

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“EFECTO DE TRES HERBICIDAS Y DIFERENTES DOSIS EN EL  
CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO  
(*Musa sp.*) EN TINGO MARÍA”**

***TESIS***

Para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**DAVID RODRIGUEZ SALDAÑA**

**PROMOCIÓN 2008**

**Tingo María – Perú**

**2011**

H60

R74

Rodriguez Saldaña, David

Efecto de tres herbicidas y diferentes dosis en el Control de Malezas en el Cultivo de Plátano (Musa sp.) en Tingo María. Tingo María 2011

98 h.; 10 cuadros; 3 figs.; 44 ref.; 30 cm.

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

PLÁTANO ( MUSA SP ) / HERBICIDAS / CONTROL DE MALEZAS / DOSIS  
EN PRUEBA / EFECTO RESIDUAL / FRECUENCIA DE TRATAMIENTOS  
TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.

## 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 padres:

ROEL y ROSALÍA por su apoyo y  
confianza permanente en mi  
formación profesional.

A mis hermanos:

MARITZA, HERMÓGENES, BETTY,  
WILBER, MIGUEL, ROEL, ELENA y  
NIVIA, por su apoyo moral y espiritual  
para poder permanecer firme en mi  
formación profesional.

A mi amor:

SARA LUCY por su apoyo moral y  
espiritual constante en la ejecución  
del presente trabajo de  
investigación.

## **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 JOSE LUIS, Ing. M. Sc. ANTEPARRA PAREDES MIGUEL e Ing. MIRANDA ARMAS CARLOS.
- Al Ing. VIERA HUIMAN MANUEL, asesor de la presente tesis.
- Al Ing. GONZALES HUIMAN FERNANDO, por su apoyo en la presente tesis.
- A mis compañeros de promoción y a todas aquellas personas que de una u otra forma hayan contribuido en la culminación del presente estudio.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCION.....	8
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Cultivo del plátano.....	10
2.2. Malas hierbas o malezas.....	12
2.3. Clasificación de las malezas.....	13
2.4. Propagación de malezas.....	14
2.5. Daños ocasionados por las malezas.....	14
2.6. Problemática de malezas en plátano.....	14
2.7. Malezas agresivas en el cultivo de plátano.....	15
2.8. Control de malezas.....	15
2.9. Herbicidas.....	17
2.10. Reconocimiento de los productos químicos.....	18
2.11. Clasificación de los herbicidas.....	18
2.12. Factores que afectan la efectividad de los herbicidas.....	25
2.13. Efectos del pH del agua sobre los glifosatos.....	32
2.14. Características de los productos utilizados.....	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1. Campo experimental.....	43
3.2. Características fisico-químicas del suelo experimental.....	44

3.3. Análisis de la muestra de agua.....	45
3.4. Presencia de malezas en el campo experimental .....	56
3.5. Componentes en estudio.....	47
3.6. Descripción de los tratamientos.....	47
3.7. Diseño estadístico.....	48
3.8. Disposición experimental.....	49
3.9. Datos a registrar .....	50
3.10. Ejecución del experimento.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1. Del efecto potencial de control.....	56
4.2. Del poder residual.....	61
4.3. Del análisis económico de los tratamientos.....	69
V. CONCLUSIONES.....	72
VI. RECOMENDACIONES.....	73
VII. RESUMEN.....	74
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	76
IX. ANEXO .....	82

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Datos climáticos mensuales del 2008 .....	44
2. Análisis físico químico del suelo experimental.....	45
3. Análisis de la muestra de agua.....	45
4. Porcentaje de malezas identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en la localidad de Naranjillo – Tingo María .....	46
5. Análisis de variancia del experimento en estudio.....	49
6. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María .....	56
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, en la localidad de Naranjillo – Tingo María. ....	58
8. Resumen del análisis de variancia del poder residual de los herbicidas a los 30, 45, 75, y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.....	62
9. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 30, 45, 75, y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.....	63
10. Análisis económico de los tratamientos.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Porcentaje del control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.....	59
2. Porcentaje del poder residual de los tratamientos en estudio a los 30, 45, 70 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.....	64
3. Análisis económico de los tratamientos.....	69



## I. INTRODUCCION

Uno de los factores que limitan los rendimientos en el cultivo de plátano son las malezas, las que disminuyen la producción, ya que estas causan daños de varias maneras; compiten con el cultivo por factores del medio, tales como: luz, nutrientes, espacio vital y agua.

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. El control de malezas no busca la eliminación total de la vegetación, sino trata de lograr el equilibrio entre la maleza y el cultivo.

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 optimo 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.

Se ideó el presente experimento con la finalidad de determinar el efecto del Paraquat (Gramoxone Super), Glifosato (Glitex) y Gramocil (Paraquat + Diurón), en el control de malezas en el cultivo de plátano.

Por lo tanto se plantea en el experimento los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de control de los tratamientos y dosis en prueba.
2. Evaluar el efecto residual y frecuencia de los tratamientos en prueba.
3. Realizar el costo económico de aplicación de los tratamientos en prueba.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 El cultivo de plátano

El plátano tiene su origen probablemente en la región Indomalaya donde han sido cultivado desde hace miles de años. De Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawaii y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del Siglo III a. C., aunque no fue introducido hasta el Siglo X. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI, concretamente a Santo Domingo.

El plátano es una planta herbácea, con pseudotallo aéreo que se origina de un tallo corto, subterráneo. Este pseudotallo sobresale del suelo y finaliza su crecimiento hasta la floración. Al tallo subterráneo se le denomina "cormo, rizoma o bulbo", es carnoso y de él se desarrollan numerosas yemas laterales denominadas "hijos o retoños", que constituyen nuevas plantas que sustituyen a las que ya han producido sus frutos. Los rizomas sirven también para iniciar nuevas plantaciones.

El cormo en el plátano es erecto, se define como un tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior. Posee entrenudos muy cortos, por lo que el rizoma o cormo crece poco en altura, sin embargo es grueso y carnoso debido a la cantidad de parénquima que posee; los nudos están bastante agrupados y en cada uno de ellos hay una hoja cuya base foliar se extiende lateralmente hasta circundar el cormo.

Durante el desarrollo de la mata de plátano se observan varios tipos de hojas: rudimentarias, estrechas ensiformes y anchas o verdaderas; una hoja verdadera se compone de vaina, peciolo, lámina, vena central y apéndice. Las hojas están distribuidas en forma helicoidal (filotaxia espiral) y las bases foliares circundan el tallo (cormo), traslapándose y dando origen al pseudotallo, que es cilíndrico, recto y rígido, llegando a tener una altura de 6 a 8 m, dependiendo del clon. El pseudotallo da apoyo a la planta y tiene la capacidad de almacenar reservas amiláceas e hídricas, además, permite a la planta alcanzar mayor altura y elevar el nivel de las hojas que captan la luz solar. La lamina foliar está surcada por venas estriadas que se extienden de la vena central al margen. Estudios efectuados han concluido que mantener 8 hojas en la planta es suficiente para obtener un desarrollo normal del racimo hasta la cosecha. El número normal de hojas al momento de la floración debe ser de 12 a 13 hojas funcionales. El potasio y magnesio son los elementos que tienen mayor efecto en la duración funcional de la hoja (SOTO, 1985).

### **2.1.1. Periodo crítico**

El período crítico, durante el cual las malezas suprimen el crecimiento de los bananos y plátanos, se entiende que es durante los inicios del establecimiento del cultivo. Seeyave y Phillips (1970), citados por la FAO (1996), afirman que es necesario realizar el buen manejo de las malezas durante los primeros 4 a 6 meses después de la plantación. En Nigeria se demostró que el período crítico de competencia en el plátano comprende la etapa entre el brote de la flor y el engrosamiento de los frutos (Ndubizu (1981), citado por AKBUNDU (1987). Por lo tanto, sería prudente asegurarse de que los bananos

y plátanos reciban un buen manejo de las malezas por cualquier vía durante los seis meses después de la plantación y que se eliminen las malezas próximas a esta musácea, es decir todas las están dentro de un círculo alrededor de la base del tallo.

Se ha estudiado el fenómeno de competencia entre las malezas y los cultivos. Así, en la etapa de establecimiento, por ejemplo en plátano, el cultivo debe permanecer libre de malezas por un mínimo de seis meses después de la siembra, con el fin de evitar reducciones significativas en el rendimiento. En cuanto a la frecuencia del control de las malezas en el plátano, los intervalos mayores de seis semanas reducen significativamente el porcentaje de establecimiento, crecimiento vegetativo, tiempo de cosecha y peso del racimo. Respecto al banano, éste debe permanecer libre de malezas los primeros cuatro meses de su ciclo para evitar bajas significativas en la producción (SOTO, 1985).

### **2.1.3 Producción nacional de plátano**

Estadísticas del Ministerio de Agricultura (2010), señalan que la producción nacional de plátano en el año 2009 fue de 157'237,000 toneladas.

## **2.2 Malas hierbas o malezas**

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

## 2.3 Clasificación de las malezas

Se pueden clasificar en gran diversidad de formas, las cuales dependen del interés particular de la personas en un momento dado.

### 2.3.1 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).

### 2.3.2 Clasificación por hábito de crecimiento

Según (VILLARIAS, 1992) se clasifican en:

a. **Erectas.**- Plantas con tallos ortotrópicos o de crecimiento erecto. Ejemplo: el mastranto (*Hyptis suaveolens* L. Poit.).

b. **Rastreras.**- 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.).

### **2.3.3 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).

### **2.4 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 combatirlas, se crea un ambiente adecuado al esparcirse los rizomas y estolones (VILLARIAS, 1992).

### **2.5 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 el rendimiento, de no combatirlas 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).

### **2.6. Problemática de malezas en plátano**

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes, además muchas son hospederas de enfermedades e insectos plagas. El manejo de las malezas se debe realizar mediante la integración de métodos culturales, mecánicos y químicos. Su efectividad dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realicen.

En los platanares el control de las malas hierbas resulta un grave problema, dado que el sistema radical de la platanera es superficial, es importante reducir la competencia con las malas hierbas por el agua, la luz y los nutrientes, ya que estas llegan a reducir hasta el 60% de la producción. La magnitud de este problema es tal, que el 33% de los costos directos de operación en el cultivo del plátano corresponden al control de las malezas (SOTO, 1985).

## 2.7 Malezas agresivas en el cultivo de plátano

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>
<i>Commelina diffusa</i>	“Siempreviva”
<i>Echinochloa crusgalli</i>	“Moko de pavo”
<i>Cynodon dactylon</i>	“Grama o bermuda”
<i>Ruellia tuberosa</i>	“Violetilla o rabanito”
<i>Eichhornia crassipes</i>	“Lirio acuático”
<i>Cyperus rotundus</i>	“Coquito”
<i>Solanum sp.</i>	“Hierba mora”

## 2.8. 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:

- Conocer las malezas imperantes y dominantes en la zona.
- Conocer y coleccionar las malezas que se presentan.



- Determinar la época de competencia entre el cultivo y las malezas.
- Establecer los métodos de control.

### **2.8.1 Métodos de control de las malezas**

**a. Prevención.-** La diferenciación en el tiempo de los cultivos sembrados en un mismo predio es un medio fundamental y bien conocido para el control preventivo de las malezas. Los diferentes cultivos requieren distintas prácticas culturales las cuales son un factor de interrupción del ciclo de crecimiento de las malezas y, como tales, previenen la selección de la flora hacia una mayor abundancia de las especies problemáticas (KARLEN, *et al* 1994). En contraste, el cultivo continuado selecciona las malezas favoreciendo aquellas especies que son más similares al cultivo y tolerantes a los distintos métodos usados para el control de malezas (p. ej., herbicidas) por medio de la aplicación reiterada de las mismas prácticas culturales año tras año.

**b. Control mecánico.-** Para combatir malezas 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. Entre estas prácticas se considera al 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 y rotación del cultivo para reducir la infestación de malezas. (MEDRANO, 1996).

**d. Control biológico.-** Es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo. En el cultivo de plátano se practica especialmente en el control de plagas, pero en el control de enfermedades y de malezas éstos se encuentran en estudio, aunque los primeros resultados científicos dan cuenta alentadoras para la formulación de bioherbicidas.

En la agricultura del futuro ya se considera con bastante énfasis a los bioherbicidas, en la caso del coquito (*Cyperus rotundus*), ya se viene controlando con el hongo *Dactylaria higginsii*. Se sigue experimentando con nemátodos, bacterias y similares que puedan controlar a las malezas más importantes del cultivo del plátano.

**a. 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).

## 2.9. 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 de las plantas (PETROFF, 2000).

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 maleza realmente se inicia en la década de 1940, a pesar de existir referencias anteriores sobre la traslocación 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).

