

Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas

**Jonathan Efren Ayala Artica
Juan Fernando Zelaya Castellanos**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Jonathan Efren Ayala Artica
Juan Fernando Zelaya Castellanos

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Estudio de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas

Presentado por:

Jonathan Efren Ayala Artica
Juan Fernando Zelaya Castellanos

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas.

Jonathan Efren Ayala Artica
Juan Fernando Zelaya Castellanos

Resumen. En la mente de los productores la eficacia y calidad de los productos para el control de malezas depende de la marca y casa comercial, pero en realidad la eficacia de los glifosatos se basa en la cantidad de ingrediente activo del producto e ingredientes inertes no revelados. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas. Se llevó a cabo tres experimentos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, para medir la eficacia de los glifosatos seleccionados. En el primer experimento se midió la eficacia de los glifosatos, en donde ninguna formulación presentó diferencia estadística. En el segundo experimento se midió el efecto de la lluvia en la eficacia de glifosatos, en el cual se mostró que el glifosato reduce su control de malezas al ser aplicada una lámina de agua de 11 mm, 15 minutos después de aplicar el glifosato. En el tercer experimento se midió el efecto de dos concentraciones de urea en el control de malezas con glifosato, en donde en los 28 días después de aplicado no existió diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo todos al final un control de malezas del 98%. Los proyectos realizados demostraron que no hay diferencia significativa entre las cinco formulaciones evaluadas, que una lámina de 11 mm reduce la acción del glifosato y que el uso de glifosato con urea no tiene diferencia en el control de malezas a la dosis aplicada.

Palabras clave: Aplicación, eficacia, Glifosato, simulación.

Abstract: In the minds of producers the effectiveness and quality of products for weed control depends on the brand and marketing firm, but in reality the effectiveness of glyphosate is based on the amount of active ingredient in the product and inert ingredient not disclosed. The aim of the study was to evaluate the efficacy of five formulations of glyphosate in weed control. Three projects were conducted in the Pan-American Agricultural School, Zamorano, Honduras to measure the effectiveness of glyphosate selected. In the first experiment the efficacy of glyphosate was measured, where any formulation presented statistical difference. In the second experiment the effect of rain on the effectiveness of glyphosate was measured, where in it was shown that glyphosate reduces weed control when a sheet of water of 11 mm is applied, after 15 minute of the application of glyphosate. In the third experiment was measured the effect of two concentrations of urea in weed control with glyphosate, where in the four weeks after application there was no significant difference between the treatment, at the end all presenting a weed control of 98%. The projects have shown no significant difference between the five formulations tested, a sheet of 11 mm reduces the action of glyphosate and glyphosate use with urea has no difference in the weed control at the dose applied.

Key words: Application, effectiveness, Glyphosate, simulation.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1.	Formulaciones de los glifosatos utilizados en el control de malezas en una plantación de mangos	5
2.	Descripción de los tratamientos con el GlifosatoE + Urea.....	7
3.	Porcentaje del control de malezas con cinco formulaciones de glifosato. ...	10

Figuras		Página
1.	Estructura química del glifosato (Glifosato datos de identificación).	2
2.	Lote de mangos ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, donde se estableció el experimento de eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas.....	4
3.	Control de malezas con machete y azadón en parcelas delimitadas en el lote de mangos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	5
4.	Aplicación de las cinco formulaciones de glifosato 28 días después de la siembra del arroz.....	6
5.	Simulación de la lluvia 15 min después de la aplicación de las cinco formulaciones de glifosato.	7
6.	Aplicación de los tratamientos GlifosatoE, GlifosatoE + 625 g de urea y GlifosatoE + 1250 g de urea.	8
7.	Efecto de la lluvia en la efectividad de las cinco formulaciones de Glifosato a los 7, 14,21 y 28 días después de la aplicación.....	11
8.	Terreno aplicado con glifosato, glifosato + 2.5 g/L de urea y glifosato + 5 g/L de urea a los 21 días después de la aplicación.	12
9.	Porcentaje de control del glifosato y las dosis de urea.	13

1. INTRODUCCIÓN

El glifosato es uno de los herbicidas sistémicos no selectivos de amplio espectro más utilizado en el mundo, representa el 25% del mercado global de herbicidas. Fue introducido inicialmente al mercado con el nombre comercial de Round Up en 1974. El glifosato fue patentado por Monsanto, esta patente venció en 2000 y desde entonces muchas empresas venden la molécula de glifosato bajo su propio nombre (Monsanto 2015).

