 300 ml), T₉ (Glifosato 4 L + Surf AC820 500 ml), T₁₀ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 100 ml), T₁₁ (Glifosato 2 L + Acid-Fer 180 ml), T₁₂ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 100 ml), T₁₃ (Glifosato 3 L + Acid-Fer 180 ml), T₁₄ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 100 ml), T₁₅ (Glifosato 4 L + Acid-Fer 180 m) y T₁₆ Testigo absoluto (sin control); se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Los parámetros que se evaluaron fueron: Edad y estado de la plantación de cítricos, porcentaje de infestación de las malezas antes de la aplicación, reconocimiento e identificación del complejo de malezas, el efecto de control a los 7, 15, 30 días y el efecto residual a los 45, 60, 75 y 90 días.

El tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L+Acid-Fer 180 ml) controló las malezas en un 97.50%, considerado como excelente, mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L+Surf AC820 300 ml) y T₃ (Glifosato 2 L+Surf

AC820 500 ml) controlaron 80.00%, 83.75% y 85.00% respectivamente, ambos considerados como muy bueno según la escala de ALAM (HELGOTTS, 1972). El tratamiento T₁₅ (Glifosato 4 L+Acid-Fer 180 ml) perdió su poder residual a los 91 días, mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L+Surf AC820 300 ml) y T₃ (Glifosato 2 L+Surf AC820 500 ml) perdieron su poder residual el primero a los 80 días y los dos últimos a los 84 días de aplicados los tratamientos en estudio. El Glifosato en mezcla con el corrector de pH presenta mejores resultados en el control de malezas, comparado con su aplicación individual y en mezcla con el surfactante. El tratamiento T₁ (Glifosato 2 L), presentó menor costo de tratamiento, siendo la primera opción a elegir para el control de malezas en el cultivo de cítricos; como segunda opción se puede preferir el tratamiento T₁₀ (Glifosato 2 L+Acid-Fer 100 ml) o T₂ (Glifosato 2 L+Surf AC820 300 ml), ya que la diferencia de costos de aplicación entre estos dos últimos, es mínima.

IX. BIBLIOGRAFIA

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 de ALAM, Cali, Colombia. Enero. pp. 6-12.
2. BAUTISTA, D.; E. ROJAS y L. AVILAN. 1991. Características fenológicas de las ramas del naranjo 'Valencia' desde la brotación hasta el reposo Fruits. Venezuela. 46(3): 265-269.
3. CARDENAS, J. 1972. Malezas tropicales. AID. Bogotá, Colombia. 341 p.
4. CURRAN, W.S. 1999. Adjuvants for enhancing herbicida performance. Agronomy Facts 37. College of Agricultural Sciences. Pennsylvania State University. 320 p.
5. DONALD, W.W. 1988. Established foxtail barley (*Hordeum jubatum*) control with glyphosate plus ammonium sulfate. Weed Technology 2. Pp. 634-638.
6. ETIENNOT, A.E. 1990. Cuarto curso de actualización para pilotos aeroaplicadores (Pergamino-BA, 01 al 07 de Setiembre de 1990). Instituto Nacional de Aviación Civil (INAC). Buenos Aires. 119 p.
7. ETIENNOT, A.E. 1993. Pulverizaciones terrestres. En: Jornada "Aplicación Terrestre". (12 y 13 de Agosto de 1993) (Ed: Etiennot,AE) Secretaría de Extensión Univ. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fé. 20 p.
8. FOLONI, L.L.; OLIVEIRA, A.F. y PLESE, L.P. M. 2002. Availacao do carfentrazone-ethyl, em pósemergencia, na cultura da soja. II Congreso brasileiro de soja e Mercosoja 2002. Documentos, 324.