## **2.10 Reconocimiento de los productos químicos**

- Nombre químico.- Se refiere al nombre de la molécula del ingrediente activo (i.a). Ejemplo: N-fosfometil glicina.
- Nombre técnico.- Se deriva generalmente del nombre químico, es usado en la literatura científica. Ejemplo: Glifosato.
- Nombre comercial.- Es usado en la literatura popular y su nombre difiere según el laboratorio o casa comercial. Ejemplo: Round Up.

## **2.11 Clasificación de los herbicidas**

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

### **2.11.1 Según su forma de aplicación**

#### **a. Herbicidas de aplicación al follaje**

- **Herbicidas de contacto.-** Actúan sobre las partes aéreas de las plantas al ser asperjadas sobre el follaje, penetran rápidamente sobre los tejidos vegetales y causan la destrucción de los mismos. La aplicación del producto debe efectuarse cuando las malezas estén pequeñas, de lo contrario habrá que cortarlas y luego aplicar los productos a los rebrotes.

**b. Herbicidas sistémicos o de traslocación.-** Se aplican 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. Producen desorganización en el normal desarrollo de la planta y gradualmente la muerte tanto del follaje como de la parte radicular. Afecta la respiración, fotosíntesis, oxidación beta, la división mitótica, etc.

**c. Herbicidas de acción radicular.-** 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.

### **2.11.2 Herbicidas según su época de aplicación**

**a. Herbicidas pre-emergentes.-** Se aplican sobre el suelo una sola vez, requieren humedad (riego o lluvia), tienen 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), selectivos y tienen efecto residual.

**b. Herbicidas post-emergentes.-** Se aplican sobre el follaje una sola vez, son sistémicos o de contacto, selectivos o no selectivos, muy solubles en agua, la dosis dependen del tamaño de las malezas y no tienen efecto residual cuando caen al suelo.

### **2.11.3 Herbicidas según su modo de acción**

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

**- Inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa (ACCCase).-** Afectan la síntesis de lípidos al inhibir la enzima carboxilasa de la acetil coenzima A, localizada en el protoplasto. Los tejidos jóvenes en expansión y los meristemos resultan los más sensibles. Se afecta esencialmente el sistema interno de membranas, de manera que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del lisosoma, actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos. Ejemplos: Ariloxifenoxi propionicos: clodianofop-propargil, chalofof-butyl, diclofof-metil, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-P-etoxietil, propaquizafop y 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 del fotosistema I ó II. Ejemplo: Bipiridilos: diquat, paraquat.

**- Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinógeno (PPO).-** Herbicidas que dañan las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la

protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando disrupción de la membrana celular. La inhibición de esa enzima provoca un aumento de la protoporfirina que pasa a su forma singulete que es realmente la que causa la muerte a las plantas. Ejemplos: N-fenil-ftalimidias: flumioxazin, flumiclorac-pentil; tiadiazoles: flutiacet-metil, tidiazimin y 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 y 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 otros muchos procesos fisiológicos tales como la síntesis de RNA y proteínas, síntesis de lípidos y fotosíntesis. Ejemplos: Dinitrofenoles: DNOC, dinoseb, dinoterb.

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

- **Inhibidores de la polimerización de la tubulina del ensamblaje de microtúbulos.**- 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), se 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. Ejemplos: Dinitroanilinas: benefina=benfluralina, etalfluralina, oryzalina, pendimetalina; fosforoamidas: amidofos-metil, butamifos; piridazinas: ditiopir, tiazopir; ácido 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 y, fosforoditionato: bensulide

- **Inhibidores de la división celular.**- Son inhibidores generales del crecimiento al afectar el metabolismo de los lípidos, síntesis de proteínas y 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).**- 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: Acidos fenoxicarboxilicos: 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 proteínas, la formación de vitaminas, ligninas, alcaloides y fenoles, los que 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, imazamethabensmetil, imazamox, imazapir.

- **Inhibidores de la sintetasa de la glutamina.-**

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. Ejemplos: 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 tifol, de carotenoides o de la histidina. El síntoma característico es el albinismo del follaje después de la aplicación. Se transportan por el apoplasto como por el simplasto. 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; úrea: fluometuron.

## **2.12 Factores que afectan la efectividad de los herbicidas**

### **2.12.1 Factores ambientales**

Según VICTORIA, (1985) los factores ambientales son:

**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 acelera la degradación de la clorofila que produce el Glifosato.

**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.

**c. Humedad relativa.-** Cuanto más elevada es el nivel de humedad relativa 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.

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

**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 y 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.

**f. Viento.-** Sólo es recomendable aplicar glifosato cuando la velocidad del viento no supere los 12 km/h. 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.

### **2.12.2. Factores de la aplicación**

Según PETROFF (2000), los factores de la aplicación son:

**a. Cobertura de gotas.-** La cobertura óptima de una aplicación está entre 20 y 30 gotas/cm<sup>2</sup> de superficie foliar. Ese nivel de cobertura es independiente del volumen total que se hubiese elegido para aplicar el herbicida.

**b. Volumen total.-** 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 ( $\text{cm}^2$ ), 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, lo que dificultaría la entrada y la traslocación 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/ $\text{cm}^2$  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 (Ejemplo: paraquat). Es absolutamente compatible con herbicidas sistemicos residuales formulados como concentrados solubles, concentrados emulsionables o granulos dispersables. Tambien 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 (Ejemplo: atrazina, metribuzín, etc.) formulados como suspensión concentrada de gránulos dispersables.

**e. Calidad del agua.-** La calidad del agua puede afectar la performance de algunos herbicidas. Los aspectos que interesan son los siguientes: pH, dureza y arcilla en suspensión (agua sucia)

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 de 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 (GAUVRIT y CABANNE, 1993).

### **2.12.3 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.-** Según ETIENNOT, (1993). 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.

Las gotas grandes tienen la ventaja de descender rápidamente y estar menos expuestas a las derivas por viento y 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.

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 aspersion que no alcanza el blanco objeto del tratamiento. Algunos autores como ETIENNOT (1990) la dividen en exo y endoderiva.

Las características de la aspersion 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  $\mu$ m demora 42" en reducirse a la mitad, mientras que una de 100  $\mu$ m tarda sólo 14" en evaporarse completamente (WALLA, 1980). En términos prácticos, las condiciones de deriva se incrementan para tamaños de gotas menores a 150  $\mu$ 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  $\mu$ m que no superen el 5% del volumen total (ETIENNOT, 1990; WALLA, 1980).

### **2.13 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).

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.

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: 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. 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 (MITIDIERI y CONSTANTINO, 1997).

## **2.14 Características de los productos utilizados**

### **2.14.1 Paraquat (GUADALUPE, 1993)**

Nombre común	: Paraquat
Nombre químico	: Sal de 1,1' – dimethyl – 4,4' dipiridilos)
Nombre comercial	: Gramoxone Super, herbitox, etc.

**a. Modo de acción.-** Es un herbicida desecante, pertenece al grupo de los bipyridilos que actúa por contacto sobre las partes aéreas de las malezas tanto gramíneas como de hojas anchas. Actúa rápidamente, en 2 a 4 días penetra rápidamente en los tejidos de las plantas. Esta cualidad asegura la acción del producto aun en periodos lluviosos, ya que no es lavado si las lluvias ocurren 30 minutos después haberse efectuado la aplicación. Con cielo nublado, la eliminación es más lenta, pero su acción es más eficaz. Solo destruye la materia verde con la cual entra en contacto, no afecta la corteza madura o parte leñosa. Se inactiva al entrar en contacto con el suelo, permitiendo sembrar un cultivo inmediatamente después de la aplicación.

El Paraquat al aplicarse es un catión divalente pero al aceptar electrones de la fotosíntesis, se convierte en radical catiónico monovalente, radical superóxido que inicia la secuencia de eventos que causa la muerte de la célula. Posteriormente el superóxido se convierte en radical libre de hidroxilo (OH<sup>·</sup>) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) los que dañan a la planta (PYTTY y CUÑAZ, 1995).

**b. Propiedades físico-químicos básicos.-** El glifosato tiene las siguientes propiedades (SOLUCIONES SYNGENTA, 2007):

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

Masa molecular relativa: 257,2 g

Densidad: 1,25 g/cm<sup>3</sup> a 20°C

Densidad relativa del gas: 8,88

Peso molecular: 257

Punto de ebullición: Descomposición

Punto de fusión: Por encima de 300°C.

Presión de vapor: Muy baja (<10<sup>-3</sup> Pa a 20°C; asimismo 10<sup>-5</sup> Pa a 20°C mencionados).

Temperatura de ignición: Puede ser comercializada como mezclas inflamables)

Solvólisis: En agua: 700 g/L a 20°C; se disuelve en alcohol; insoluble en solventes orgánicos.

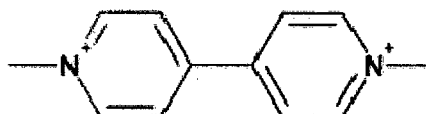
**b. Factores de conversión:** 1 ppm = 10,7 mg/m<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ppm = 10,7 mg/m<sup>3</sup>

- c. **Estabilidad de pH:**                      Ácido: estable  
  Neutro: estable  
  Alcalino: hidrolizado

d. **Fotoestabilidad:** Se descompone por la radiación UV en solución acuosa.

- e. **Fórmula estructural:**



El principio activo del Paraquat es un sólido cristalino blanco no volátil, que se funde y se descompone a 300°C; muy soluble en agua, es prácticamente indisoluble en la mayoría de los solventes orgánicos. El Paraquat se formula como sal de dicloruro.

f. **Formulación.-** Es concentrado soluble (SL), contiene 276 g de sal dicloruro de paraquat (equivalente a 200 g de ion paraquat) por litro de producto formulado (VADEMÉCUM AGRARIO, 2010).

Gramoxone Super cumple con las especificaciones de la FAO para productos base de Paraquat: es de color azul verdoso, contiene emético (vomitivo) y tiene un olor punzante y repugnante para evitar ingestiones accidentales. Debe aplicarse únicamente con una pulverizadora manual de espalda (mochila a palanca), utilizando agua limpia no barrosa.

El Gramoxone Super debe aplicarse en pos-emergencia de las malezas. Se inactiva rápidamente debido a las reacciones del catión paraquat con los minerales presentes del suelo. No es volátil (DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES AGROQUIMICAS, 2010)

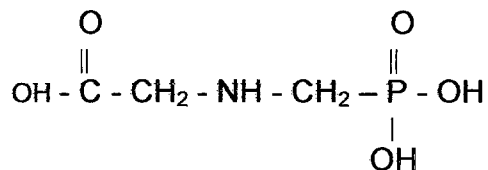
### 2.14.2 Glifosato

Se aplica al follaje, es sistémico, no selectivo, post-emergente, controla malezas de hoja ancha y angosta, anuales y perennes. 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 triptófano (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 (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003).

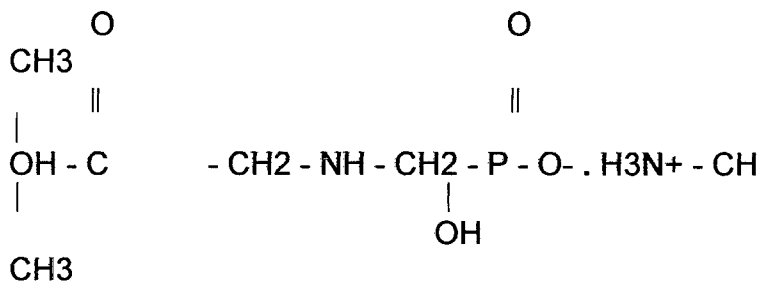
- a. Nombre técnico : Glifosato
- b. Nombre comercial : Glitex 480 SL
- c. Nombre químico : N-(fosfonometil) glicina
- d. Formula estructural :  $\text{HO}_3\text{PCH}_2\text{N}+\text{H}_2\text{CH}_2\text{COOH}$



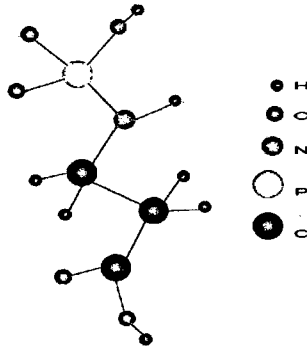
Compuesto puro (ingrediente activo)



Sal de Glifosato-Isopropilamonio



e. Estructura molecular del glifosato



a. Características físico químicas

Peso molecular: 169,1 g/mol 228,2 g/mol

Estado físico: Sólido blanco, líquido viscoso de color ámbar a amarillo.

Olor: Inodoro Prácticamente inodoro, ligero olor a amina

Densidad: 0,5 g/ml 1,160 - 1,180 g/ml.