El glifosato, una vez que entra en la planta, inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos y sin estos aminoácidos las plantas no pueden metabolizar y por lo tanto no pueden crecer (Monsanto 2015). Penetra a través del follaje o partes verdes de la planta, se trasloca por toda la planta mediante el floema. No es preemergente ya que es un herbicida que no persistente en el suelo, para obtener el mejor control posible el glifosato debe aplicarse cuando las malezas estén metabólicamente activas, que tenga de 15 a 30 cm de altura (Rimaxato s.f.).

Los glifosatos tienen una formulación generalmente de dos ingredientes, el ingrediente inerte que es el mayor volumen dentro del envase y el ingrediente activo que generalmente viene en un porcentaje de 35,6% o 36%. Tiene una fórmula química de: $C_6H_{17}N_2O_5P$, dentro de la clasificación de los Fosfonometilglicina (Hartzler *et al.* 2011).

Uno de los factores más importantes al utilizar glifosatos es conocer su formulación, ya que su eficiencia está muy influenciada por los adyuvantes en la formulación (Hatzios *et al.* 1985). Existen varias formulaciones que dependen de la maleza que se desea controlar y de la eficiencia que pueda tener en la planta (Gaskin *et al.* 1992). La retención del herbicida en la hoja puede ser afectada por los ingredientes inertes (Doods *et al.* 2007).

Con la aplicación de glifosato se busca reducir la presencia de malezas a un nivel donde no sea una competencia para el cultivo, debido a que las malezas son más eficientes compitiendo que los cultivos. Las malezas poseen características que las hacen mucho más exitosas, características como: gran producción de semillas, un crecimiento acelerado, tienen efecto alelopáticos, un sistema radicular de crecimiento más rápido y mayor, sus semillas poseen una latencia que las pueden mantener muchos años viables y son de fácil dispersión (Pitty y Godoy, 1997).

El control de malezas en los países desarrollados se realiza con herbicidas y maquinaria, ya que éstas suelen ser más productivas, pero afectan la conservación de los suelos y la contaminación ambiental. En los países en vías de desarrollo es al contrario, ya que los

pequeños agricultores utilizan un 40% de su tiempo combatiendo manualmente las malezas y esta práctica no es productiva cuando se hace fuera del periodo crítico de las malezas (FAO 2006). Al tratar de controlar las malezas es muy importante reconocer los tipos de malezas que se encuentran en el terreno para darles un mejor manejo. Se debe identificar si son sensibles o tolerantes a los herbicidas, ya que la resistencia de las malezas es algo relevante con que se está combatiendo actualmente. Al utilizar herbicidas se recomienda no usar cantidades altas ni de manera constante, ya que eso puede acelerar la resistencia a los herbicidas (FAO 2007).

El manejo integrado de plagas son estrategias y técnicas muy importantes para combatir las malezas. Es relevante tener conocimientos básicos para lograr identificar las malezas y su nivel de infestación, conocer la biología y ecología de las especies de malezas predominantes, el efecto competitivo y los umbrales económicos e investigar los métodos de control técnicamente efectivos, económicos, viables y seguros para el ambiente (Labrada y Parker 1996). El objetivo principal del manejo integrado de plagas no es lograr erradicar las plagas, sino reducir el impacto negativo que nos esté causando (Montaldo 1995).

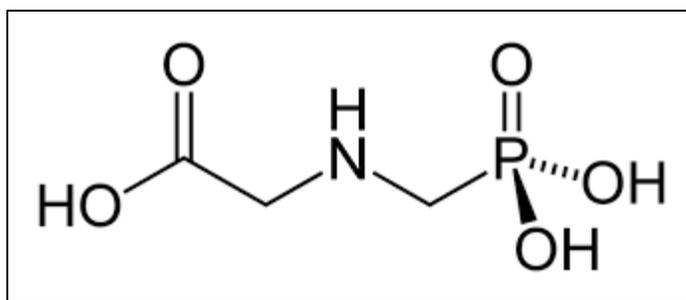


Figura 1. Estructura química del glifosato (Glifosato datos de identificación).

