

**Evaluación de Glifosato, Paraquat y  
Glufosinato para el manejo de malezas en el  
cultivo de *Jatropha curcas*, Choluteca,  
Honduras**

**Josué Nahún Leiva L.**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de Glifosato, Paraquat y  
Glufosinato para el manejo de malezas en el  
cultivo de *Jatropha curcas*, Choluteca,  
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Josué Nahún Leiva L.**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

# **Evaluación de Glifosato, Paraquat y Glufosinato para el manejo de malezas en el cultivo de *Jatropha curcas*, Choluteca, Honduras**

Presentado por

Josué Nahún Leiva L.

Aprobado por:

---

Nils Berger, Dr. Sc. Agr.  
Asesor Principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director  
Carrera Ciencia y Producción Agropecuaria

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Juan Carlos Quezada, Ing.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A  
Rector

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Coordinador Fitotecnia

## RESUMEN

Leiva L., J.N. 2008. Evaluación de Glifosato, Paraquat y Glufosinato para el manejo de malezas en el cultivo de *Jatropha curcas*, Choluteca, Honduras. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

Las densidades de siembra de *Jatropha curcas* son bajas, 1736 plantas por hectárea (3.6 m × 1.6 m), permitiendo que en los primeros tres a cuatro años existan calles entre surcos con suficiente espacio para emergencia de malezas. Se evaluó Glifosato, Paraquat y Glufosinato durante 28 días, con el objetivo de determinar la eficiencia en el control de malezas, daños al cultivo y aspectos económicos de las aplicaciones. Los tres herbicidas más un testigo constituyeron los tratamientos de cuatro repeticiones en unidades de 41.6 m<sup>2</sup> (5 m × 8.2 m). Las dosis utilizadas fueron 3 L/ha para Paraquat y Glufosinato y 4 L/ha para Glifosato, según etiquetas del producto. A los 14 días después de la aplicación Glifosato y Paraquat no presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con 78 y 84% de mortalidad de malezas, respectivamente. A los 28 días Paraquat y Glufosinato no difieren entre sí, y Glifosato alcanza porcentajes de control de 97%. Glufosinato alcanzó su máximo control a los 7 días con 60% de control, por lo que no se recomienda su uso dentro de este sistema, en cambio Paraquat controla 89 y 84% de malezas a los 7 y 14 días, las evaluaciones posteriores muestran un descenso en el control. Glifosato no causó daño en el cultivo, en cambio Paraquat causó necrosis promedio de 5% en aproximadamente cuatro hojas de cada planta del cultivo. Los costos de aplicación, considerando los precios de los insumos y el costo de la mano de obra fueron US \$ 169, 200 y 354 para Paraquat, Glifosato y Glufosinato, respectivamente.

**Palabras clave:** Bio-combustibles, cultivo agroenergético, herbicida, manejo integrado de plagas, agroquímicos.

## ABSTRACT

Leiva L., J. N. 2008. Evaluation of Glyphosate, Paraquat and Glufosinate in weed management in *Jatropha curcas* crop, Choluteca, Honduras. Graduation project of the engineer program in Agricultural Sciences and Production, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Densities in *Jatropha curcas* crop are low 1736 plant per hectare (3.6 m × 1.6 m), allowing in the first three to four years between plants enough space for weed growth. Glyphosate, Paraquat and Glufosinate were evaluated after 28 days of herbicides application. The objective was to determinate efficiency in weed control, crop damage and economic aspects related to the applications. The three herbicides and a control without herbicide application were the treatments with four repetitions each plot of 41.6 m<sup>2</sup> (5 m × 8.2 m). Rates used were 3 L/ha of Paraquat and Glufosinate and 4 L/ha of Glyphosate, according to product indications. After 14 days post applications Glyphosate and Paraquat did not have significant difference ( $P < 0.05$ ) with 78 and 84% of weed control, respectively. After 28 days, Paraquat and Glufosinate did not differ, and Glyphosate had 97% weed control. Glufosinate had its best performance 7 days after application with 60% weed control, decreasing these after and not recommended its application in this system. Paraquat controlled 89 and 84% weeds 7 and 14 days after application, post evaluations showed a decreasing control. Glyphosate did not damage the crop, otherwise Paraquat caused an average necrosis of 5% in approximately four leaves per plant. Cost applications were US \$ 169, 200 y 354 for Paraquat, Glyphosate and Glufosinate, respectively.