Punto de fusión: 184,5 - 230°C. No Aplicable (Estado líquido).

Presión de vapor:  $1,84 \times 10^{-7}$  mm de Hg a 45°C  $3 \times 10^{-7}$  mm Hg a 25°C

Punto de ebullición: Se descompone.

pH: en solución al 1% 2,5 4,7

Solubilidad en agua: 12 000 ppm a 25°C 900 000 ppm a 25°C.

Otros solventes: Ninguno, sólo soluble en agua

Estabilidad: 32 días a 25°C y pH = 5,7 ó 9 32 días a 25°C y pH = 7 ó 9

Coefficiente de partición: octanol/agua POW = -2,8 N.D.

Constante de Ley de Henry:  $< 7 \times 10^{-11}$  N.D.

Corrosividad: No corrosivo (LANTHER QUIMICICA S.A, 2010).

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 a 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, post emergente y absorbido a través de las hojas y partes fotosintéticas activas de la planta. Según estudios realizados en *Sorghum halapense*, indica que la mayor parte del herbicida ha sido trasladado 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), 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. Formulación.-** Es un concentrado, de aspecto líquido transparente amarillo a amarillo claro (DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES AGROQUIMICAS, 2010).

**d. 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).

**e. Compatibilidad.-** No es compatible con herbicidas de contacto como paraquat y herbicidas hormonales de rápida acción.

**f. Propiedades toxicológicas**

- DL<sub>50</sub> oral del i.a : 4 320 mg/kg
- DL<sub>50</sub> oral del formulado : 12 342 mg/kg
- Categoría toxicológica : Grupo III
- Color de banda : Verde

**g. Precauciones.-** En el caso de intoxicación provoque el vómito dando a beber agua con sal hasta que el vomito sea claro y fluido.

**h. Dosis.-** Se recomienda una aplicación para malezas anuales de 1 a 3 L/ha y para malezas perennes de 1,5 a 6,0 L/ha.

**i. Fitotoxicidad.-** Al ser de amplio espectro no selectivo, puede causar daños a los cultivos si no se tiene cuidado al aplicar.



### 2.14.3 Gramocil

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

Nombre comercial: Gramocil, Gramocil (SC)

Nombre químico: Sal de 1,1' – dimethyl – 4,4' – dipiridilos.

Contenido ingrediente activo: 216 g/L; 256 g/L.

Formulación: 200 g de Paraquat + 100 g de Diurón

#### a. Propiedades toxicológicas:

Categoría IV: "Altamente Peligroso"

DL<sub>50</sub> oral del i.a.: Paraquat 150 mg/kg y Diurón 3 400 mg/kg

DL<sub>50</sub> de producto comercial: Paraquat 750 mg/kg y Diurón mg/kg (VADEMECUM AGRARIO, 2002-2003)

#### b. Propiedades físicas y químicas

Aspecto: líquido

Color: verde/azul

Olor: característico

Temperatura de: aprox 100°C ebullición solución acuosa

Punto de fusión: No disponible

Punto de ignición: no se inflama

Temperatura de: No disponible autoignición

Propiedades: No aplicable explosivas

Presión de vapor: No disponible

Densidad: 1 088 g/ml a 20°C

Solubilidad: miscible en/con agua

Ph: 5 (solución al 5%), Dicloruro de Paraquat: 620 g/L a 20°C y Diurón 42,000 ppm

Presión de vapor: Dicloruro de Paraquat: 23.7 mm Hg a 25°C y Diurón: no disponible (SYNGENTA AGRO S.A, 2010).

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

**d. Formulación.-** Suspensión concentrada (SC), contiene 200 g de ion Paraquat y 100 g de Diurón por litro de producto formulado.

El Gramocil cumple con la especificaciones de la FAO para productos a base de Paraquat: Es de color azul verdoso, contiene emético

(vomitivo) y tiene un olor punzante y repugnante para evitar ingestiones accidentales (DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES AGROQUIMICAS, 2010).

**e. Dosis**

- Para cilindro de 200 L, aplicar a 1,5 L.
- Para mochila de 15 L, aplicar 75 ml. A 100 ml.

**f. Antecedentes.-** En trabajos realizados con herbicidas se han utilizado con mucha afectividad la mezcla de Diurón + Paraquat, se tuvo un control inicial de las malezas de hoja ancha cercano a 90%, el cual se redujo paulatinamente para terminar en 55 y 70%, con la dosis baja y alta, respectivamente. Sin embargo, esta mezcla mostró controles superiores a los del Paraquat solo, que fue el herbicida con el efecto más deficiente, ya que su máximo control fue solamente de 74%, y éste se redujo a sólo 25% a los 90 DDA. La mayor efectividad en el control de malezas de hoja ancha de la mezcla de Diurón + Paraquat sobre el Paraquat solo (CULPEPPER *et al.*, 2005).

La mayor eficiencia del Glifosato sobre el Paraquat, también ha sido indicada por JORDAN *et al.* (2001) y WIBAWA *et al.* (2007), en malezas de algodón y palma africana. Para el control de malezas en guanábana, en Costa Rica, se recomiendan herbicidas residuales como Ametrina, Diurón, Terbutilazina y Oxifluorfén en mezcla con Paraquat y Glifosato, con lo que se obtienen períodos de control de malezas más amplios que con los herbicidas no residuales o los chapeos (ELIZONDO, 1989; HERNÁNDEZ *et al.*, 1990; MAG, 1991). En Brasil, se utilizan principalmente Glifosato, Paraquat, Diurón, Oxifluorfén y la mezcla de Diurón + Paraquat (SÃO JOSÉ *et al.*, 1999).

## II. MATERIALES Y METODOS

### 3.1. Campo experimental

#### 3.1.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el la propiedad Sr. Teddy Tapiro, ubicada en la localidad de Naranjillo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son:

- 18L : 0390346m Este
- UTM : 8978101m Norte
- Altitud media : 651 m.s.n.m.

#### 3.1.2. Historial de campo

El área de estudio se ubica en una zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT) con vegetación heterogénea, principalmente de bosques secundarios con promedios de temperatura media de 24,43°C, precipitación anual de 3 461,69 mm y humedad relativa de 81,29% (INRENA, 1995).

La plantación donde se llevó a cabo el experimento tiene 15 años de edad en la que se visualizó solamente plátano (*Musa sp.*), no presenta síntomas graves de algún tipo de enfermedades.

**Cuadro 1.** Datos climáticos mensuales del 2008.

Meses	Temperatura (°C)			H.R. (%) promedio	Precipitación mm/mes
	Max.	Min.	Med.		
Junio	29,50	19,70	24,40	86,00	106,00
Julio	29,40	19,30	24,30	84,00	228,20
Agosto	30,40	20,20	25,30	85,00	54,20
Setiembre	30,20	19,70	24,90	84,00	166,30
Octubre	30,30	20,20	25,20	85,00	339,70
Promedio	29,96	19,82	24,82	84,80	178,88

**Fuente:** Facultad de Recursos Naturales Renovables (2008)

### 3.2 Características físico-químicas del suelo experimental

El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) al inicio de la ejecución del experimento, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2. El análisis de suelo se toma en cuenta como dato referencial del campo experimental.

Según el análisis físico-químico del suelo experimental se considera un suelo de clase textural franco arenoso, con un contenido medio de materia orgánica y nitrógeno.

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

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Método empleado</b>
<b>Análisis físico:</b>		
Arena (%)	56.0	Hidrómetro
Arcilla (%)	11.0	Hidrómetro
Limo (%)	32.0	Hidrómetro
Clase textural	Fo. Ar	Triángulo textural
<b>Análisis químico:</b>		
pH (1:1) en agua	5.90	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.60	Walkey y Black

### 3.3 Análisis de la muestra de agua

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

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Gasto de Acid Fer (ml)</b>
pH real del agua	6,10	0,00
Cambio de pH	5,00	0,50
Cambio de pH	4,00	0,90
Ca. ppm	13,00	
Mg. ppm	0,60	
Na. ppm	0,90	
K. ppm	0,03	

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.

### 3.4 Presencia de malezas en el campo experimental

**Cuadro 4.** Porcentaje de malezas identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en la localidad de Naranjillo – Tingo María

Familia	N. científico	N. común	Infestación (%)
<b>Hoja ancha:</b>			
Amarantáceas	<i>Amarantus sp.L.</i>	“Yuyo hembra”	10
Compositae	<i>Erigeron crispum P.</i>	“Venadillo”	5
	<i>Pseudolephantopus spicatus L.</i>	“Matapasto”	25
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”	5
Verbenacaceae	<i>Verbena officinalis L.</i>	“Verbena”	10
			70
<b>Hoja angosta:</b>			
Cyperaceae	<i>Cyperus fenal</i>	“Coquito”	5
	<i>Cyperus rotundus L.</i>	“Ciperus rotondo”	8
Gramineae	<i>Cynodon dactylon R.</i>	“Grama”	5
	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	“Pata de gallina”	2
	<i>Echinochloa colona L.</i>	“Pata de gallo”	5
	<i>Rottbohelia exaltata L.</i>	“Arrocillo”	5
			30
Total			100

En la parcela donde se realizó el experimento tiene 15 años, la presencia de malezas de hoja angosta fue del 30% y de hoja ancha del 70%. 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.), siendo la altura de las malezas 20 cm en promedio.

### 3.5 Componentes en estudio

#### 3.5.1 Productos químicos (3A)

a<sub>1</sub>: Paraquat

a<sub>2</sub>: Glifosato

a<sub>3</sub>: Gramocil

#### 3.5.2 Dosis (3B)

b<sub>1</sub>: 2 L/ha.

b<sub>2</sub>: 3 L/ha.

b<sub>3</sub>: 4 L/ha.

### 3.6 Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Clave	Descripción
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Paraquat aplicado a 2 L/ha - 80 ml/parcela
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Paraquat aplicado a 3 L/ha - 120 ml/parcela
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Paraquat aplicado a 4 L/ha - 160 ml/parcela
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Glifosato aplicado a 2 L/ha - 80 ml/parcela



T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Glifosato aplicado a 3 L/ha - 120 ml/parcela
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Glifosato aplicado a 4 L/ha - 160 ml/parcela
T <sub>7</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Gramocil aplicado a 2 L/ha - 80 ml/parcela
T <sub>8</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Gramocil aplicado a 3 L/ha - 120 ml/parcela
T <sub>9</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Gramocil aplicado a 4 L/ha - 160 ml/parcela
T <sub>10</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	Ninguna aplicación (Testigo absoluto)

### 3.7 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño estadístico de Block Completo al Azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Luego se aplicó la prueba de Duncan, siendo el Modelo Aditivo Lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

i = 1,2, ... a niveles del Factor A (Producto)

j = 1,2, ... b niveles del Factor B (Dosis)

Donde:

$Y_{ij}$  = es la observación realizada en la j-ésima repetición a la cual se le aplicó el i-ésimo nivel del Factor A.

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

$\tau_i$  = es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta$  = es el efecto del j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

**Cuadro 5.** Análisis de variancia del experimento en estudio.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	$r-1$	3
Tratamiento	$t-1$	9
Error	$(r-1)(t-1)$	27
Total	$\Sigma$	39

### **3.8 Disposición experimental**

#### **3.8.1 Bloques**

- Número 4
- Largo 100 m
- Ancho 10 m
- Distancia entre bloques 2 m
- Área de bloques 1000 m<sup>2</sup>

#### **3.8.2 Parcelas**

- Número total de parcelas 40
- Numero de parcelas por bloques 10
- Largo de cada parcela 10 m
- Anchode cada parcela 10 m
- Área total de parcelas 100 m<sup>2</sup>
- Área de parcela neta 64 m<sup>2</sup>

### **3.8.3 Dimensiones del campo experimental**

- Largo	100 m
- Ancho	46 m
- Distancia entre bloques	2 m
- Área total	4600 m <sup>2</sup>

### **3.9 Datos a registrar**

- Edad y estado de la plantación de plátano.
- Porcentaje de infestación de las malezas antes de la aplicación.
- Reconocimiento e identificación del complejo de malezas.
- Determinar el efecto de control a los 7, 14, 21 y 28 días.
- Determinar el estado residual a los 30, 45, 75, y 90 días.