La toxicidad del glifosato en animales y seres humanos es muy baja ya que estos seres vivos no producen la enzima enol-piruvil-shikimato-fosfato-sintetasa, solamente es producida por bacterias, plantas y hongos que para ellos si resulta muy peligroso la molécula del glifosato. Puede interferir en algunas funciones enzimáticas en los animales, pero los síntomas de envenenamiento solo ocurren a dosis muy altas. En humanos, los síntomas de envenenamiento incluyen irritaciones dérmicas y oculares, náuseas y mareos, edema pulmonar, descenso de la presión sanguínea, reacciones alérgicas, dolor abdominal, pérdida masiva del líquido gastrointestinal, vómito, pérdida de conciencia, destrucción de glóbulos rojos, electrocardiogramas anormales y daño o falla renal (Kaczewer 2002).

La lluvia es un factor importante que se debe tomar en cuenta al momento de la aplicación de glifosato, ya que es vulnerable al lavado y puede disminuir su acción sistemática debido a su penetración lenta en la hoja. Se recomienda que para que el herbicida tenga una buena penetración en la hoja no debe de llover por lo menos seis horas luego de su aplicación para evitar pérdidas por lavado (Monsanto s.f.). Cuando se tiene problemas por falta de retención

de algún herbicida es necesario utilizar un surfactante o adherente para facilitar la retención y penetración del herbicida al follaje.

Es importante conocer el pH del agua al momento de la aplicación de glifosatos ya que nos indica la acidez de una sustancia. La acidez es una de las características más importantes del agua para tomar en cuenta al momento de aplicar herbicidas y está determinado por el número de iones de hidrógeno libres en una sustancia. El agua disuelve casi todos los iones y el pH sirve para comparar algunos de los iones más solubles en el agua (Lenntech, s.f.).

La urea se ha utilizado mucho por productores medianos y pequeños, ya que se cree que tiene un efecto acidificante en el pH del agua que hace que los glifosatos trabajen mejor. La aplicación de urea como un adyuvante¹ podría aumentar la eficacia de glifosato y hacer que sea posible un control eficaz de malezas con glifosato a dosis más baja. Por otra parte, la urea mostró menos causticidad² a herramientas de pulverización y se presenta menos peligro para la salud. Por lo tanto, la urea es aceptada como una nueva, eficaz y ambientalmente adyuvante para el glifosato (Pingliang y Shun 2011).

Los objetivos de los experimentos fueron: determinar si existe diferencia en la formulación de cinco marcas comerciales de glifosato, si la lluvia tiene efecto sobre la aplicación con glifosato y la eficiencia del glifosato mezclado con dos dosis de urea.

¹ Que ayuda.

² Cualidad de caustico (que quema y destruye los tejidos animales)

2. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, localizada en a 30 km en la carretera de Tegucigalpa a Danlí, Honduras. El lugar se encuentra a 800 msnm, latitud 14°4' Norte y longitud 87°22' Oeste; tiene una temperatura promedio anual de 23.3 °C y una precipitación promedio anual de 1023 mm.

Para la publicación de este estudio no se utilizará el nombre comercial de los productos para evitar el daño de los intereses económicos de las casas comerciales.

Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas. Las pruebas se realizaron con seis réplicas, en parcelas de 3 × 3 m en una plantación de mangos (Figura 2). Se aplicaron los tratamientos con las malezas ya establecidas. Además, se evaluó un testigo absoluto en el cual no se aplicó herbicida y no se tomó en cuenta en el análisis estadístico. También hubo un tratamiento con machete y otro con azadón (Figura 3). Los tratamientos se distribuyeron en las parcelas de forma aleatoria.



Figura 2. Lote de mangos ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, donde se estableció el experimento de eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas.

Cuadro 1. Formulaciones de los glifosatos utilizados en el control de malezas en una plantación de mangos

Glifosato	Cantidad de ingrediente activo (g/L)	Ingredientes inertes (g/L) ^a
GlifosatoA	360	640
GlifosatoB	356	644
GlifosatoC	356	644
GlifosatoD	360	640
GlifosatoE	360	640

^a La identidad de los ingredientes inertes es secreto comercial de cada empresa.



Figura 3. Control de malezas con machete y azadón en parcelas delimitadas en el lote de mangos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Se aplicó con equipo de protección personal (uniforme de protección, guantes, botas de goma, mascarilla de filtro de carbono, gorra y gafas de protección), bomba Matabi de 16 L y una boquilla TJ-8002. La dosis utilizada para todas las formulaciones fue de 900 g i.a/ha (2.5 L/ha). Todas las formulaciones se aplicaron sin ningún aditivo.