9. GAUVRIT, Ch. & CABANNE, F. 1993. Oil for weed control: Uses and mode of action. *Pesticides Science*. 37: 147-153.
10. GUELL, F. 1970. *Malas hierbas: diccionario clasificatorio ilustrado OIKOS – TAW*. Barcelona, España. 217 p.
11. HABECK, D.H. 1977. The potential of using insects for biological control of weeds in citrus. *Proceedings, International Society of Citriculture* 1. Pp. 146-148.
12. HALL, D. y TUCKER, D.P.H. 1987. Prevention is the best strategy for combating goatweed. *Citrus Industry*. 68: 34-38.
13. HARTZLER, B. 2001. Role of spray adjuvants with postemergence herbicides. *Weed Science*, Iowa State University. www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/additives.htm. 19 de setiembre 2007.
14. HELGOTTS, L.S. 1980. *Control de malezas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 46 p.
15. HOLM, F.A. and HENRY, J.L. 2004. *Water quality and herbicides. Agricultura, Food and Rural Revitalization. Canada-Saskatchewan Agriculture Green Plan Agreement*. <http://www.agr.gov.sk.ca/default.asp>. Canadá. 128 p.
16. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 1995. *Mapa Ecológico del Perú*. INRENA. Lima, Perú. 184 p.
17. JORDAN, L.S. 1981. Weeds affect citrus growth, physiology, yield and fruit quality. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2. Pp. 481-483.

18. KLINGMAN, G.C. 1966. Weed control as a science. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. 421 p.
19. KLIGMAN, A. 1986. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. S.A. México. 450 p.
20. KOCH, W.M.E. 1982. Crop loss due to weeds. FAO. Boletín Fitosanitario. Vol. 30 (3/4).
21. LEIVA, P.D. 1995. Manejo de la deriva en la aplicación de agroquímicos. Carp. Produc. Vegetal. INTA, EEA Pergamino, SERIE: Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Setiembre, Ed: Puig, R). 6 p.
22. MARER, P.J. 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, USA. 387 p.
23. MARZZOCA, A. 1976. Manual de malezas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 564 p.
24. MEDRANO, C. 1974. Control de malezas en cítricos. Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). Serie A. N° 38. III Ed. Pp. 49 - 52.
25. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alcance 50: 131- 140.
26. MIGUENS, M.M. 1981. Aplicación de plaguicidas. (Series Ed: Departamento de Estudios. Cuaderno de Actualización Técnica, Número 29) Asoc. Arg. de Consorcios Reg. de Exper. Agrí. (AACREA). Buenos Aires. 43 p.

27. MINDEFENSA, C. 2001. Propiedades fisicoquímicas del Glifosato. (<http://www.mindefensa.gov.co/conflicto.htm>., documento publicado el 27 de setiembre del 2001).
28. MITIDIERI, A. y CONSTANTINO, A. 1997. Efecto de la corrección del pH y agua dura en la eficacia de herbicidas de post-emergencia. Actas XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Tomo III. Pp. 203-209.
29. NALEWAJA, J.D. y MATYSIAK R. 1993. Optimizing adjuvants to overcome glyphosate antagonistic salts. *Weed Technology* 7. Pp. 337-342.
30. PETROFF, R. 2000. Water quality and pesticide performance. Montana State University Extension Service. 24 p.
31. PYTTY, A. y CUÑAZ, B. 1995. Modo de acción de fototoxicidad de los herbicidas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 63 p.
32. REDDY, K.N. y SING, M. 1992. Organosilicone adjuvant effects on glyphosate efficacy and rainfastness. *Weed technology* 6. Pp. 361-365.
33. RODRIGUEZ, N. 2003. Formulaciones y adyuvantes. Estación EEA Anguil del INTA Ing. Agr, Guillermo Covas. 35 p.
34. TRUJILLO, B. 1981. Ecología de las malezas (Conferencia). I *Jornadas Técnicas de Especialistas en Control de Malezas*, Maracay, Venezuela, 5-7 Ago. 1981. Conferencias SOVECOM. Pp. 13-49.

35. TUCKER, D.P.H. y SING, M. 1983. Florida citrus weed management. In: J.L. Knapp (Ed.). Florida Citrus Integrated Pest Management Handbook. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville. Pp XII-I-XII-30.
36. USQUIANO, M.A.N. 2006. Efecto potencial de la atrazina en mezcla con herbicidas en el control de malezas en cítricos en Tingo María. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 72 p.
37. VADEMECUM AGRARIO. 2002 - 2003. El ingeniero agrónomo. Lima, Perú. 150 p.
38. VELEZ, G.J. 1981. Control de malezas en arroz de riego en el Perú. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo, Perú. 504 p.
39. VICTORIA, F.R. 1985. Fatores que influenciam a absorcao foliar dos herbicidas. Controle de Plantas Daninhas- II. Inf.Agropecuaria, Belo Horizonte, Brasil. 234 p.
40. VILLACHICA, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía. TCA. Secretaria Pro Tempore. Lima, Perú. Pp. 215-225.
41. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas hierbas. Mundi - Prensa. Madrid, España. 300 p.
42. WALLA, W.J. 1980. Aerial pesticide application. Texas A&M University, Texas, USA. 26 p.
43. WATSON, A.K. 1992. Biological and other alternative control measures. Proceedings. 1st International Weed Control Congress. Pp 64-73.