**Key words:** Bio-combustible, agro energetic crop, herbicide, integrated pest management, agrochemicals.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Contenido.....	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Caracterización de malezas predominantes en el Lote Texas 2, en la Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras. ....	3
2. Dosis de los tratamientos.....	5
3. Porcentaje de mortalidad de malezas.....	7
4. Daño causado por los herbicidas al cultivo de <i>Jatropha curcas</i> a los 7 días de la aplicación de los herbicidas.....	9
5. Costos de la aplicación de tres herbicidas en la Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.....	10
Figura	
1. Ubicación de las unidades experimentales.....	4
Anexo	
1. Inventario de malezas del lote Texas II de la finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.....	16
2. Registro de Pluviómetro del 12 de Julio de 2008 al 09 de Agosto de 2008 del lote Texas, Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.....	17
3. Mapa de la finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.....	18
4. Ejemplo de toma de datos de mortalidad.....	19

## INTRODUCCIÓN

*Jatropha curcas* es una planta oleaginosa que recientemente se explota para producción de aceite combustible en Choluteca, Honduras. La investigación acerca de los factores de producción de esta planta es necesaria para una producción exitosa, puesto que la información existente no es precisa. Por tal razón es que empresas interesadas en este rubro investigan el tema. AGROIPSA (Agroindustria Piñón S.A.), empresa radicada en Choluteca y cuya actividad exclusiva es la producción de aceite combustible a base de piñón, patrocina investigaciones en muchos tópicos acerca de este rubro, incluyendo el control de malezas.

La producción agrícola constituye una actividad compleja que envuelve la combinación de factores variables que de acuerdo con su cumplimiento se pueden traducir en producciones exitosas con altos rendimientos de productos que poseen las características deseadas (Valdespino 2002). Dentro de esos factores está el control de malezas que en cultivos de piñón se dificulta por la baja densidad de siembra y la separación de 3.6 m entre surcos, especialmente al inicio del cultivo.

Dentro de un sistema agrícola, las malezas pueden causar un rendimiento deficiente en cantidad y calidad, aumento de costos ocasionado por el programa de control y costos externos por el control de malezas que se encuentran a los alrededores del área del cultivo (FAO 1996). Dado los altos costos en que se incurre en el control de malezas, es necesario investigar alternativas que reduzcan los costos de las aplicaciones y mantengan el control en un nivel óptimo. En producciones de yuca (*Manihot esculenta*), planta de la familia de las Euphorbiaceas al igual que el piñón, los costos del manejo de malezas representan el 30% de los costos de producción (Marcano *et al.* S. f.). Tratando de encontrar opciones más económicas para el control de malezas en cultivos de piñón, fueron probados tres alternativas: Glifosato, Paraquat y Glufosinato.

Para prever la reproducción y establecimiento de malezas en áreas a cultivar, se han creado los herbicidas sintéticos. Sin embargo, el uso de estos conlleva una serie de riesgos ambientales, por lo que es altamente recomendable el uso racional de este recurso (Hernández Corrales 1996). Es necesario no olvidar la importancia de las rotaciones de herbicidas, para evitar la resistencia de las malezas (Morazán Padilla 2007).

Paraquat es un herbicida de contacto no selectivo. El herbicida destruye las membranas celulares, debido a que su molécula es aceptor de electrones en la fotosíntesis (Pitty 1995). Sus síntomas son rápido marchitamiento y desecamiento y necrosis total luego de tres días post-aplicación. Paraquat pertenece a la familia de los bipyridilos, es translocado en cantidades no significativas en la planta y es adsorbido rápidamente en el suelo, la persistencia en el suelo es alta (1000 días) y no es lixiviable (WSSA 2002).



Glufosinato es un herbicida no selectivo que inhibe la actividad de glutamina sintetasa, causando acumulación de amonio en la planta lo que destruye las células, al mismo tiempo que inhibe reacciones en el fotosistema I y II. Es rápidamente degradado por organismos del suelo y su vida en el suelo es corta (7 días). A pesar de su alto potencial de lixiviación no ha sido encontrado a profundidades mayores a 15 cm. Los síntomas son marchitamiento y clorosis después de 3-5 días de la aplicación y necrosis entre la primera y segunda semana luego de la aplicación (WSSA 2002).