Se estimó visualmente el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21, 28 y 35 después de la aplicación, siguiendo la metodología del Australian Weeds Committee (Committee Australian Weeds 1979). Se utilizó un rango de 0 a 100%, siendo 0% sin control y 100% el máximo control. Las malezas predominantes fueron: *Sida acuta*, *Bidens pilosa*, *Digitaria sanguinalis*, *Bidens pilosa*, *Mimosa pudica*, *Sclerocarpus phyllocephalus* y *Eleusine indica*. Las malezas menos abundante fueron: *Emilia fosbergii*, *Lepidium virginicum*, *Commelina diffusa* y *Sporobolus poiretii*.

El diseño experimental fue un BCA (bloques completamente al azar). La separación de medias se realizó con la prueba Duncan al 5%. No hubo transformación de los datos al arcoseno.

Efecto de la lluvia en la eficacia de cinco formulaciones de glifosato. Se usaron las mismas formulaciones de glifosato usadas en el experimento de la eficacia de las formulaciones de glifosato (Cuadro 1), además, hubo un testigo absoluto el cual no se tomó en cuenta para el análisis estadístico. Las pruebas se realizaron en 36 bandejas de $37 \times 35 \times 15$ cm y tres réplicas, se llenaron con suelo y se sembraron 5.5 g de arroz en cada bandeja.

A los 28 días después de la siembra se aplicaron los tratamientos a una dosis de 720 g i.a/ha de glifosato en una solución de agua de 200 L/ha de agua (Figura 4). Se usó una bomba de mochila modelo T, de acero inoxidable, presurizada con CO₂ a una presión de 25 psi, un aguilón de 2 m de ancho con cuatro boquillas Teejet® XR8003 SV. Al momento de la aplicación y simulación de la lluvia se registró una humedad relativa de 55%, temperatura de 34°C y la velocidad del viento fue de 0.3 km/h.



Figura 4. Aplicación de las cinco formulaciones de glifosato 28 días después de la siembra del arroz.

Se simuló una lluvia a los 15 minutos después de la aplicación a la mitad de las bandejas y la otra mitad sin lluvia para medir el lavado que existe de estos glifosatos. La lluvia se simuló con una bomba de CO₂, una presión de 25 psi y un aguilón de 2.0 m con cuatro boquillas abanico plano Teejet® XR 8003 SV. La lluvia simulada fue 15 minutos después de la aplicación de los glifosato; se aplicaron 11 mm de agua medidos con cinco pluviómetros ubicados entre los espacios de las bandejas (Figura 5).



Figura 5. Simulación de la lluvia 15 min después de la aplicación de las cinco formulaciones de glifosato.

El efecto de la lluvia sobre el glifosato se determinó siguiendo la metodología del Australian Weeds Committee (Committee Australian Weeds 1979), se comparó el testigo absoluto contra los demás tratamientos y se simuló la lluvia, el control se tomó cuatro veces, a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación del glifosato. Se estimó el efecto de la lluvia sobre los glifosatos en un rango de 0 a 100%, siendo 0% en donde no hubo control y 100% en donde se obtuvo un control químico de los glifosatos en el arroz y se hizo tomando en cuenta el grado de daño en cada bandeja.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con medidas repetidas en el tiempo. La separación de medias se realizó con la prueba Duncan en el análisis estadístico.

Efecto de dos concentraciones de urea en el control de malezas con glifosato. El ensayo consistió en cuatro tratamientos (Cuadro 2.) con cuatro réplicas y se aplicaron en 16 parcelas de 4 × 5 m (Figura 6). Hubo un testigo donde no se aplicó nada y que no se tomó en cuenta en el análisis estadístico, lo dejamos como testigo absoluto. La cantidad de agua usada para los tres tratamientos fue de 250 L/ha y la dosis de glifosato usada fue de 720 g i.a/ha.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos con el glifosato GlifosatoE + Urea

Tratamiento	Ingrediente activo (g/ha)	Cantidad de urea (g/ha)
Testigo	0	0
GlifosatoE	720	0
GlifosatoE + 625 g de urea	720	625
GlifosatoE + 1250 g de urea	720	1250

Cada tratamiento fue disuelto en botellas plásticas de 3.0 L. Las aplicaciones se realizaron con una bomba de mochila Jacto de 16 L con una boquilla TJ-8002. Primero se aplicó el tratamiento que consistía solamente de glifosato (GlifosatoE), luego se aplicó el tratamiento con GlifosatoE 36 SL + 625 g de urea y por último el tratamiento de GlifosatoE + 1250 g de urea, esto para evitar residualidad dejada por los tratamientos con urea afectara al tratamiento que no llevaba urea.