### **3.10 Ejecución del experimento**

#### **3.10.1 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.

#### **3.10.2 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup> 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 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:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>
<i>Amarantus</i> sp. L.	"Yuyo hembra"
<i>Solanum nigrum</i> L.	"Tomatillo"
<i>Urtica dioica</i> L.	"Ortiga"
<i>Verbena officinalis</i> L.	"Verbena"
<i>Sisymbrium runcinatum</i> L.	"Jaramago"
<i>Sisymbrium crassifolia</i> C.	"Jaramago"
<i>Erigeron crispum</i> P.	"Venadillo"
<i>Cyperus fenal</i>	"Coquito"
<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”
<i>Rottbohelia exaltata</i> L.	“Arrocillo”

### **3.10.3 Equipos utilizados**

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila Solo cuya capacidad es de 15 L, con boquilla tipo TEE – JET 8002 (sistémico).

### **3.10.4 Calibraciones del equipo**

Se realizó en el área correspondiente al campo experimental, con la ayuda de tarjetas sensibles se determinó la aspersion 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 m<sup>2</sup> la bomba mochila marca Jacto se llenó 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.

### **3.10.5 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 crítico 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 aplicarán 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.

### **3.10.6 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).

<b>Escala</b>	<b>Denominación</b>
<b>(%)</b>	<b>(Del control de malezas)</b>
00 - 40	Ninguno o pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Eficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente (ALAM, 1974).

### **3.10.7 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 “mata pasto” (*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 para un herbicida sistémico como el glifosato.

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 45, 75 y 90 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.

### **3.10.8 Determinación del análisis económico**

Se considero 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 (HELFGOTTS, 1980).



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Del efecto potencial de control

#### 4.1.1 Del análisis de variancia

En el Cuadro 6, se observa el ANVA sobre la variación del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos.

**Cuadro 6.** Resumen del análisis de variancia ( $\alpha = 0.05$ ) del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

		<b>Cuadrados medios</b>			
<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Días después de la aplicación de los tratamientos</b>			
		<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>21 días</b>	<b>28 días</b>
Bloques	3	5,00 NS	46,66 NS	22,29 NS	20,62 NS
Tratamientos	9	1273,33 AS	2450,24 AS	3067,29 NS	3204,79 AS
Error Exp.	27	12,40	22,14	11,18	8,12
<b>Total</b>	<b>39</b>				
<b>C.V. (%)</b>		<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>

NS = No existe significación estadística

AS = Altamente significativo

En el Cuadro 6, se observa que a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos no existe significación estadística entre los bloques o repeticiones en estudio; pero se ha encontrado significación estadística al 5% y

1% de probabilidad para la fuente de variación de tratamientos en estudio para los 7 días después de la aplicación.

Para los 14 días después de la aplicación de los tratamientos no existen diferencias significativas estadísticas para la fuente de variación de bloques o repeticiones en estudio; sin embargo, se observa diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad para la fuente de variación de tratamientos en estudio para los 14 días después de la aplicación.

En el mismo Cuadro 6, se aprecia que a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques o repeticiones en estudio; así mismo, se ha encontrado significación estadística al 5 y 1% de probabilidad para la fuente de variación de tratamientos en estudio para los 21 días después de la aplicación.

A los 28 días después de la aplicación de los tratamientos se ha encontrado que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques o repeticiones en estudio; sin embargo se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos.

A fin de determinar que tratamiento es el mejor se realizó la Prueba de Duncan.

#### 4.1.2 De los tratamientos

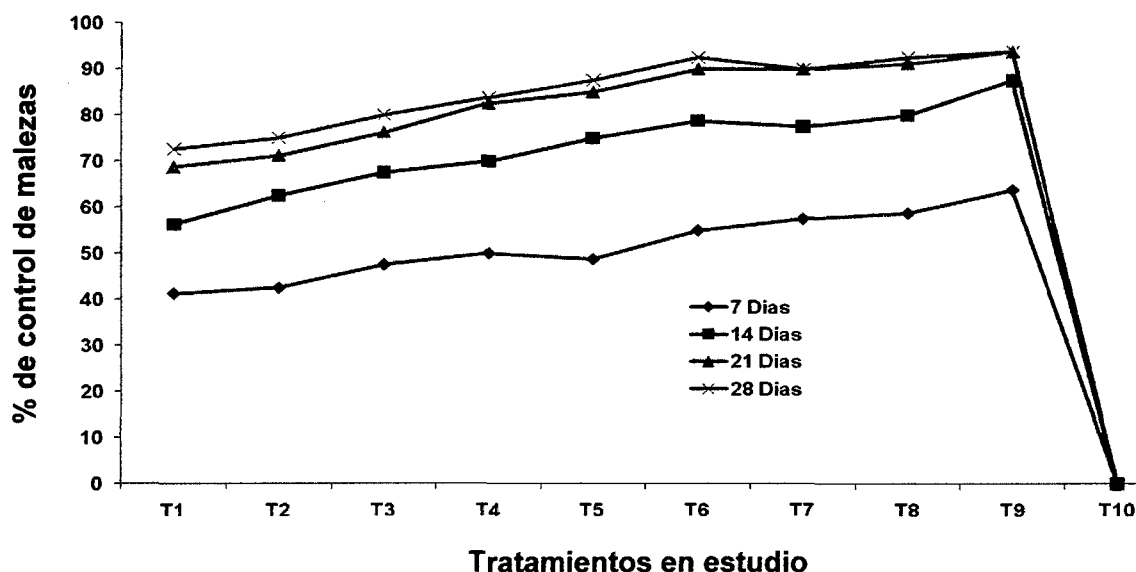
De acuerdo al Cuadro 7 y Figura 1, se observa que para los 7 días después de la aplicación, el tratamiento T<sub>9</sub> ocupa el primer lugar con 63.75% de control, sin diferencias significativas frente los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>4</sub>. Asimismo, el tratamiento T<sub>8</sub> no presenta diferencias estadísticas frente a los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>4</sub>, pero si supera estadísticamente a los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>.

**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, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Días después de la aplicación de los tratamientos			
7 días	14 días	21 días	28 días
T <sub>9</sub> 63,75 a	T <sub>9</sub> 87,50 a	T <sub>9</sub> 93,75 a	T <sub>9</sub> 93,75 a
T <sub>8</sub> 58,75 a	T <sub>8</sub> 80,00 a	T <sub>8</sub> 91,25 a	T <sub>8</sub> 92,50 a
T <sub>7</sub> 57,50 a	T <sub>6</sub> 78,75 ab	T <sub>6</sub> 90,00 a	T <sub>6</sub> 92,50 a
T <sub>6</sub> 55,00 ab	T <sub>7</sub> 77,50 ab	T <sub>7</sub> 90,00 a	T <sub>7</sub> 90,00 a
T <sub>4</sub> 50,00 ab	T <sub>5</sub> 75,00 b	T <sub>5</sub> 85,00 ab	T <sub>5</sub> 87,50 a
T <sub>5</sub> 48,75 b	T <sub>4</sub> 70,00 b	T <sub>4</sub> 82,50 b	T <sub>4</sub> 83,75 ab
T <sub>3</sub> 47,50 b	T <sub>3</sub> 67,50 bc	T <sub>3</sub> 76,25 bc	T <sub>3</sub> 80,00 b
T <sub>2</sub> 42,50 b	T <sub>2</sub> 62,50 c	T <sub>2</sub> 71,25 c	T <sub>2</sub> 75,00 bc
T <sub>1</sub> 41,25 b	T <sub>1</sub> 56,25 c	T <sub>1</sub> 68,75 c	T <sub>1</sub> 72,50 c
T <sub>10</sub> 0,00 c	T <sub>10</sub> 0,00 d	T <sub>10</sub> 0,00 d	T <sub>10</sub> 0,00 d

T<sub>1</sub> = Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>2</sub> = Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>3</sub> = Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>4</sub> = Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>5</sub> = Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela

T<sub>6</sub> = Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>7</sub> = Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>8</sub> = Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>9</sub> = Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>10</sub> = Testigo absoluto (sin aplicación)



- |   |   |
|---|---|
| T <sub>1</sub> = Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela   | T <sub>6</sub> = Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela   |
| T <sub>2</sub> = Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  | T <sub>7</sub> = Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela     |
| T <sub>3</sub> = Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  | T <sub>8</sub> = Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela    |
| T <sub>4</sub> = Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  | T <sub>9</sub> = Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela    |
| T <sub>5</sub> = Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela | T <sub>10</sub> = Testigo absoluto (sin aplicación) |

**Figura 1.** Porcentaje del control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Para los 14 días después de la aplicación nuevamente sobresale el tratamiento T<sub>9</sub> frente a los demás tratamientos; mientras el tratamiento T<sub>8</sub> no supera estadísticamente a los tratamientos T<sub>6</sub>, y T<sub>7</sub>; pero si a los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo.

Para los 21 días después de la aplicación, el tratamiento T<sub>9</sub> no supera estadísticamente a los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, y T<sub>5</sub>; pero si sobresale frente a los otros tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo.

Para los 28 días después de la aplicación, el tratamiento T<sub>9</sub> no difiere estadísticamente de los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>4</sub>; pero resultó superior estadísticamente a los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y al testigo.

De acuerdo a lo indicado, el mejor efecto de control corresponde al Gramocil en sus tres dosis 2,0, 3.0 y 4,0 L/ha (Cuadro 7), debido a la formulación del Gramocil que es una mezcla de Paraquat y Diurón, por lo que lleva ambas características físico-químicas, constituyendo un producto con dos sitios de acción, inhibiendo y bloqueando la fotosíntesis, el mismo que es un proceso indispensable en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta acción es sustentada por PYTTY y CUÑAZ (1995) y SALISBURY (2000), quienes refieren que el Paraquat actúa a nivel del Fotosistema I, y son herbicidas que desacoplan la cadena de transporte de electrones de la reacción de Hill, tienen la capacidad de capturar los electrones impidiendo la oxidación y formando radicales libres "superóxidos", oxidantes muy potentes, que oxidan los lípidos insaturados de las membranas de los cloroplastos, perdiendo estructura y el cloroplasto deja de funcionar; mientras que el Diurón actúa como aceptor de electrones dentro del proceso de la fotosíntesis (fotosistema II), en una fase previa a la acción del Paraquat. De esta forma el Diurón bloquea o retarda la producción de electrones libres, reduciendo la actividad fotosintética (sombreado químico) y retarda la transferencia del Paraquat en radicales libres, lo que permite un mayor movimiento del Paraquat en las hojas, y por lo tanto una mayor eficiencia herbicida (sinergismo) (PYTTY y CUÑAZ, 1995; BAYER, 1998).

#### **4.1.3 Del testigo**

El testigo absoluto, al no habersele aplicado ningún tipo de tratamiento químico, constituyó la base para demostrar la agresividad del daño de las malezas en el cultivo de plátano y probar la eficiencia de los herbicidas en estudio; teniendo en cuenta que en el período crítico del cultivo de plátano, éste

se debe mantener limpio de malezas para evitar la disminución de los rendimientos (FAO, 1996).

En cuanto a la frecuencia del control de las malezas en el plátano, los intervalos mayores de seis semanas reducen significativamente el porcentaje de establecimiento, crecimiento vegetativo, tiempo de cosecha y peso del racimo. Respecto al banano, éste debe permanecer libre de malezas los primeros cuatro meses de su ciclo para evitar bajas significativas en la producción (SOTO, 1985).

Esto es corroborado por CESARE (1974), quien señala que los herbicidas muestran probada eficacia para el control de malezas debido a su acción fitotóxica que ocasionan la muerte de éstas; para el efecto de control manual darán buenos resultados de ser efectuados oportunamente, sin embargo en nuestra zona de selva existe escasez de mano de obra que no permite el uso oportuno del personal cuando se trata de controlar superficies medianas a grandes de cultivo.

#### **4.2 Del poder residual**

De acuerdo a los resultados del Cuadro 8 sobre el resumen del análisis de variancia del poder residual de los herbicidas a los 30, 45, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación bloques o repeticiones, pero si muestra diferencias estadísticamente altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos; por lo que se prosiguió con la Prueba de

Duncan a fin de determinar cuál es el tratamiento que sobresale respecto a los demás en estudio.

**Cuadro 8.** Resumen del análisis de variancia ( $\alpha = 0.05$ ) del poder residual de los herbicidas a los 30, 45, 75, y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

		<b>Cuadrados medios</b>			
		Días después de la aplicación de los tratamientos			
F.V.	G.L.	-----			
		30 días	45 días	75 días	90 días
Bloques	3	2,29 NS	32,29 NS	7,50 NS	2,29 NS
Tratamientos	9	3177,01 AS	2397,29 AS	758,61 AS	56,18 AS
Error Exp.	27	6,45	10,06	10,27	5,06
Total	39				
C.V. (%)		0,10	0,11	0,23	0,73

NS = No existe significación estadística

AS = Altamente significativo

En el Cuadro 9 y Figura 7, se observan los resultados para la Prueba de Duncan con un nivel de significación del 1% correspondiente al poder residual de los tratamientos a los 30, 45, 75 y 90 días después de la aplicación de los herbicidas.