Glifosato es un herbicida sistémico de amplio espectro, su mecanismo de acción consiste en la inhibición de aminoácidos aromáticos, impidiendo la síntesis de proteínas (Pitty 1995). Se transloca lentamente a las raíces, hojas jóvenes y meristemas. Es absorbido rápidamente en el suelo, su persistencia es moderada (47 días), no es lixiviable. El primer síntoma observado es la inhibición del crecimiento y entre 4 y 7 días el tejido se vuelve clorótico y posteriormente necrótico (WSSA 2002).

Los costos del manejo de malezas presentan muchas variables, una de ellas es la mano de obra. Esta última puede variar dependiendo del costo de oportunidad de dejar de realizar otras prácticas dentro de la finca por emplear mano de obra en las aplicaciones, de la actitud de riesgo del agricultor al determinar la importancia de la actividad, el tiempo de la aplicación y la disponibilidad de mano de obra (FAO 1996).

### **Objetivos:**

- Determinar mortalidad de malezas en cultivos de *Jatropha curcas* utilizando tres herbicidas evaluados a 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación.
- Identificar el efecto de los herbicidas en el cultivo.
- Evaluar aspectos económicos del uso de los herbicidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Choluteca, Honduras, en plantaciones de un año de *Jatropha curcas* (tempate, piñón o jatrofa) plantadas el 12 de septiembre de 2007, en el lote Texas II de la Finca Santa Lucía, propiedad de la empresa AGROIPSA (Agroindustria Piñón S. A.). La plantación está ubicada a 12 km al oeste de la ciudad de Choluteca cuyas coordenadas son: 13°12'45.62''N y 87°13'5.02'' O (Anexo 3). La precipitación promedio es de 1680 mm anuales y la temperatura media anual de 29°C y se encuentra a 14 msnm. El terreno no posee riego y tiene una pendiente de 1% con suelos arcillosos de orden Vertisoles. La plantación tiene una densidad de 1,736 plantas por hectárea, a una distancia entre líneas de 3.6 m y 1.6 m entre plantas.

El reconocimiento de malezas se efectuó un día antes de la aplicación con dos manuales fotográficos de identificación de malezas (Muñoz y Pitty 1994 y Pitty y Molina 1998). Se tomaron datos de la altura promedio de cada una de las malezas y en que porcentaje se encontraban dentro del lote (Cuadro 1). No todas las malezas fueron identificadas con su nombre científico, sino con el nombre común, las cuales fueron fotografiadas y posteriormente identificadas<sup>1</sup>.

**Cuadro 1.** Caracterización de malezas predominantes en el Lote Texas 2, en la Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.

Nombre científico	Altura promedio (cm)	Presencia (%)
<i>Cyperus iria</i>	31	34
<i>Diodia apiculata</i>	60	16
<i>Heliotropium fruticosum</i>	24	14
<i>Baltimora recta</i>	58	9
<i>Stachytarpheta</i> sp.	61	6
<i>Mimosa</i> sp.	15	6
<i>Digitaria sanguinalis</i>	31	6
<i>Turnera pumilea</i>	53	4
Otras*	No aplica	5