Se estimó el porcentaje de control a los 7, 14, 21 y 28 días después de su aplicación, siguiendo la metodología del Australian Weeds Committee (Committee Australian Weeds 1979), se estimó el grado de daño en cada parcela. Se evaluó en base de un porcentaje, siendo 0% el valor sin control y 100% el control máximo de malezas. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo. La separación de medias se realizó con la prueba Duncan.

En el terreno en donde se hizo el experimento se encontraron malezas sobre todo gramíneas con un bajo porcentaje de malezas hojas anchas, las malezas predominantes fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Chloris virgata*. La toma de datos de la eficiencia del herbicida se realizó excluyendo las malezas de hoja ancha y tomando en cuenta solo las malezas de hoja angosta (gramíneas).



Figura 6. Aplicación de los tratamientos GlifosatoE, GlifosatoE + 625 g de urea y GlifosatoE + 1250 g de urea.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas

Los controles de malezas más bajos fueron a los 7 días después de aplicar las formulaciones de glifosato. El control de malezas más alto se obtuvo a los 28 días. A los 35 días el control se redujo con respecto a los 28 días, pero fue superior al control obtenido a los 7 días (Cuadro 3). Los datos tomados a los 28 días, donde se obtuvo el control más alto de malezas, indican que el efecto del glifosato es sistémico, retardado y que trabaja progresivamente. A los 30 días se reduce el control en las malezas debido a que el glifosato solo hace efecto en plantas que recibieron el producto en su follaje, no afecta las semillas que se encuentran en el suelo ni las que están por germinar (Marchesi y Pauletti s.f.).

A los 7 días después de aplicados los tratamientos, el mayor control se obtuvo con el azadón debido a que el azadón elimina los meristemos de crecimiento y las reservas ubicadas en las coronas y bases de las plantas dificultando así su rebrote (National Academy of Sciences 1986). El segundo mejor tratamiento se obtuvo con el machete, el cual no es tan efectivo como el azadón, ya que el corte es superficial y deja los meristemos con las raíces, esto provoca que con la lluvia la mayoría de las plantas vuelvan a rebrotar rápidamente.

Las formulaciones GlifosatoA, GlifosatoB, GlifosatoC, GlifosatoD y GlifosatoE no presentaron diferencia significativa entre ellos a los 35 días. A los 28 días se mantuvo siempre el tratamiento con azadón como el mejor, seguido por el control con el machete. Al final de los 35 días, el azadón se mantuvo con el mejor control seguido del tratamiento con machete y los tratamientos con glifosato no tuvieron una diferencia significativa entre ellos e igualaron el control del machete.

A pesar de que hubo diferencia entre los tratamientos con machete y azadón, no hubo diferencia entre las formulaciones. Esto se puede deber a que los glifosatos están formulados a base de la sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina a la misma concentración de 360 g i.a/L, excepto el GlifosatoB y GlifosatoC que tienen una concentración de 356 g i.a/L (Cuadro 1). Todas las formulaciones tienen ciertos aditivos que mejoran la eficiencia de cada formulación; sin embargo las empresas no dan a conocer los aditivos utilizados en las formulaciones.

Cuadro 3. Porcentaje del control de malezas con cinco formulaciones de glifosato

Tratamientos	Día				
	7	14	21	28	35
Azadón	92 a [§]	92 a	88 a	83 a	78 a
Machete	67 b	66 b	60 b	55 b	49 b
GlifosatoB	16 c	26 c	35 c	45 b	40 b
GlifosatoA	15 c	25 c	35 c	44 b	44 b
GlifosatoD	14 c	24 c	35 c	46 b	40 b
GlifosatoE	12 c	23 c	35 c	44 b	37 b
GlifosatoC	10 c	21 c	27 c	45 b	39 b

[§] Las medias en las columnas con distinta letra representan una diferencia estadística al 1%.