La evaluación del poder residual al cabo a los 30 días después de la aplicación de los herbicidas, nos indica que el tratamiento T<sub>9</sub> se comportó estadísticamente igual a los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>5</sub>, y T<sub>4</sub> y, a su vez fueron superiores a los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo. El tratamiento T<sub>7</sub> fue inferior a los tratamientos T<sub>9</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>6</sub>, pero fue superior estadísticamente a los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo.

**Cuadro 9.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 30, 45, 75, y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

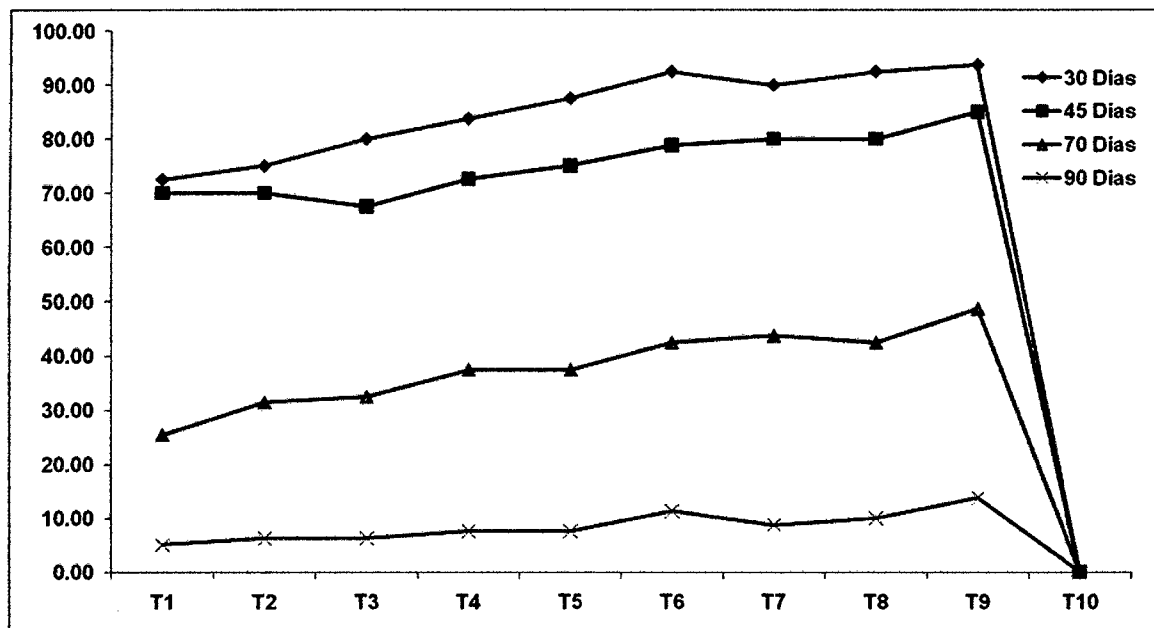
Días después de la aplicación de los tratamientos							
30 días		45 días		75 días		90 días	
T <sub>9</sub>	93,75 a	T <sub>9</sub>	85,00 a	T <sub>9</sub>	48,75 a	T <sub>9</sub>	13,75 a
T <sub>8</sub>	92,50 a	T <sub>7</sub>	80,00 a	T <sub>7</sub>	43,75 a	T <sub>6</sub>	11,25 a
T <sub>6</sub>	92,50 a	T <sub>8</sub>	80,00 a	T <sub>6</sub>	42,50 a	T <sub>8</sub>	10,00 a
T <sub>7</sub>	90,00 a	T <sub>6</sub>	78,75 a	T <sub>8</sub>	42,50 a	T <sub>7</sub>	8,75 a
T <sub>5</sub>	87,50 a	T <sub>5</sub>	75,00 ab	T <sub>4</sub>	37,50 b	T <sub>4</sub>	7,50 a
T <sub>4</sub>	83,75 ab	T <sub>4</sub>	72,50 b	T <sub>5</sub>	37,50 b	T <sub>5</sub>	7,50 a
T <sub>3</sub>	80,00 b	T <sub>1</sub>	70,00 b	T <sub>3</sub>	32,50 b	T <sub>2</sub>	6,25 a
T <sub>2</sub>	75,00 b	T <sub>2</sub>	70,00 b	T <sub>2</sub>	31,50 b	T <sub>3</sub>	6,25 a
T <sub>1</sub>	72,50 b	T <sub>3</sub>	67,50 b	T <sub>1</sub>	25,50 b	T <sub>1</sub>	5,00 ab
T <sub>10</sub>	0,00 c	T <sub>10</sub>	0,00 c	T <sub>10</sub>	0,00 c	T <sub>10</sub>	0,00 b

T<sub>1</sub> = Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>2</sub> = Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>3</sub> = Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>4</sub> = Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>5</sub> = Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela

T<sub>6</sub> = Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>7</sub> = Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>8</sub> = Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>9</sub> = Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>10</sub> = Testigo absoluto (sin aplicación)

Para la evaluación del poder residual llevada a cabo a los 45 días después de la aplicación de los herbicidas, se observa que el tratamiento T<sub>9</sub> es igual estadísticamente a los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>6</sub>, y T<sub>5</sub>. Así mismo se observa que los tratamientos T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub> son estadísticamente iguales e inferiores al tratamiento T<sub>9</sub>, pero superiores al resto de los demás tratamientos, incluyendo el testigo.





**Tratamientos en estudio**

T<sub>1</sub> = Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>2</sub> = Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>3</sub> = Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>4</sub> = Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>5</sub> = Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela

T<sub>6</sub> = Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>7</sub> = Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>8</sub> = Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>9</sub> = Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>10</sub> = Testigo absoluto (sin aplicación)

**Figura 2.** Porcentaje del poder residual de los tratamientos en estudio a los 30, 45, 70 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

En éstos dos periodos, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas (Cuadro 9), todos los tratamientos no superaron el 50% de rebrote, es decir, que el poder residual superó más de la mitad el control de las malezas, siendo mejores los tratamientos T<sub>9</sub> (Gramocil 4 L/ha) con 93,75%; T<sub>8</sub> (Gramocil 3 L/ha) con 95,50%; T<sub>7</sub> (Gramocil 2 L/ha) con 92,50%; T<sub>6</sub> (Glifosato 4 L/ha) con 90,00%; T<sub>5</sub> (Glifosato 3 L/ha) con 87,50% y T<sub>4</sub> (Glifosato 2 L/ha) con 83,75% superando estadísticamente al resto de los tratamientos aplicados con paraquat en sus tres dosis a los 30 días; mientras que a los 45 días los mejores fueron los

mismos a excepción del T<sub>4</sub> (Glifosato 2 L/ha) con 72,50%, que al igual que los tratamientos T<sub>1</sub> (Paraquat 2 L/ha) con 70,00%; T<sub>2</sub> (Paraquat 3 L/ha) con 70,00%; y T<sub>3</sub> (Paraquat 4 L/ha) con 67,50% que fueron superados por los citados líneas arriba.

Este poder residual se le puede atribuir a la composición química de los herbicidas en estudios complementado con las buenas condiciones climáticas, donde la temperatura media fue de 24,94°C y la precipitación pluvial fue de 210,08 mm (considerada como baja) durante el periodo de 5 meses que duró el experimento. Al respecto, SALISBURY (2000) sostiene que los herbicidas actúan mejor cuando existe una baja o mínima precipitación evitando el lavado del producto de las hojas y, una temperatura media entre los 23 a 25°C son ideales para su mejor acción que está directamente relacionado con la actividad fotosintética de las malezas.

Para la evaluación del poder residual al cabo de 75 días después de la aplicación de los herbicidas se observa que el tratamiento T<sub>9</sub> es igual estadísticamente a los demás tratamientos, como son T<sub>7</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo. Así mismo, se observa que los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>8</sub> son estadísticamente iguales pero inferiores al tratamiento T<sub>9</sub>; a su vez resultaron ser superiores a los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> e inclusive al testigo.

Al cabo de 90 días después de la aplicación de los herbicidas, se observa que para el poder residual el tratamiento T<sub>9</sub> fue igual estadísticamente a los demás tratamientos como son T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> y el testigo. Así

mismo, se observa que el tratamiento T<sub>6</sub> fue estadísticamente inferior al tratamiento T<sub>9</sub>, pero resultó ser superior estadísticamente a los demás tratamientos, como son T<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> y al testigo. El tratamiento T<sub>8</sub> fue inferior a los tratamientos T<sub>6</sub> y T<sub>9</sub>, respectivamente, pero a su vez fue superior a los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> incluyendo el testigo.

Entre los 75 y 90 días después de la aplicación de los herbicidas, todos los tratamientos de herbicidas en estudio, superaron el 50% de rebrote, es decir que antes de los 75 días ya perdió su efecto residual; este caso puede atribuirse a la propiedades fisicoquímicas que tienen estos herbicidas para periodos no más prolongados de los dos meses y medio de acción constante, tal como lo indica FARM CHEMICAL HANDBOOK (1995) y PAYSON (2003), que los productos químicos agrícolas tienen a perder su eficacia de acción con el transcurrir del tiempo, dependiendo de la edad de la planta, dosis formuladas y de los factores ambientales, pudiendo acelerar o retardar su acción y su poder residual.

Por otra parte, el mayor efecto de los tratamientos con el herbicida, como el Gramocil durante los 90 días de evaluación (Cuadro 9), se puede atribuir a la traslocación simplástica y a las propiedades físico-químicas del Paraquat (catión divalente), por lo que este ingrediente reacciona de inmediato con los electrones que transporta la ferredoxina para convertirse en radical monovalente y dar lugar al súper óxido y posteriormente a radicales de hidroxilo (OH<sup>-</sup>) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), los cuales ocasionan la ruptura de la membrana celular, como lo indica PYTTY y CUÑAZ (1995); mientras que el Diurón retarda la producción

de electrones libres, permitiéndole mayor movimiento y eficiencia al Paraquat en las hojas (BAYER, 1998). Por su parte PAYSON (2003), señala que, se obtiene mejores resultados cuando se hace por separado las mezclas (Paraquat + Diurón), atribuyéndose a la acción conjunta de ambos herbicidas que atacan en diferentes puntos de acción.

En éste periodo, a los 75 días de evaluación los tratamientos T<sub>9</sub> (Gramocil 4 L/ha) con 48,75%; T<sub>7</sub> (Gramocil 4 L/ha) con 43,73%; T<sub>6</sub> (Glifosato 4 L/ha) con 42,50%; y el T<sub>8</sub> (Gramocil 3 L/ha) con 42,50%; superaron estadísticamente a los demás tratamientos en estudio; mientras que a los 90 días, el poder residual descendió drásticamente a porcentajes desde 13,75 para el T<sub>9</sub> (Gramocil 4 L/ha) hasta 5,00% para el T<sub>1</sub> (Paraquat 2 L/ha), no habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos químicos estudiados. Al respecto, PAYSON (2003) indica que Gramocil posee una acción conjunta, debido a su composición química haciéndolo más eficaz bajo las condiciones ambientales de luz, temperatura y suelo. Además señala que el Diuron se comporta como un sistémico, actuando a nivel de la formación de las proteínas y el Paraquat un inhibidor del fotosistema II de la fotosíntesis, que en forma conjunta realizan un mejor bloqueo del principal metabolismo de las plantas y con mejores resultados cuando existen altas temperaturas y luminosidad, prolongando la efectividad de estos herbicidas.

Por su parte, CERNA (1994) afirma que la reducción en la eficiencia de los herbicidas también se debe a los factores edáficos como la textura y el pH del campo experimental en que se realizó el presente trabajo, puesto que siendo

suelos pesados, se produciría retención de herbicidas por las partículas de arcilla.

Para el efecto menor de los demás tratamientos fueron los del Paraquat en sus tres dosis con 2,0; 3,0 y 4,0 L/ha, atribuyéndose que éste herbicida sólo es de contacto y solamente inhibe la reducción del NADP a NADPH, en el fotosistema II de la fotosíntesis, haciendo que la planta se regenere más rápidamente a medida que encuentre las condiciones ambientales adecuadas como de agua, temperatura y humedad. Además, el Paraquat tiene presión de vapor más alta que los herbicidas sistémicos lo cual hace que se volatilice a mayor temperatura, conforme lo sustenta PAYSON (2003).