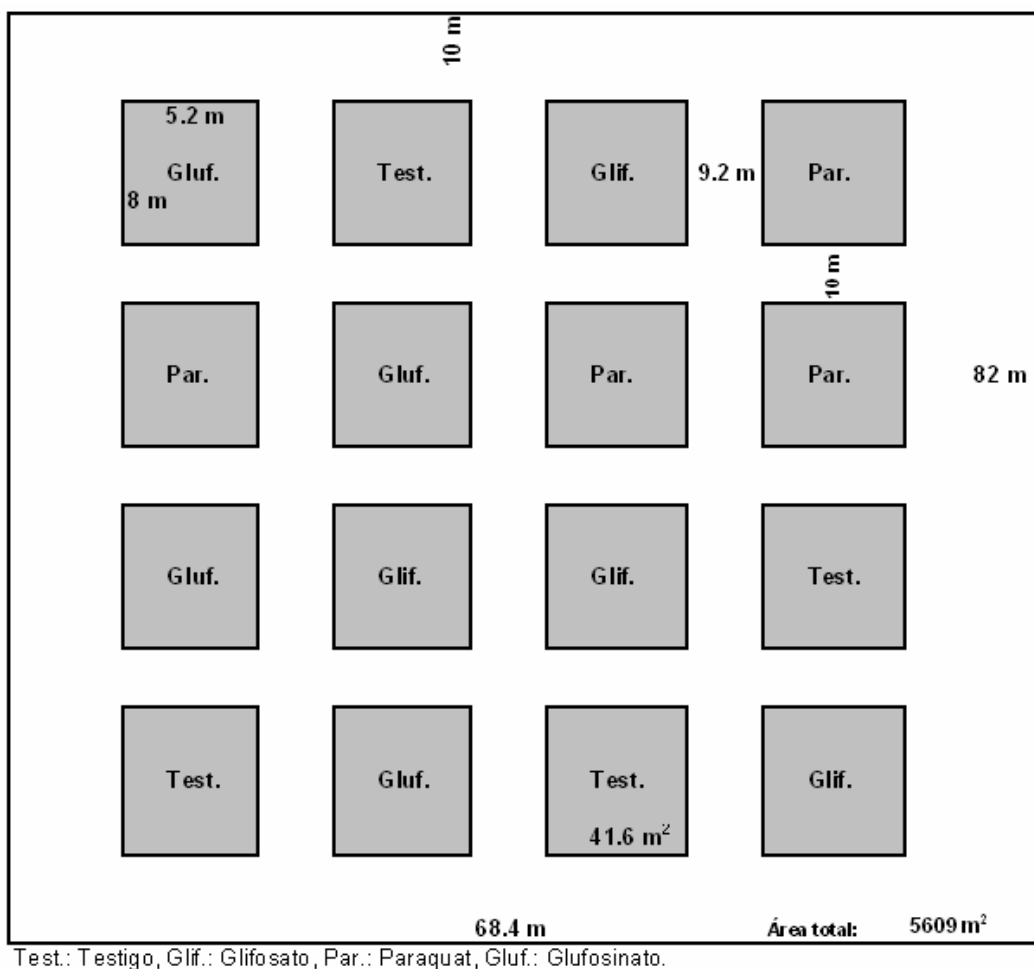
\*Ver anexo 1

<sup>1</sup> Linares, J. 2008. Identificación taxonómica de malezas (entrevista). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.

<sup>1</sup> Pitty, A. 2008. Identificación taxonómica de malezas (entrevista). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.

Fueron evaluados cuatro tratamientos, tres herbicidas: Glifosato (Root Out<sup>®</sup> 36 SL<sup>2</sup>), Glufosinato (Basta<sup>®</sup> 15 SL<sup>3</sup>) y Paraquat (Rimaxone<sup>®</sup> 20 SL<sup>4</sup>), y un testigo con cuatro repeticiones cada uno, para un total de 16 unidades experimentales. Los tratamientos fueron dispuestos en un Diseño Completamente al Azar (DCA), previamente randomizados.

Cada herbicida se aplicó en un área de  $8 \times 5.2 \text{ m}$  ( $41.6 \text{ m}^2$ ). Cada parcela estaba distanciada 9.2 m de la parcela próxima a su derecha o izquierda para evitar deriva a parcelas vecinas que fueron parte del experimento y para que en la próxima unidad la línea de plantas del cultivo que cubre el tratamiento estuviera en el centro de la unidad. Cada línea de unidades estaba separada 10 m entre si. Las unidades más próximas al camino de acceso fueron distanciadas 10 m de este, para evitar cualquier influencia de estas áreas en el experimento, tal como lo muestra la figura 1.



**Figura. 1.** Ubicación de las unidades experimentales.

<sup>2</sup> Fabricado por Quilubrisa. km 36.5 Carretera I Pacífico. Palín, Escuintla, Guatemala, C.A.

<sup>3</sup> Fabricado por Bayer S.A. km 29.5 Ruta al Pacífico, Amatitlán, Guatemala, C.A.

<sup>4</sup> Fabricado por Agroquímica Industrial RIMAC S.A. La Lima de Cartago, Costa Rica, C.A.

El agua utilizada fue analizada con un medidor de pH<sup>5</sup> que registró 7. La aplicación se realizó de 09:30 a.m. hasta las 11:00 a.m. en horas de poco viento (<5 km/hora) con bombas de mochila<sup>6</sup>, una para cada herbicida. Se utilizaron pantallas protectoras plásticas de 7 m de largo y 2 m de alto, que cubrían las plantas de piñón a ambos lados para evitar deriva del herbicida en la planta. La boquilla utilizada fue XR 8002 SV<sup>7</sup>. Se utilizó Xenic 27 SL<sup>8</sup> como surfactante a razón de 2 ml por litro de solución.