Efecto de la lluvia en la eficacia de cinco formulaciones de glifosato

Con una lámina de agua de 11 mm, hubo una reducción significativa en el control de malezas a los 28 días después de la aplicación, en comparación con los tratamientos aplicados sin lluvia. Los tratamientos con simulación de lluvia no presentaron diferencias significativas entre sí.

Las cinco formulaciones de glifosato causaron daño al arroz a medida que los días transcurrían después de la aplicación (Figura 7 A-D). El GlifosatoE fue el que ocasionó el mayor daño en las cuatro semanas después de la aplicación. En todas las evaluaciones, el daño al arroz fue mayor cuando no hubo simulación de lluvia, que cuando se simuló una lluvia después de la aplicación. Martín Ponce (2011) indicó que la efectividad de las formulaciones de glifosatos es reducida por la lluvia.

Cuando no hubo lluvia, el GlifosatoE causó mayor daño, comparado con las otras formulaciones, pero a medida transcurrió el tiempo (28 días) GlifosatoA y GlifosatoB igualaron su eficacia, esto puede ser atribuido a los ingredientes inertes no especificados por las compañías. Hay estudios que sugieren que los ingredientes inertes pueden magnificar los efectos de los principios activos hasta mil veces (Rap-Al 2014).

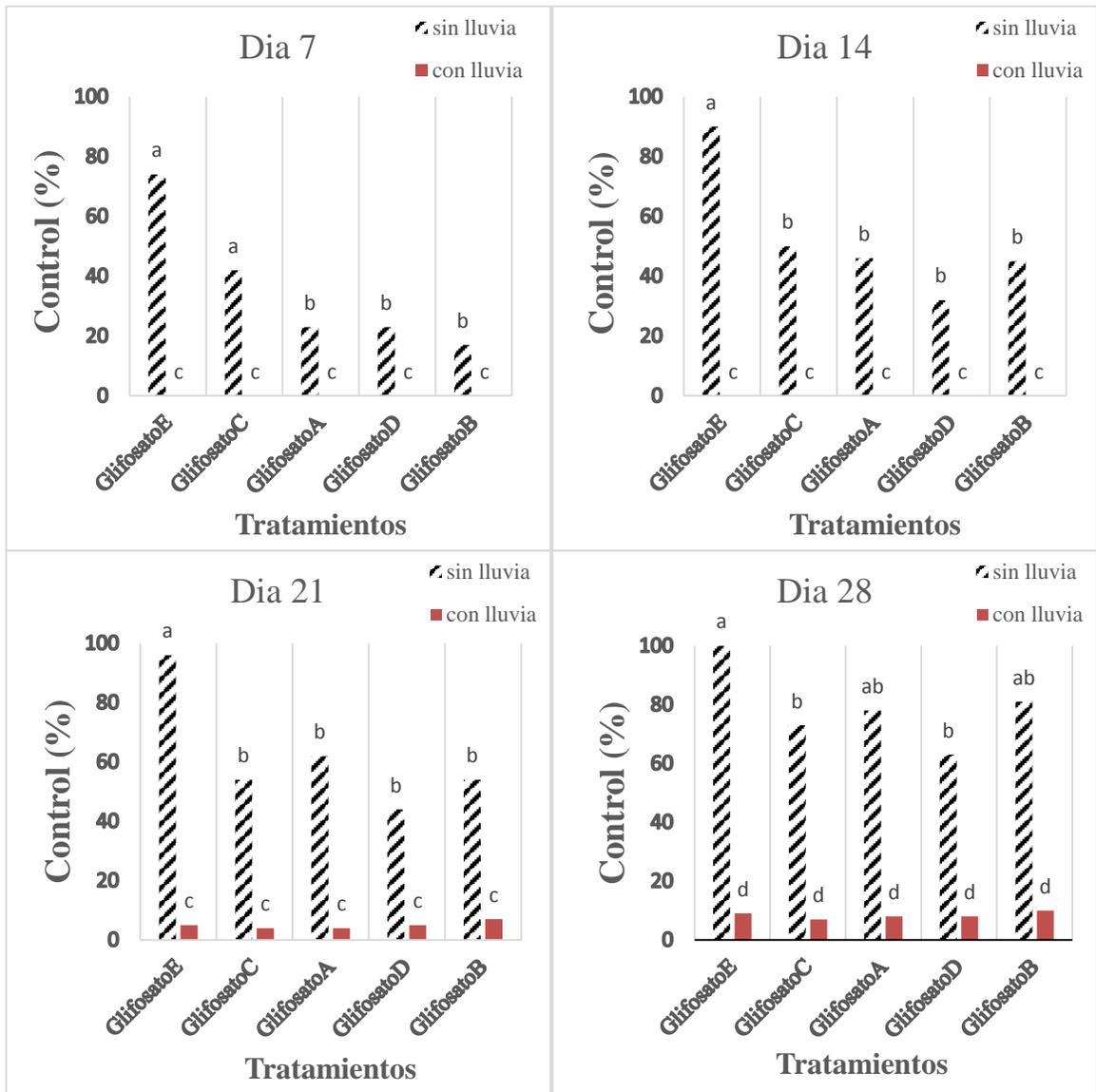


Figura 7. Efecto de la lluvia en la efectividad de las cinco formulaciones de Glifosato a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación.

Efecto de dos concentraciones de urea en el control de malezas con glifosato

A los 7 días se presentó el control más bajo; los tratamientos alcanzaron su máxima eficiencia a los 14 días y se mantuvieron hasta los 28 días después de su aplicación (Figura 8). No existe diferencia estadística entre los tratamientos (formulación + urea) en toda la evaluación (Figura 9). Se puede observar que las diferentes dosis utilizadas de urea no generaron algún cambio en el control de las malezas al ser aplicadas con glifosato. En este experimento el control de los tratamientos se mantuvo constante durante las cuatro semanas.



Figura 8. Terreno aplicado con glifosato, glifosato + 2.5 g/L de urea y glifosato + 5 g/L de urea a los 21 días después de la aplicación.

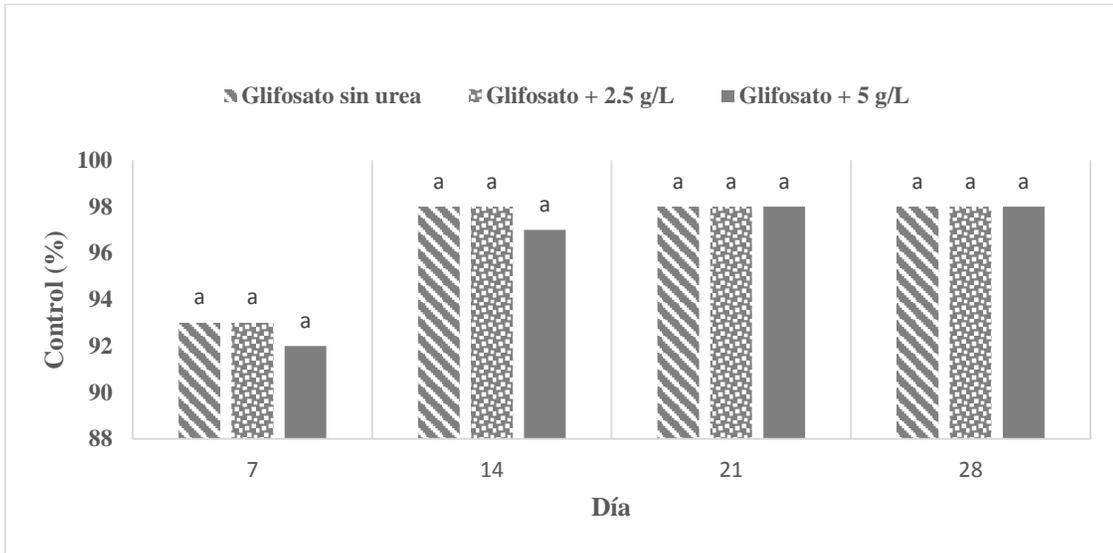


Figura 9. Porcentaje de control del glifosato y las dosis de urea.