Las malezas que rebrotaron primero durante el experimento fueron *Rottboelia exaltata* (L.) "arrocillo", *Cyperus rotundus* "ciperus rotondo" *Cyperus fernal* (L.) "coquito" *Heteranthera remifoemis* "oreja de ratón" y las malezas que rebrotaron último fueron *Desmodium tortuosum* (S) Swart "pega pega" y *Paspalum racemosum* (L.) Lam "gramalote". Las malezas que rebrotaron primero durante el experimento fueron *Rottboelia exaltata* (L.) "arrocillo", *Cyperus rotundus* "ciperus rotondo" *Cyperus fernal* (L.) "coquito" *Heteranthera remifoemis* "oreja de ratón" y las malezas que rebrotaron último fueron *Desmodium tortuosum* (S) Swart "pega pega" y *Paspalum racemosum* (L.) Lam "gramalote". Estas malezas compiten con el cultivo de plátano por agua, luz y nutrientes, por lo que su manejo debe realizar mediante la integración de métodos culturales, mecánicos y químicos, cuya efectividad dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realicen (VILLARIAS, 1992).

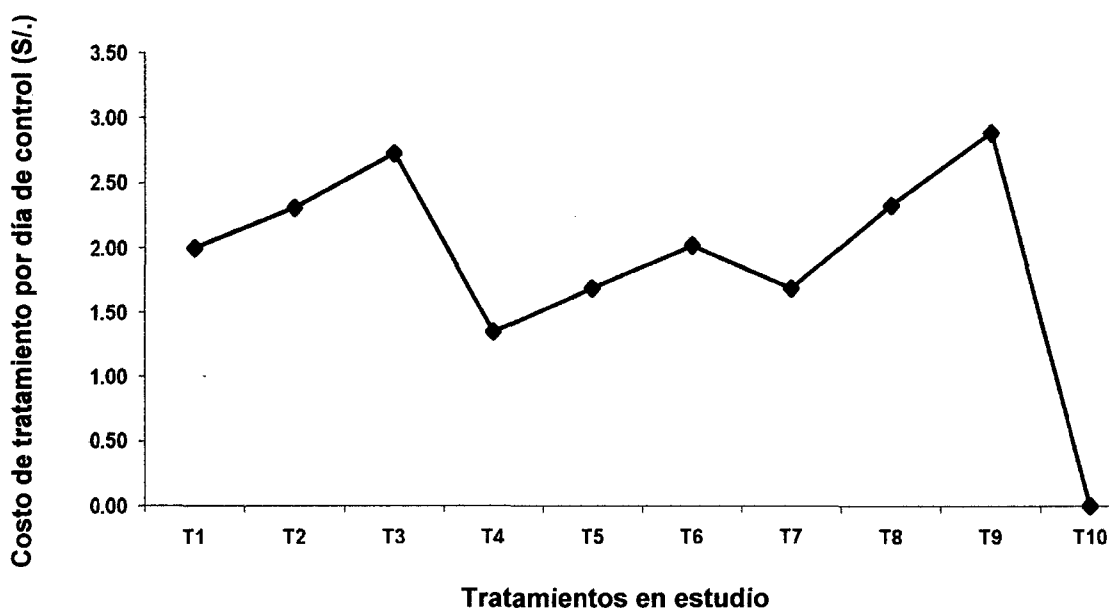
### 4.3 Del análisis económico de los tratamientos

**Cuadro 10.** Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio del producto (S/)	Mano de obra (jornal)	Precio mano de obra (S/)	Costo total (S/)	Potencial de control (%)	Poder residual (día)	Costo de trat/ día de control (S/)
T <sub>1</sub>	35,00 (2)	2,00	15,00	100,00	72,50	50,00	2,00
T <sub>2</sub>	35,00 (3)	2,25	15,00	138,75	75,00	60,00	2,31
T <sub>3</sub>	35,00 (4)	2,50	15,00	177,50	80,00	65,00	2,73
T <sub>4</sub>	27,00 (2)	2,00	15,00	84,00	83,75	62,00	1,35
T <sub>5</sub>	27,00 (3)	2,25	15,00	114,75	87,50	68,00	1,69
T <sub>6</sub>	27,00 (4)	2,50	15,00	145,50	92,50	72,00	2,02
T <sub>7</sub>	44,00 (2)	2,00	15,00	118,00	90,00	70,00	1,69
T <sub>8</sub>	44,00 (3)	2,25	15,00	167,75	92,50	72,00	2,33
T <sub>9</sub>	44,00 (4)	2,50	15,00	213,50	93,75	74,00	2,89
T <sub>10</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

T<sub>1</sub>= Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>2</sub>= Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>3</sub>= Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>4</sub>= Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>5</sub>= Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela

T<sub>1</sub>= Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Testigo absoluto (sin aplicación)



T<sub>1</sub>= Paraquat 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>2</sub>= Paraquat 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>3</sub>= Paraquat 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>4</sub>= Glifosato 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>5</sub>= Glifosato 3L/ha – 120 ml/parcela

T<sub>1</sub>= Glifosato 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 2L/ha – 80 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 3L/ha – 120 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Gramocil 4L/ha – 160 ml/parcela  
 T<sub>1</sub>= Testigo absoluto (sin aplicación)

**Figura 3.** Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Analizando los costos por tratamiento, respecto al efecto de control y efecto residual (Cuadro 10 y Figura 3), se aprecia que el Gramocil 4 L/ha (T<sub>9</sub>) pese a que realizó un buen control, llegando a 93,75% desde los 21 hasta los 30 días, resultó antieconómico ya que su costo fue el más alto de todos los tratamientos con S/. 2,89 por día de control, además de su poder residual de 45 días; sin embargo, el Glifosato 2 L/ha (T<sub>4</sub>) que obtuvo un control de 87,50% a los 28 días, con un poder residual de 45 días, presentó menor costo de aplicación, siendo de S/. 1,35 por día de control, lo que se puede atribuir a que el precio del Glifosato (S/. 27,00) es menor que el del Paraquat (S/. 35,00).

Considerando que ambos reflejan en los extremos, el mayor y menor costo de control por día, resalta el tratamiento a base de Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>) que presenta un costo de S/. 1,69, el que se puede considerar como un punto medio entre ambos, teniendo en cuenta el eficiente control y el buen poder residual que ejerció durante las fechas de evaluación, no difiriendo estadísticamente con los otros tratamientos que numéricamente lo superaron en forma ajustada.

Por otro lado, el costo del tratamiento con Paraquat 4 L/ha (T<sub>3</sub>) (S/ 2,73) resultó ser mayor, después del T<sub>9</sub>, respecto a los tratamientos con herbicidas, debido a su bajo poder residual, aunque mantuvo una aceptable acción con respecto al mismo producto con dosis de 2 y 3 L/ha. Teniendo en cuenta el precio del producto (S/. 44,00) que es relativamente más caro que los otros, no lo consideramos como opción para ser utilizado en el control de malezas en el cultivo de plátano.

Del testigo absoluto T<sub>10</sub> (sin aplicación de herbicidas), la maleza mostró toda su capacidad agresiva, perjudicando al cultivo, compitiendo con espacio, luz, agua y nutrientes, los mismos que se reflejaron en el bajo crecimiento y desarrollo del cultivo durante los cinco meses que duró el experimento.

Estos resultados permiten decidir por el Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>) como primera opción para controlar malezas en plátano, seguido del tratamiento Glifosato 2 L/ha (T<sub>4</sub>), ya que resultan económicos, el primero más eficiente que el segundo, en comparación con los tratamientos anteriores.



## V. CONCLUSIONES

1. Los mejores efectos de control se presentaron en los tratamientos con Gramocil a dosis de 4, 3, y 2 L/ha, realizando un mayor control inicial de malezas hasta los 30 días después de la aplicación de los tratamientos.
2. El tratamiento con Gramocil 4 L/ha mostró mayor poder residual, ya que presentó el 50% de rebrote a los 70 días después de la aplicación, controlando a las malezas en un 85,00% hasta los 45 días considerado como bueno según la escala propuesta.
3. El tratamiento con Gramocil 4 L/ha perdió su poder residual a los 75 días al presentar 52,25% de rebrote; de igual manera los demás tratamientos perdieron a esos días su poder residual pero el rebrote fue mayor en los tratamientos con Paraquat en sus tres dosis estudiadas.
4. El tratamiento con Glifosato 2 L/ha (T<sub>4</sub>) presentó menor costo de aplicación, siendo de S/. 1,35 por día de control mientras que el Gramocil 4 L/ha (T<sub>9</sub>) presentó el costo más alto con S/. 2,89 por día de control.
5. Teniendo en cuenta que ambos reflejan en los extremos, el mayor y menor costo de control por día, se puede considerar como un punto medio entre ambos, al tratamiento Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>) que presentó un costo de S/. 1,69, considerándolo como un punto medio entre ambos, teniendo en cuenta el eficiente control y el buen poder residual que ejerció.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se puede usar el tratamiento Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>) que presenta un costo de S/. 1,69 de control por día, considerándolo como un punto medio entre ambos, teniendo en cuenta el eficiente control y el buen poder residual que ejerció durante el experimento.
2. Repetir el mismo trabajo de investigación utilizando un mayor número de herbicidas con similares características y diferentes dosis de aplicación.
3. Realizar ensayos similares en donde se pueda relacionar la producción versus costo de tratamientos.

## VII. RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de control de los tratamientos y dosis en prueba, su efecto residual y el costo económico, se realizó el presente trabajo en el fundo de propiedad del Sr. Teddy Tapiro, ubicado en Naranjillo, comprensión del distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco. El campo experimental presentó un suelo franco arcilloso, con contenido medio de materia orgánica y un pH ligeramente ácido. Estos datos constituyen uno de los factores que determinan la efectividad de los herbicidas. Los tratamientos estudio fueron Paraquat 2 L/ha (T<sub>1</sub>), Paraquat aplicado a 3 L/ha (T<sub>2</sub>), Paraquat 4 L/ha (T<sub>3</sub>), Glifosato 2 L/ha (T<sub>4</sub>), Glifosato 3 L/ha (T<sub>5</sub>), Glifosato 4 L/ha (T<sub>6</sub>), Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>), Gramocil 3 L/ha (T<sub>8</sub>), Gramocil 4 L/ha (T<sub>9</sub>) y ninguna aplicación-Testigo absoluto (T<sub>10</sub>). El diseño experimental fue el de Block Completo al Azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Luego se aplicó la prueba de Duncan.

Los resultados indican que los mejores efectos de control se presentaron en los tratamientos con Gramocil a dosis de 4, 3 y 2 L/ha, realizando un mayor control inicial de malezas hasta los 30 días después de la aplicación de los tratamientos; de todos los tratamientos, el Gramocil 4 L/ha mostró mayor poder residual, ya que presentó el 50% de rebrote a los 70 días después de la aplicación, controlando a las malezas en un 85,00% hasta los 45 días considerado como bueno según la escala propuesta. Así mismo, el mismo tratamiento (Gramocil 4 L/ha) perdió su poder residual a los 75 días al presentar 52,25% de rebrote; de igual manera los demás tratamientos

perdieron a esos días su poder residual pero, el rebrote fue mayor en los tratamientos con Paraquat en sus tres dosis estudiadas.

Finalmente, el tratamiento con Glifosato 2 L/ha (T<sub>4</sub>) presentó menor costo de aplicación, siendo de S/. 1,35 por día de control, mientras que el Gramocil 4 L/ha (T<sub>9</sub>) presentó el costo más alto con S/. 2,89 por día de control; pero, teniendo en cuenta que ambos tratamientos reflejan en los extremos, el mayor y menor costo de control por día, se puede considerar como un punto medio entre ambos, al tratamiento Gramocil 2 L/ha (T<sub>7</sub>) que presenta un costo de S/. 1,69, considerándolo como un punto medio entre ambos, teniendo en cuenta el eficiente control y el buen poder residual que ejerció.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. AKOBUNDU O. 1987. Weed Science in the Tropics. Principles and Practices. John Wiley y Sons, Chichester, R.U. 522 pp.
2. ALAM, 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de malezas. Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamérica. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. Pp. 6-12.
3. BAYER, 1998. Pesticidas agrícolas. Editorial Bayer Perú SA. Lima, Perú. 223p.
4. CARDENAS, J. 1972. Malezas tropicales. AID. Bogotá, Colombia. 341 p.
5. CERNA, B.L. 1994. Manejo mejorado de malezas. CONCYTEC. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo, Perú. 320p.
6. CESARE, C.O. 1974. Control de malezas para la conducción comercial arroz en Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva Divulgaciones Agropecuarias N° 81. 15p.
7. CULPEPPER, A.S.; CARSON, D.S.; YORK, A.C. 2005. Pre-plant control of cutleaf eveningprimrose (*Oenothera laciniata* Hill) and wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) in conservation tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.). The Journal of Cotton Science 9(4): 223-228.
8. DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES AGROQUIMICAS, 2010, PLM DEAQ, Edición 4. Lima, Perú.