Cada bomba fue llenada con 1,040 ml de agua (250 L/ha) más la dosis requerida de herbicida y surfactante mostrada en el Cuadro 2. EL total fue aplicado en cada unidad. Cuatro horas después de la aplicación llovieron 19.3 mm (Anexo 2).

**Cuadro 2.** Dosis de los tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis (L/ha)</b>	<b>Dosis (ml/41.6 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Dosis surfactante (ml/L)</b>	<b>Agua<sup>ε</sup> (ml)</b>
Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0
Glifosato	4.0	17.0	2.0	1040.0
Paraquat	3.0	12.5	2.0	1040.0
Glufosinato	3.0	12.5	2.0	1040.0

<sup>ε</sup>Considera 250 L/ha

## **Toma de datos**

### **Mortalidad de malezas**

En cada unidad se realizaron tres mediciones de mortalidad con un circular de 0.4 m<sup>2</sup> (radio = 36 cm) tres mediciones de mortalidad por unidad experimental, las cuales fueron dispuestas en diagonal al rectángulo que forma la unidad (dos mediciones a un metro de cada extremo de la diagonal y una en el centro) y fueron promediadas para dar el dato de cada unidad. Para medir la mortalidad de las malezas, se tomó como 100% el área dentro del círculo, y se estimó visualmente el porcentaje que dentro de esa área no presentaba malezas que era suelo o malezas totalmente muertas-sin tejido verde, dado que antes de la aplicación no era posible ver el suelo (Anexo 4). Se emplearon dos evaluadores al momento de determinar el porcentaje de mortalidad. Los valores tomados por los dos evaluadores fueron promediados.

Los datos de mortalidad de malezas fueron tomados a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación. La aplicación se realizó el 12 de Julio de 2008 y las fechas de evaluación de mortalidad fueron: 19 y 26 de Julio de 2008 y 02 y 09 de Agosto de 2008.

<sup>5</sup> pH-indicators strips. Fabricado por EMD, Chemicals INC. 480 Democrate Row, Germany.

<sup>6</sup> Bomba Mochila Matabi. Modelo Super Agro de acero inoxidable de 16 L, fabricado por Goizper S. Coop. Apartado 211- 20570 Bergara, España.

<sup>7</sup> Fabricado por Spraying Systems Co.; North Ave. & Schmale Rd. P.O. Box 7900 Wheaton IL, 60189, Estados Unidos.

<sup>8</sup> Surfactante-penetrante solución acuosa-no iónico. Fabricado por American Biological, Inc. 23395 Janice Street, Suite #18, Port Charlotte, Florida 33980, Estados Unidos.

Se anotaron las especies de malezas que no presentaban daño por el herbicida dentro del aro. Las malezas que no murieron después de la aplicación fueron identificadas a los 7 días después de la aplicación.

### **Fitotoxicidad a *Jatropha curcas***

Visualmente se evaluó el número de hojas del cultivo que fueron afectadas con la aplicación y el porcentaje del daño de cada hoja. Los datos fueron tomados por dos evaluadores y fueron promediados para la obtención del dato final por unidad.

### **Costos**

Para el cálculo de costos se asumió que la aplicación se debe hacer cuando el control de malezas ha bajado a 30% sin dejar que las malezas crezcan a una altura mayor de 25 cm, esto permite calcular cuantos días existen entre la primera aplicación y la próxima, de tal manera de poder calcular cuantas aplicaciones se deben de hacer. Otras consideraciones son: el precio del herbicida y el costo de la mano de obra, todos calculados a 180 días que es la duración de la estación lluviosa. En la estación seca no hay necesidad del uso de herbicidas, porque no hay presencia importante de malezas.