X. ANEXO

Cuadro 11. Análisis físico – químico del suelo experimental

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	54	Hidrómetro
Arcilla (%)	15	Hidrómetro
Limo (%)	31	Hidrómetro
Clase textural	Fo.Ar.Ao	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	5.9	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.6	Walkey y Black

Fuente: Laboratorio de Suelos de la UNAS (2007)

Cuadro 12. Pasos para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio del por producto tratamiento (S/)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra (S/)	Costo total (S/)	Potencial de control (%)	Poder residual (dia)	Costo tratamiento por dia de control (S/)
T ₁	Precio de la unidad (L) de cada uno de los productos por el número de unidades para el tratamiento de una hectárea	Número de jornales para la aplicación de una hectárea	Precio del jornal por el número de jornales para la aplicación de una hectárea	Suma del costo de los productos más el número de jornales por el precio del jornal	Máximo grado de control que obtuvo el tratamiento	Número de días que duro el poder residual	Costo total entre el poder residual

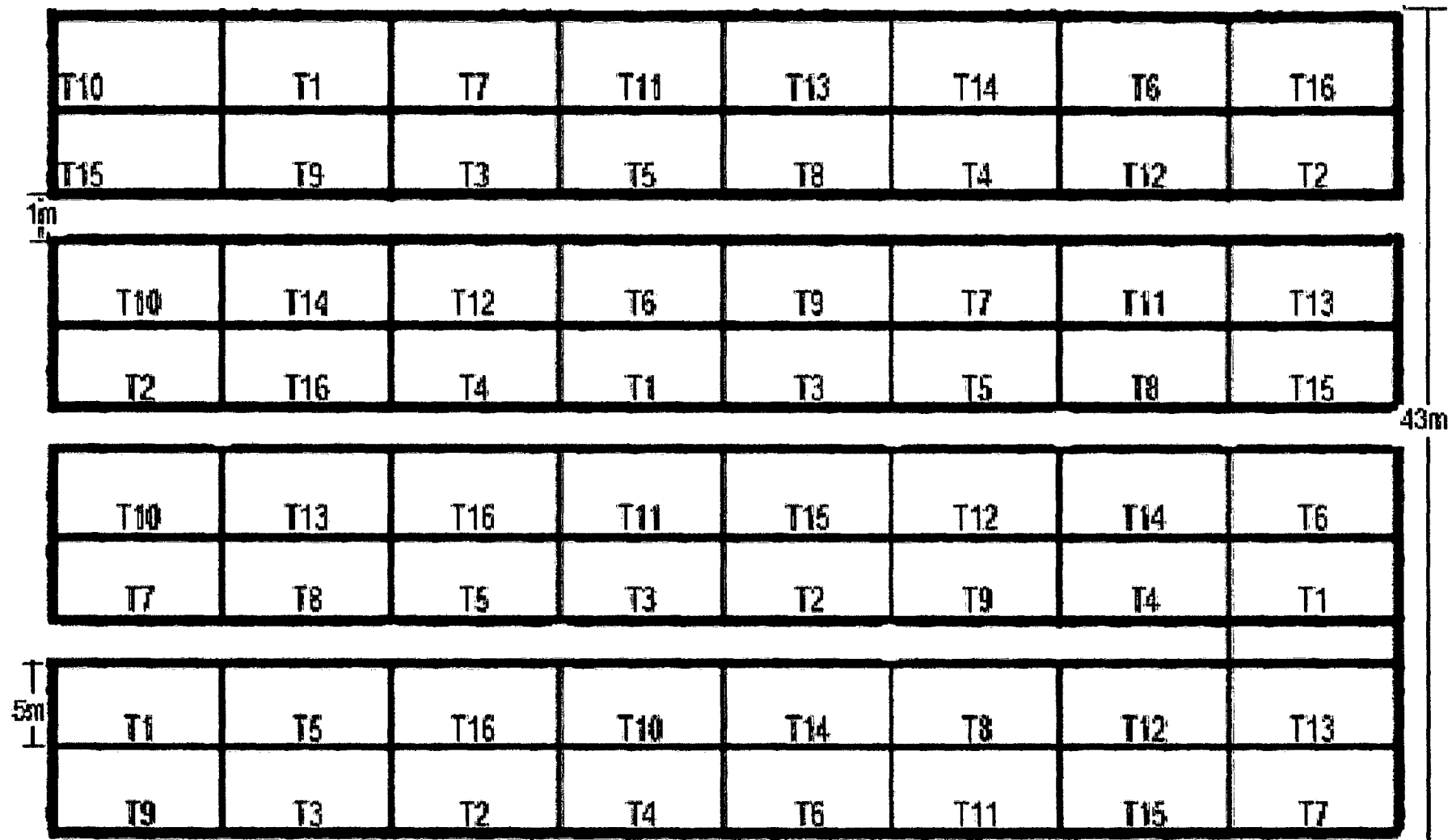


Figura 3. Distribución de los tratamientos estudiados.