9. 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.
10. ETIENNOT, A.E. 1993. Pulverizaciones terrestres. En: Jornada "Aplicación Terrestre". (12 y 13 de Agosto de 1993) (Ed: Etiennot E.A.). Secretaría de Extensión Universitaria. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fé. 20p.
11. FAO. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Producción y Protección Vegetal 120. Roma. 386p.
12. FARM CHEMICAL HADBOOK. 1995. Dictionary. USA. 921p.
13. GAUVRIT, Ch. y CABANNE, F. 1993. Oil for weed control: Uses and mode of action. Pesticides Science. Vol. 37, 147-153.
14. GUADALUPE, G.B. 1993. Control químico de la maleza. Editorial Trillas. México. 250p.
15. GUELL, F. 1970. Malas hierbas: diccionario clasificadorio ilustrado OIKOS – TAW. Barcelona, España. 217 p.
16. HELFGOTTS, L.S. 1980. Control de malezas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 46p.
17. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1995. Mapa Ecológico del Perú. Lima, Perú. 184p.
18. JORDAN, D.L.; WARREN, L. S.; MILLER, D.K.; SMITH, M.C.; REYNOLDS, D.B.; CRAWFORD, S.H.; GRIFFIN, J.L.; 2001.

- Italian yegrass control with preplant herbicides. *The Journal of Cotton Science* 5(4): 268-274.
19. KARLEN, D.L.; VARVEL, G.E.; BULLOCK, D.G.; Y CRUSE, R.M. 1994. Crop rotations for the 21th century. *Advances in Agronomy* 53: 1-45. En línea [www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0e.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0e.htm) Consultado el 16 de julio de 2010.
  20. KLIGMAN, A. 1986. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. S.A. México. 450p.
  21. KOCH, W.M.E. 1982. Crop loss due to weeds. FAO. Boletín Fitosanitario. Vol. 30 (3/4) 189p.
  22. LANTHER QUIMICICA S.A, 2010. <http://www.lantherquimica.com.ar/pdf/MSDS%20Glifosato%20LQ%2048.pdf>
  23. 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). 6p.
  24. 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. 387p.
  25. MARZZOCA, A. 1976. Manual de malezas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 564p.
  26. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* Alcance 50: 131-140.

27. 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. 43p.
28. MINDEFENSA, C. 2001. Propiedades fisicoquímicas del Glifosato. (<http://www.mindefensa.gov.co/conflicto.htm>., documento publicado el 27 de setiembre del 2001).
29. 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.
30. PAYSON, T. 2003. Características fisicoquímicas de los herbicidas como el Paraquat, <http://www.media.payson.tulane.edu/spanish.htm>, documento publicado el 21 de setiembre del 2003).
31. PETROFF, R. 2000. Water quality and pesticide performance. Montana State University Extension Service. 24p.
32. PYTTY, A. y CUÑAZ, B. 1995. Modo de acción de fototoxicidad de los herbicidas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 63p.
33. SALISBURY, F. 2000. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Ibero América. Trad. Biol. Virgilio González Velásquez. México. 667p.
34. SÃO JOSÉ, A.; REBOUCAS, T.; SILVA, A.; NIETO – ANGEL, D.; BOMFIM, M. 1999. El cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.) y saramuyo (*A. squamosa* L.) en Brasil. Memoria del II



Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. p. 224-229.

35. SOLUCIONES SYNGENTA, 2007. Primera edición  
[http://www.syngenta.com.mx/archivoshome/manualdeproductos\\_solucionessyngenta.pdf](http://www.syngenta.com.mx/archivoshome/manualdeproductos_solucionessyngenta.pdf)
36. SOTO, B.M. 1985. Banano cultivo y comercialización Litrografía e imprenta LIL, S.A. San José, Costa Rica. 648p.
37. SYNGENTA AGRO S.A. 2010 [http://www.ejecutips.com/Plaguicidas/Documentos/gramocil\\_msds.pdf](http://www.ejecutips.com/Plaguicidas/Documentos/gramocil_msds.pdf)
38. 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: 13-49.
39. VADEMECUM AGRARIO. 2002 – 2003. El Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. 150p.
40. 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. 504p.
41. VICTORIA, F.R. 1985. Fatores que influenciaram a absorcao foliar dos herbicidas. Controle de Plantas Daninhas- II. Inf.Agropecuaria, Belo Horizonte, Brasil. 135p
42. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas hierbas. Mundi – Prensa. Madrid, España. 300p.
43. WALLA, W.J. 1980. Aerial pesticide application. Texas A&M University, Texas, USA. 26p.

44. WIBAWA, W.; ROSLI, M.; DZOLKHIFLI, O.; ABDUL S., J. 2007. Less hazardous alternative herbicides to control weeds in immature oil palm. *Weed Biology and Management* 7(4): 242-247.

## **X. ANEXO**

**Cuadro 11.** Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	15,00	5,00	0,40	4,60 NS
Tratamiento	9	11460,00	1273,33	102,62	3,14 NS
Error Exp.	27	335,00	12,40		
Total	39	11810,00			
C.V.	0,18				

**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	63,75	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	58,75	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	57,50	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	55,00	a b
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	50,00	a b
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	48,75	b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	47,50	b
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	42,50	b
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	41,25	b
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	c

**Cuadro 13.** Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>	
Bloques	3	140,00	46,66	2,10	4,60	NS
Tratamiento	9	22052,20	2450,24	110,66	3,14	AS
Error Exp.	27	597,80	22,14			
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>22790,00</b>				
C.V.	0,18					

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	87,50	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	80,00	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	78,75	a b
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	77,50	a b
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	75,00	b
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	70,00	b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	67,50	b c
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	62,50	c
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L. + 80 ml	56,25	c
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	d

**Cuadro 15.** Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 21 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	66,87	22,29	1,99	4,60 NS
Tratamiento	9	27605,62	3067,29	274,34	3,14 AS
Error Exp.	27	301,87	11,18		
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>27974,37</b>			
C.V.	0,11				

**Cuadro 16.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 21 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	93,75	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	91,25	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	90,00	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	90,00	a
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	85,00	a b
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	82,50	b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	76,25	b c
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	71,25	c
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	68,75	c
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	d

**Cuadro 17.** Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	42,50	14,16	1,35	4,60 NS
Tratamiento	9	28102,50	3122,50	298,43	3,14 AS
Error Exp.	27	282,50	10,46		
Total	39	28427,50			
C.V.	0,10				

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	93,75	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	91,25	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	91,25	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	91,25	a
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	87,50	a
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	85,00	a b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	80,00	b
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	75,00	b c
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	72,50	c
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	d

**Cuadro 19.** Análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 30 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	42,50	14,16	1,35	4,60 NS
Tratamiento	9	28102,50	3122,50	298,43	3,14 AS
Error Exp.	27	282,50	10,46		
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>28427,50</b>			
C.V.	0,10				

**Cuadro 20.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 30 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	93,75	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	91,25	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	91,25	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	91,25	a
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	87,50	a
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	85,00	a b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	80,00	b
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	75,00	b
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	72,50	b
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	c



**Cuadro 21.** Análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 45 días de aplicados los tratamientos

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	96,87	32,29	3,20	4,60 NS
Tratamiento	9	21575,62	2397,29	238,07	3,14 AS
Error Exp.	27	271,87	10,06		
Total	39	21944,37			
C.V.	0,11				

**Cuadro 22.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 45 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	85,00	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	80,00	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	80,00	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	78,75	a
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	75,00	a b
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	72,50	b
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	70,00	b
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	70,00	b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	67,50	b
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	c

**Cuadro 23.** Análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 75 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
Bloques	3	22,50	7,50	0,73	4,60 NS
Tratamiento	9	6827,50	758,61	73,81	3,14 AS
Error Exp.	27	277,50	10,27		
Total	39	7127,50			
C.V.	0,23				

**Cuadro 24.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 75 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L. + 160 ml	48,75	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	43,75	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	42,50	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	42,50	a
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	37,50	b
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	37,50	b
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	32,50	b
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	31,50	b
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	25,50	b
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	c

**Cuadro 25.** Análisis de variancia del poder residual de los tratamientos a los 90 días de aplicados los tratamientos.

<b>F. de variancia</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>	
Bloques	3	6,87	2,29	0,45	4,60	NS
Tratamiento	9	505,62	56,18	11,08	3,14	AS
Error Exp.	27	136,87	5,06			
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>649,37</b>				
C.V.	0,73					

**Cuadro 26.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.01$ ) de los tratamientos evaluados para el poder residual de los tratamientos a los 90 días de aplicados los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>9</sub>	Gramocil	4 L + 160 ml	13,75	a
T <sub>6</sub>	Gramocil	3 L + 120 ml	11,25	a
T <sub>8</sub>	Glifosato	4 L + 160 ml	10,00	a
T <sub>7</sub>	Paraquat	4 L + 160 ml	8,75	a
T <sub>4</sub>	Paraquat	3 L + 120 ml	7,50	a
T <sub>5</sub>	Glifosato	3 L + 120 ml	7,50	a
T <sub>2</sub>	Glifosato	2 L + 80 ml	6,25	a
T <sub>3</sub>	Gramocil	2 L + 80 ml	6,25	a
T <sub>1</sub>	Paraquat	2 L + 80 ml	5,00	a b
T <sub>10</sub>	Testigo absoluto		0,00	b

**Cuadro 27.** Datos originales de control de malezas a los 7 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamiento										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	45	40	45	50	55	60	55	55	60	0	465
II	40	45	50	45	50	55	60	60	65	0	470
III	40	40	45	50	45	50	55	65	65	0	455
IV	40	45	50	55	45	55	60	55	65	0	470
$\Sigma$	165	170	190	200	195	220	230	235	255	0	1860
Promedio	41	43	48	50	49	55	58	59	64	0	

**Cuadro 28.** Datos originales de control de malezas a los 14 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	55	60	70	75	75	75	85	85	85	0	665
II	45	60	65	70	70	75	70	80	90	0	625
III	65	65	60	70	75	80	75	80	85	0	655
IV	60	65	75	65	80	85	80	75	90	0	675
$\Sigma$	225	250	270	280	300	315	310	320	350	0	2620
Promedio	56	63	68	70	75	79	78	80	88	0	

**Cuadro 29.** Datos originales de control de malezas a los 21 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	65	65	80	80	85	85	90	90	95	0	735
II	70	75	75	85	80	90	90	90	90	0	745
III	65	70	70	80	85	95	90	95	95	0	745
IV	75	75	80	85	90	90	90	90	95	0	770
$\Sigma$	275	285	305	330	340	360	360	365	375	0	2995
Promedio	69	71	76	83	85	90	90	91	94	0	

**Cuadro 30.** Datos originales de control de malezas a los 28 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	70	70	85	85	85	85	90	90	95	0	755
II	75	75	75	85	85	95	90	90	90	0	760
III	70	75	75	85	90	95	95	95	95	0	775
IV	75	80	85	85	90	90	90	90	95	0	780
$\Sigma$	290	300	320	340	350	365	365	365	375	0	3070
Promedio	73	75	80	85	88	91	91	91	94	0	

**Cuadro 31.** Datos originales del poder residual de los tratamientos a los 30 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	70	70	85	85	85	85	90	90	95	0	755
II	75	75	75	85	85	95	90	90	90	0	760
III	70	75	75	85	90	95	95	95	95	0	775
IV	75	80	85	85	90	90	90	90	95	0	780
$\Sigma$	290	300	320	340	350	365	365	365	375	0	3070
Promedio	73	75	80	85	88	91	91	91	94	0	

**Cuadro 32.** Datos originales del poder residual de los tratamientos a los 45 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	75	70	70	70	75	80	85	80	85	0	690
II	70	75	65	75	80	80	80	85	85	0	695
III	65	70	65	75	70	75	80	75	80	0	655
IV	70	65	70	70	75	80	75	80	90	0	675
$\Sigma$	280	280	270	290	300	315	320	320	340	0	2715
Promedio	70	70	68	73	75	79	80	80	85	0	

**Cuadro 33.** Datos originales del poder residual de los tratamientos a los 75 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	30	35	35	35	35	45	45	40	45	0	345
II	25	25	30	40	35	40	40	45	50	0	330
III	20	35	35	35	40	45	45	40	50	0	345
IV	30	30	30	40	40	40	45	45	50	0	350
$\Sigma$	105	125	130	150	150	170	175	170	195	0	1370
Promedio	26	31	33	38	38	43	44	43	49	0	

**Cuadro 34.** Datos originales del poder residual de los tratamientos a los 90 días después de aplicar los tratamientos, en la localidad de Naranjillo – Tingo María.