### **Análisis Estadístico**

Los datos fueron analizados con el programa estadístico Statistical Analysis System 9.1 2002-2003<sup>©</sup> (SAS). El análisis de varianza (ANDEVA) fue utilizado para el análisis de los datos y la separación de datos SNK (Prueba de Student-Newman-Keuls). Los datos expresados en porcentaje fueron normalizados con el arco seno de la raíz cuadrada de los valores porcentuales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Control de malezas

El Cuadro 3 indica los porcentajes de mortalidad de malezas de acuerdo a los momentos de evaluación y los tratamientos. Siete días después de la aplicación Glufosinato y Glifosato presentaron controles similares. Las plantas afectadas por Glifosato que no habían muerto, estaban cloróticas en su mayoría. Paraquat tuvo el mayor porcentaje de control ( $P < 0.05$ ). Malezas afectadas por Paraquat se mostraron totalmente necróticas y los efectos fueron observados minutos después de la aplicación, resultados similares a 7 días post-aplicación fueron encontrados en Zamorano (Bustamante Espinosa 2007), en donde Paraquat presentó mayor control en contraste con Glifosato.

**Cuadro 3.** Porcentaje de mortalidad de malezas.

Tratamiento	Días después de la aplicación			
	7	14	21	28
Testigo	0 a	0 a	0 a	1 a
Glifosato	64 b	78 b	94 b	97 b
Paraquat	89 c	84 b	65 c	30 c
Glufosinato	60 b	34 c	32 d	20 c

Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ).

A los 14 días Paraquat bajó su control en un 5%, aún así presentó el control más alto, Glifosato subió en 14%, ambos tratamientos son similares; Glufosinato bajó en 26%. La disminución del control en este momento y en los próximos días después de la aplicación es por el rebrote de las malezas que no murieron completamente, en el caso de Glufosinato, y de la germinación de semillas o rebrote de partes vegetativas, en el caso de Paraquat.

A los 21 días, los cuatro tratamientos presentaron diferencia entre si ( $P < 0.05$ ). Glifosato siguió aumentando su control y presentó la mortalidad más alta. Paraquat y Glufosinato continuaron disminuyendo su control.

A los 28 días Glifosato, que es un herbicida sistémico de acción lenta, alcanzó el mejor desempeño, las plantas cloróticas desaparecieron quedando un tejido necrótico seco. El 3% de plantas no afectadas no pudieron ser alteradas por el herbicida al momento de la aplicación porque estaban muy pequeñas y su follaje era tapado por el follaje de malezas más altas, impidiendo que el herbicida tuviera contacto con las plantas. El control con

Paraquat y Glufosinato fueron similares con porcentajes de control bajos. En un programa de control de malezas las plantas no debieran de alcanzar ese porcentaje de mortalidad, que es provocado por la germinación de malezas propagadas por semilla o vegetativamente. El testigo presentó cierta mortalidad debido a que algunas áreas en las unidades experimentales, estaban inundadas por las lluvias sucedidas días anteriores. Bajo estas condiciones los macroporos del suelo están saturados con agua y las raíces de las plantas no obtienen oxígeno ocasionando una asfixia celular a nivel radicular y consecuentemente la muerte de las plantas. Considerando esto es posible restarle el 1% de mortalidad en el testigo al resto de los tratamientos, asumiendo no fue por efecto del herbicida sino del anegamiento. En este caso los porcentajes de control para los herbicidas fueron 96, 29 y 19% para Glifosato, Paraquat y Glufosinato, respectivamente.

Glifosato presentó un control creciente durante los 28 días. Después de la última lectura de mortalidad su control disminuirá, ya que las plantas que fueron afectadas presentan sintomatología de 4 a 7 días después de la aplicación (WSSA 2002). El control se mantiene, debido a que las plantas no mueren rápidamente, manteniendo una cobertura vegetal en los primeros 14 días reduce la germinación de nuevas malezas.

Glufosinato alcanzó su mayor control a los 7 días, control que disminuyó en los siguientes días de evaluación. Este herbicida necesita un periodo de 6 horas sin lluvia después de la aplicación para un buen desempeño (WSSA 2002), su bajo control se atribuye a que llovió 4 horas después de la aplicación. Su desempeño en la mortalidad de malezas con alturas mayores de 20 cm disminuye (Everman 2008), y es necesario tener en cuenta que las malezas del estudio medían entre 15 y 61 cm (Cuadro1). El daño causado a las malezas, en especial a *Cyperus iria* fue muy reducido y de poca durabilidad, ya que la mayoría de las malezas solamente perdieron unas hojas, pudiéndose recuperar rápidamente. En su mayoría malezas gramíneas y ciperáceas fueron poco o nada afectadas. Glufosinato presentó el control más bajo en todo el periodo que duró el experimento.