4. CONCLUSIONES

- No hubo ninguna diferencia significativa en la eficacia de las cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas.
- Las formulaciones de glifosato después de una lámina de 11 mm de lluvia reduce su acción en el control de malezas.
- No existió un aumento o reducción en el control de malezas al mezclar Glifosato con urea.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar la formulación de glifosato que genere el menor costo, ya que todos presentan una misma eficiencia en el control de malezas.
- Aplicar glifosato en días que no haya pronóstico de lluvia o utilizar un adherente al momento de su aplicación para reducir pérdidas por lavado.
- No mezclar urea con glifosato, porque no aumenta el control de malezas y aumenta el costo de la aplicación.
- Realizar un experimento utilizando herbicidas de penetración lenta mezclado con urea para observar si tiene un efecto sobre la aplicación de herbicidas.

6. LITERATURA CITADA

Committee Australian Weeds.1979. Guidelines for Field Evaluation of Herbicides. Canberra, Australian: Australian Government Publishing Service.

Doods, D.M., D.B. Reynolds, J.H. Massey, M.C. Smith, y C.H. Koger. 2007. Effect of adjuvant and urea ammonium nitrate on Bispyribac efficacy, absorption, and translocation in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). II. Absorption and Translocation. *Weed Science* 55(5):406–411.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. Recomendaciones para el manejo de las Malezas. Roma, Italia. FAO. 3 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2007. Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas (en línea). Consultado el 14 de Junio del 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1422s.pdf>

Gaskin, R. E. y P. J. Holloway. 1992. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono (isopropyl ammonium) by polyoxyethylene surfactants. *Pesticide Science*. 34:195-206.

Glifosato (s.f.) Datos de identificación (en línea). Consultado el 18 de Junio del 2015. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/glifosato.pdf>.

Hartzler, B., C. Boerboom, G. Nice y P. Sikkema. 2011. La importancia de entender el glifosato para mejorar su performance. Consultado el 18 de junio de 2015. Disponible en <http://www.agromeat.com/32510/la-importancia-de-entender-el-glifosato-para-mejorar-su-performance>.

Hatzios, K.K. y D. Penner. 1985. Interactions of herbicides with other agrichemicals in higher plants. *Weed Science* 1:1–63.

Kaczewer, J. 2002. Toxicología del glifosato (en línea) Consultado el 18 de Junio del 2015. Disponible en http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Salud/Toxicologia_del_Glifosato_Riesgos_para_la_salud_humana

Labrada, R. y Parker, C. 1996. El control de las malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. In: R. Labrada (ed) Manejo de las malezas para países en desarrollo. Roma, Italia. p 3.

Lenntech. s.f. Medida de calidad de agua: el pH (en línea). Consultado el 8 de Septiembre del 2015. Disponible en <http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>

Marchesi, E. y Pauletti, M. s.f. El correcto uso del glifosato (en línea). Consultado el 8 de Septiembre del 2015. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R97/R97_39.htm

Martin Ponce, P. L. 2011. El efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato en control de coyolillo (*Cyperus rotundus*). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 6 p.

Monsanto. s.f. Glyphosate (en línea). Consultado el 18 de Junio del 2015. Disponible en <http://www.monsanto.com/glyphosate/pages/default.aspx>

Monsanto. 2015. Roundup Formulación Granulada. Consultada el 18 de junio de 2015. Disponible en <http://www.monsanto.com/global/ar/productos/documents/roundup-fg-mon-78844.pdf>

Montaldo, P. 1995. Manejo ecológico de las malezas. Valdivia, Chile, Ediciones Universidad Austral de Chile, Dirección de pregrado. 3 p.

National Academy of Science, 1986. Plantas nocivas y como combatirlas. Tercera reimpresión Ed. Limusa, S.A. de C.V. Méx. 574 p.

Pingliang, L. y Shun, H. 2011. Evaluation of the efficacy of glyphosate plus urea phosphate in the greenhouse and the field. College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing.

Pitty, A. y Godoy. 1997. Importancia y características de las malezas. In: A. Pitty (ed) Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press. Honduras. 3 p.

RAPAL. 2014. Agrotóxicos: sustancias "inertes" más tóxicas que los ingredientes activos (en línea). Consultado el 9 de octubre del 2015. Disponible en http://www.rapaluruaguay.org/agrotoxicos/Prensa/Agrotoxicos_sustancias_inertes_mas_toxic_que%20principios_activos.htm

Rimac. s.f. Rimaxato ficha técnica (en línea). Consultado el 9 de octubre del 2015. Disponible en http://rimacsa.co.cr/wp-content/uploads/2015/05/RIMAXATO-356-SL_Herbicida_ES.pdf