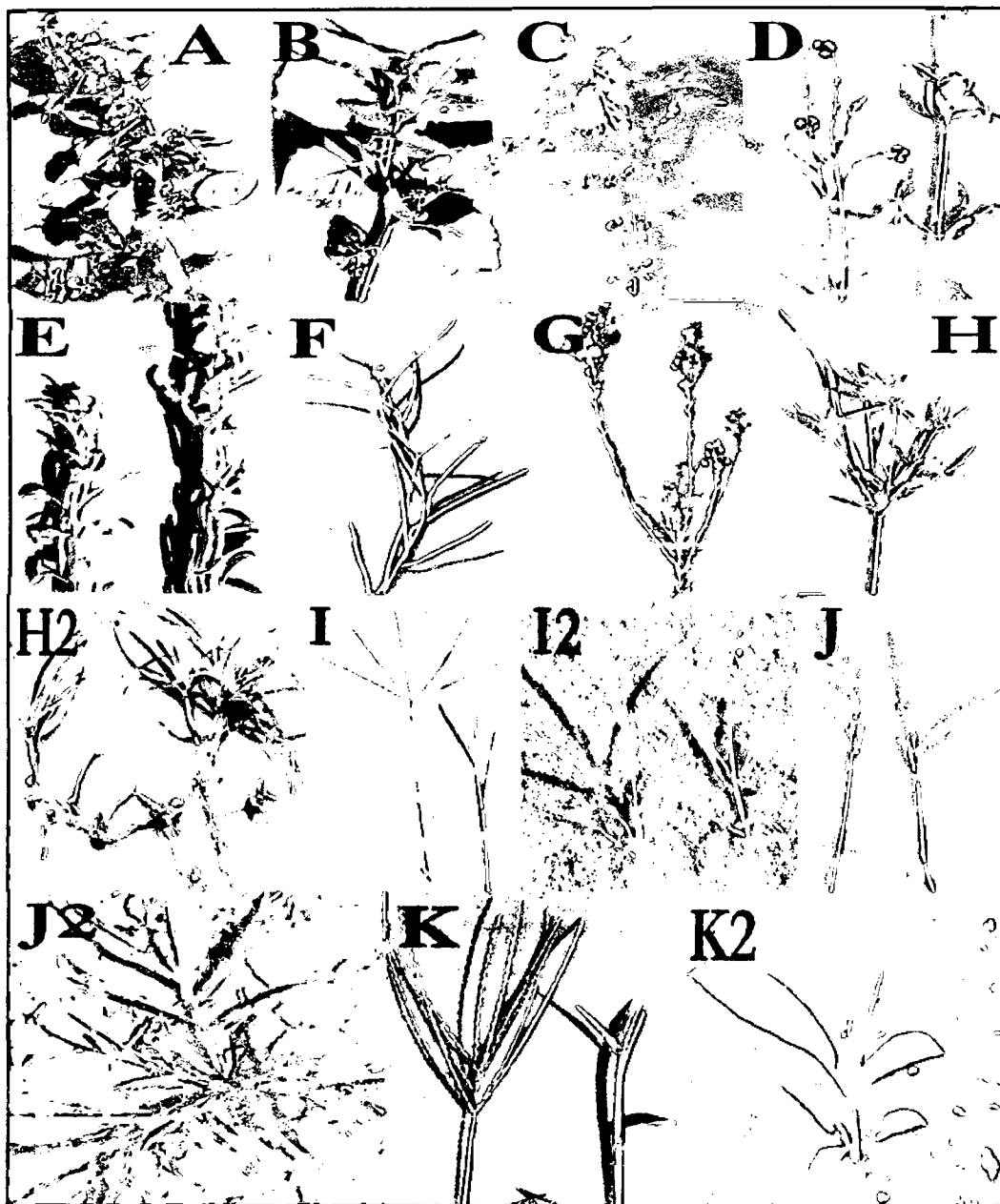


Figura 4. Relación del complejo de malezas. *Amarantus* sp. L. (Yuyo hembra) (A), *Solanum nigrum* L. (Tomatillo) (B), *Urtica dióica* L. (Ortiga) (C), *Verbena officinalis* L. (Verbena) (D), *Sisymbrium runcinatum* L. (Jaramago) (E), *Sisymbrium crassifólia* C. (Jaramago) (F), *Erigeron crispum* P. (Venadillo) (G), *Cyperus rotundus* L. (Ciperus