Paraquat a los siete días presentó el mayor control. Después de esta toma de datos el control disminuyó, debido a que las plantas que mueren rápidamente dan lugar a que el sol llegue al suelo y estimule la germinación de las nuevas malezas. Todas las malezas fueron fuertemente afectadas por Paraquat, el 11% de malezas que no murieron fueron porque tuvieron poco o ningún contacto con el herbicida.

### **Fitotoxicidad a *Jatropha curcas***

En cada unidad experimental había un promedio de 4 plantas. El número de hojas que presentaron síntomas de daño por herbicida fue similar en todos los tratamientos. Sin embargo, en el porcentaje de daño de hojas, Paraquat fue el único herbicida que causó daño significativo (Cuadro 4). Los datos son de 7 días después de la aplicación ya que el Glifosato que es de lenta acción no ocasionó fitotoxicidad en ningún momento del experimento y el resto de herbicidas son de contacto, no encontrando daños después de los primeros 7 días.

**Cuadro 4.** Daño causado por los herbicidas al cultivo de *Jatropha curcas* a los 7 días de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Número de hojas afectadas	Daño (%)
Testigo	0 a	0 a
Glifosato	0 a	0 a
Paraquat	3 a	8 b
Glufosinato	1 a	4 a

Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ).

Después de 7 días de la aplicación, *Cyperus iria*, *Stachytarpheta* sp. y *Heliotropium fruticosum*, no mostraron síntomas de haber sido afectadas por Glifosato, no obstante a los 28 días sólo existía un 3% de malezas vivas lo que indica que en su mayoría si murieron al transcurrir el tiempo. *Cyperus iria* y *Baltimora recta* no mostraron sintomatología de Glufosinato que en los mejores casos quemó algunas hojas que no representaban ni el 75% del área foliar de las plantas. Paraquat no mató el 100% de *Heliotropium fruticosum* ni *Mimosa* sp., que constituían el 20% de la población de malezas; a pesar de que hubo sobrevivencia de estas malezas, el daño total en la unidad fue de 90%, indicando su efectividad ante la diversidad de malezas presentes en el lote, incluyendo una parte de estas especies.

### Costos

Los costos de las aplicaciones por año, son difíciles de calcular, ya que el crecimiento de las malezas es muy dependiente de las condiciones climáticas específicas de la zona, dificultando fijar el número de días que debería de haber antes de la siguiente aplicación de herbicida. Se asume que la aplicación se debe de hacer cuando el control ha bajado a 30% sin dejar que las malezas crezcan a una altura mayor de 25 cm.

Utilizando los porcentajes de mortalidad encontrados en este experimento los días de control para Glifosato son 42, estimando que en la semana después de alcanzado el 97% de control (Cuadro 3), este disminuirá sin llegar a 30% en las próximas dos semanas. Para Glufosinato 21 días y Paraquat 28 días. Estos días de control permiten calcular los costos de las aplicaciones por año.

El costo de los herbicidas se da en el Cuadro 5. Glufosinato tiene los costos más elevados porque su control es más bajo lo que aumenta el número de aplicaciones y tiene además el precio más alto. Paraquat, a pesar de emplear más mano de obra que Glifosato, es el herbicida con el costo total de aplicación más bajo, debido al bajo precio del herbicida. Glifosato presenta el control más efectivo en cuanto a porcentaje de mortalidad y días de control lo que reduce el número de aplicaciones, y no causa daño significativo al cultivo, pero el control es más caro que con Paraquat debido a su mayor precio.



**Cuadro 5.** Costos de la aplicación de tres herbicidas en 180 días<sup>∞</sup> en la Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.

Herbicida	Dosis (L./ha)	Días de Control	Número de Aplicaciones	Precio (L./L)	Costo Herbicida (L./ha)	Horas en 180 días <sup>&amp;</sup>	Costo Mano de Obra (L.)	Costo Total (L./ha)	Costo Total (US \$/ha)
Glifosato	4	42	4	207.13	3550.86	16	228.00	3778.86	169.35
Paraquat	3	28	6	148.14	2856.99	24	342.00	3198.99	200.05
Glufosinato	3	21	9	240.00	6171.43	36	741.00	6684.43	353.86

<sup>&</sup>Considera que una hectárea es aplicada con herbicida a razón de 250 L/ha en cuatro horas de acuerdo al promedio de la finca y L. 14.25 por hora trabajada.

<sup>€</sup> Considera US \$ 1.0 = L. 18.89

<sup>∞</sup>Duración del periodo lluvioso en la zona.