Bloques	Tratamientos										Suma bloques
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	
I	5	5	5	10	10	15	5	10	15	0	80
II	5	10	5	5	5	10	10	10	15	0	75
III	5	5	10	5	5	10	10	10	10	0	70
IV	5	5	5	10	10	10	10	10	15	0	80
$\Sigma$	20	25	25	30	30	45	35	40	55	0	305
Promedio	5	6	6	8	8	11	9	10	14	0	

**Cuadro 35.** Datos originales de control de malezas durante los 28 días. Datos para calcular el grado de control.

<b>Tratamiento</b>										
<b>Días de control</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>	<b>T<sub>8</sub></b>	<b>T<sub>9</sub></b>	<b>T<sub>10</sub></b>
7	41	43	48	50	49	55	58	59	64	0
14	56	63	68	70	75	79	78	80	88	0
21	69	71	76	83	85	90	90	91	94	0
28	78	83	84	88	89	93	90	93	94	0
$\Sigma$	243	256	276	290	299	316	316	323	339	0
Promedio	61	64	69	73	75	79	79	81	85	0

**Cuadro 36.** Datos originales del poder residual de los tratamientos a los 30 a 90 días. Datos para calcular el poder residual.

<b>Tratamientos</b>										
<b>Días de control</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>	<b>T<sub>8</sub></b>	<b>T<sub>9</sub></b>	<b>T<sub>10</sub></b>
30	78	83	84	88	89	93	90	93	94	0
45	70	70	68	73	75	79	80	80	85	0
75	26	31	33	38	38	43	44	43	49	0
90	5	6	6	8	8	11	9	10	14	0
$\Sigma$	179	190	190	205	209	225	223	225	241	0
Promedio	45	48	48	51	52	56	56	56	60	0



**Cuadro 37.** Análisis económico de los tratamientos en estudio.

<b>Clave</b>	<b>Precio del por producto tratamiento (S/.)</b>	<b>Mano de obra (jornal)</b>	<b>Precio de mano de obra (S/.)</b>	<b>Costo total (S/.)</b>	<b>Potencial de control (%)</b>	<b>Poder residual (día)</b>	<b>Costo de tratamiento por día de control (S/.)</b>
T <sub>1</sub>	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 4.** Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



**Figura 5.** Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



**Figura 6.** Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado en herbicida.



**Figura 7.** Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado en herbicida.



Figura 8. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 9. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



Figura 10. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.

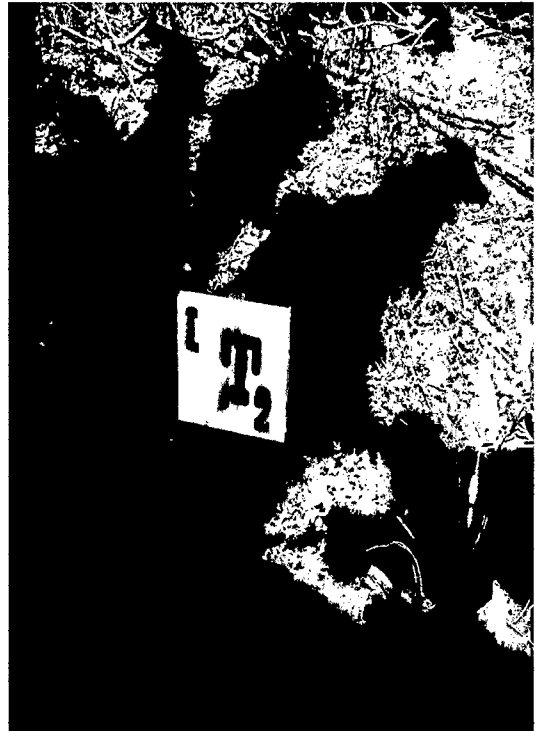


Figura 11. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



Figura 12. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 13. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



Figura 14. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.

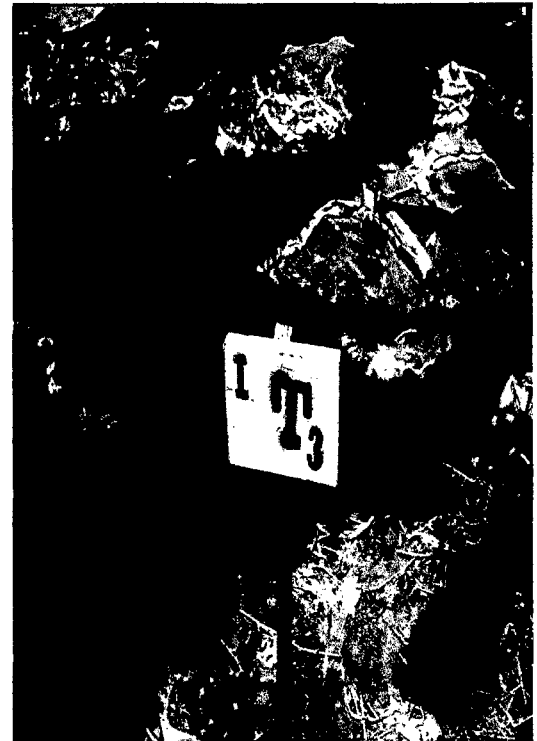


Figura 15. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



Figura 16. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 17. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



Figura 18. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



Figura 19. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



Figura 20. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 21. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.

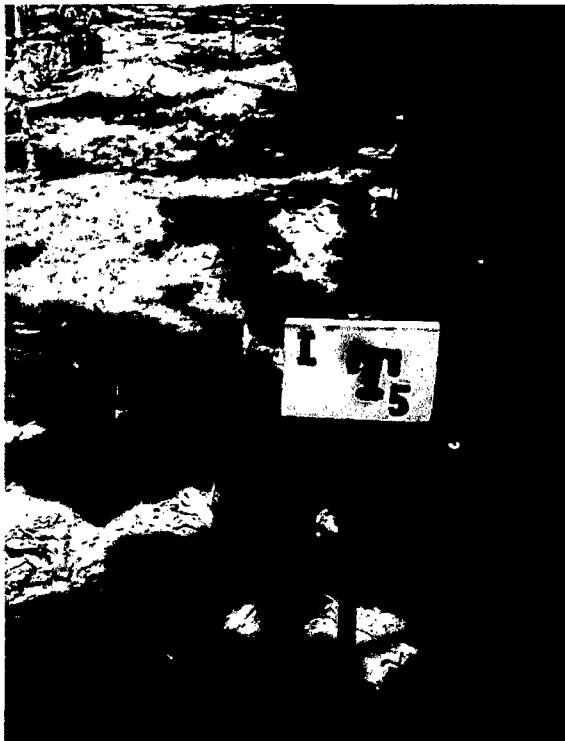


Figura 22. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



Figura 23. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



**Figura 24.** Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



**Figura 25.** Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



**Figura 26.** Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



**Figura 27.** Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



Figura 28. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 29. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



Figura 30. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



Figura 31. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.





Figura 32. Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



Figura 33. Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



Figura 34. Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



Figura 35. Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



**Figura 36.** Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



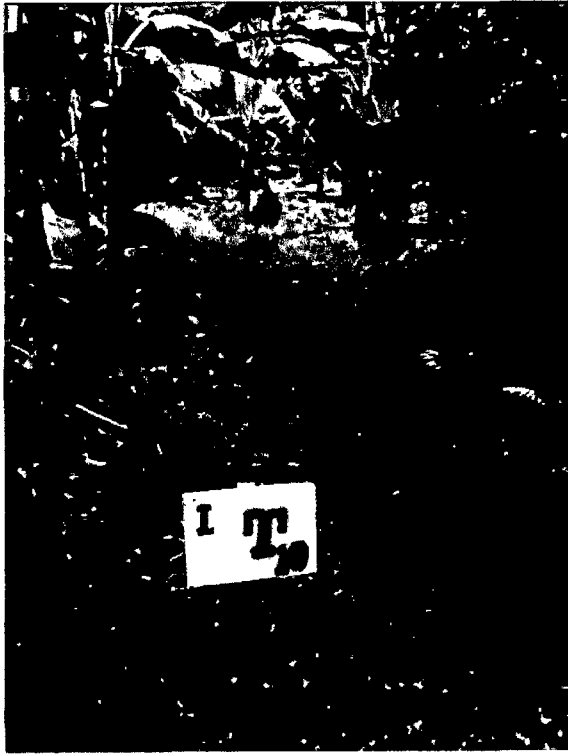
**Figura 37.** Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



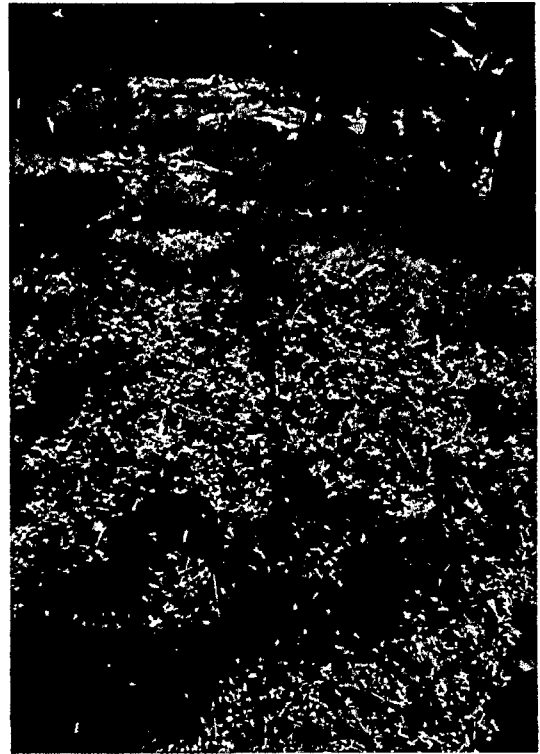
**Figura 38.** Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



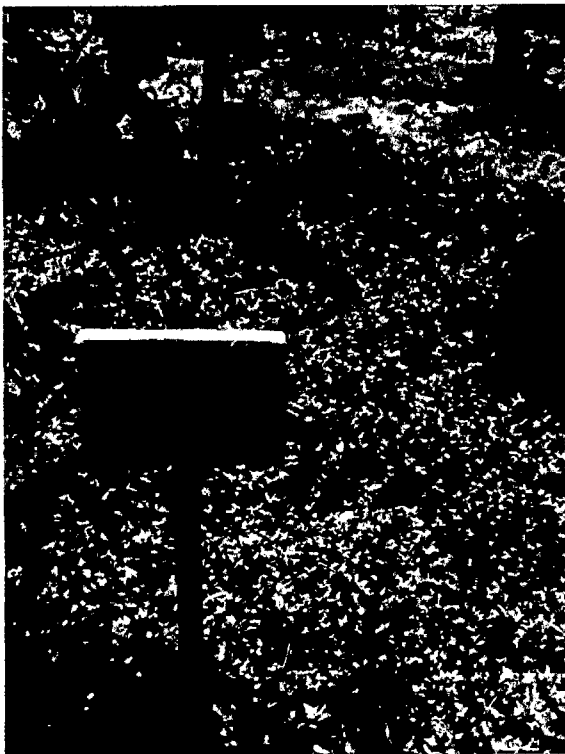
**Figura 39.** Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.



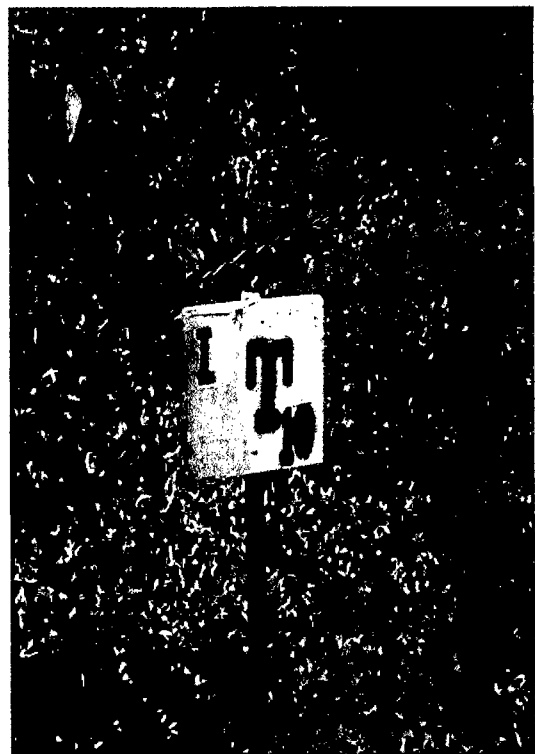
**Figura 40.** Control de las malezas a los 7 días de aplicado el herbicida.



**Figura 41.** Control de las malezas a los 28 días de aplicado el herbicida.



**Figura 42.** Efecto del poder residual a los 45 días de aplicado el herbicida.



**Figura 43.** Efecto del poder residual a los 90 días de aplicado el herbicida.