rotondo) (H), *Cynodon dactylon* R. (Gramma) (I), *Echinochloa colona* L. (Pata de gallo) (J), *Digitaria sanguinalis* L. (Pata de gallina) (K).

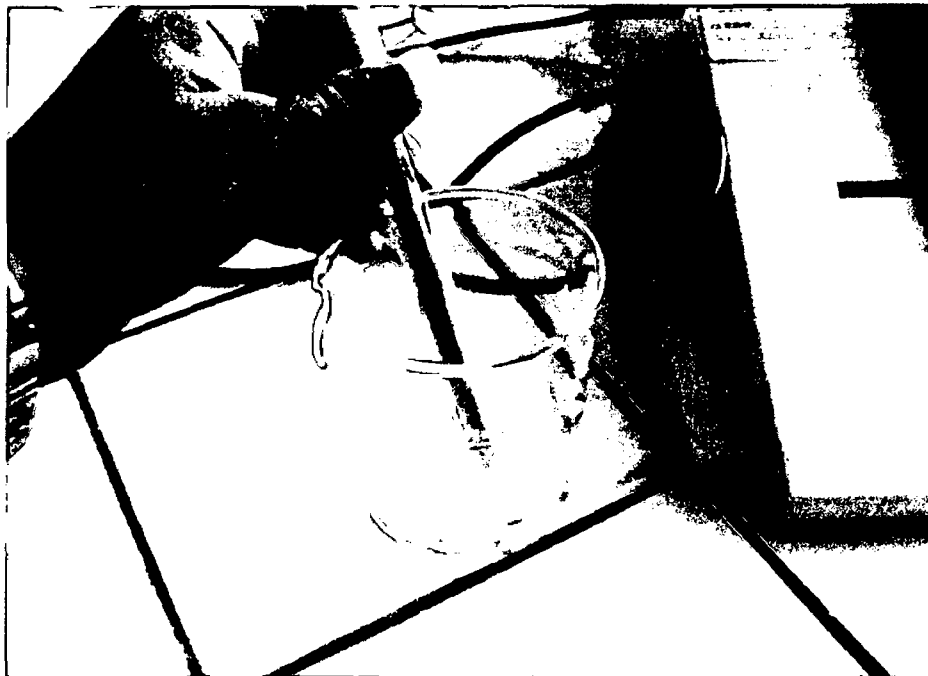


Figura 5. Analisis de la muestra de agua.



Figura 6. Mezcla de los productos para su aplicación a campo.



Figura 7. Aplicación de los tratamientos.



Figura 8. Inspección del campo experimental por el jurado de tesis.