## **CONCLUSIONES**

La mortalidad de maleza más alta a los 7 y 14 días después de la aplicación fue la de Paraquat con 89% y 84% respectivamente, a los 21 y 28 días fue Glifosato con 94% y 97% respectivamente. Glufosinato alcanzó 60% a los 7 días, y la mortalidad descendió en las siguientes evaluaciones.

Paraquat fue el único tratamiento que causó daño significativo a las hojas de piñón.

Los costos son US \$ 169, 200 y 354, con Glifosato, Paraquat y Glufosinato, respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

Evaluar experimentos hasta el momento en el que todos los tratamientos hayan alcanzado un 0% de control después de la aplicación.

Medir el control de acuerdo a materia seca de las malezas en muestreos periódicos para disminuir la subjetividad de la toma de datos.

Considerar dos ciclos de aplicación de dos grupos de herbicidas para poder recomendar rotaciones de los mismos.

Utilizar herbicidas selectivos para plantas de la familia Euphorbiacea.

## LITERATURA CITADA

Bustamante Espinosa, A. 2007. Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de Paraquat y Glifosato. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 17 p.

Everman, W.J. 2008. Influence of environmental and physiological factors on glufosinate and glyphosate weed management. Ph.D. Thesis. Raleigh, North Carolina. North Carolina State University. 194 p.

Hernández Corrales, M.A. 1996. Evaluación de dosis y métodos de aplicación de Glifosato para el control del carbón (*Mimosa tenuiflora*). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 48 p.

Marcano, J.; Paredes, F. y Segovia, P. 1999. Control de malezas en yuca (en línea). Consultado 2 de oct. 2008. Disponible en <http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd59/yuca2.html>.

Morazán Padilla, J.A. 2007. Evaluación del control de malezas con Glifosatos genéricos. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 9 p.

Muñoz, R. y Pitty, A. 1994. Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 1. CERED. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 124 p.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo: Capítulo 12. Criterios económicos para el desarrollo de manejo de malezas (en línea). Roma, Italia. FAO. Consultado 3 de oct. 2008. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0g.htm>.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano, Honduras. Academic Press. Zamorano. 63 p.

Pitty, A. y Molina R., A. 1994. Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 2. CERED. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 136 p.

Valdespino, R.A. 2002. Evaluación de la aplicación de Glifosato antes del transplante y tres herbicidas a base de Glifosato con y sin quelato sobre el control de *Cyperus rotundus* L. Tesis Ing. Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 26 p.

WSSA (Weed Science Society of America/US). 2002. Herbicide Handbook. Ed. WK Vencill. 8 ed. Estados Unidos. 403 p.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Inventario de malezas del lote Texas II de la finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.

*Baltimora recta*  
*Bernardia sidoides*  
*Calopogonium muconoides*  
*Cleome viscosa*  
*Croton hirtus*  
*Cyperus iria*  
*Digitaria sanguinalis*  
*Diodia apiculata*  
*Echinochloa colona*  
*Euphorbia thymifolia*  
*Funastrum clausum*  
*Heliotropium fruticosum*  
*Ludwigia* sp.  
*Melochia tomentosa*  
*Mimosa* sp.  
*Phyllanthus niruris*  
*Scoparia dulcis*  
*Senna tora*  
*Stachytarpheta* sp.  
*Turnera pumilea*  
*Setaria geniculata*  
*Wissadula excelsior*

**Anexo 2.** Registro de Pluviómetro del 12 de Julio de 2008 al 09 de Agosto de 2008 del lote Texas, Finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras.

<b>Mes</b>	<b>Fecha</b>	<b>Precipitación (mm/día)</b>
Julio	12	19.3
	13	12.7
	14	3.8
	15	14.0
	16	0
	17	3.8
	18	38.1
	19	12.7
	20	31.7
	21	0
	22	7.6
	23	2.5
	24	11.4
	25	0
	26	0
	27	0
	28	0
	29	0
	30	1.3
	31	25.4
Agosto	1	63.5
	2	12.7
	3	49.5
	4	0
	5	63.5
	6	0
	7	0
	8	6.4
	9	0



Anexo 3. Mapa de la finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras



**Anexo 4.** Ejemplo de toma de datos de mortalidad.



**80%-Paraquat**



**95%-Glifosato**



**0%-Testigo**