

**El efecto de la lluvia en tres formulaciones de
Glifosato en control de coyolillo (*Cyperus
rotundus*)**

Pedro Leonardo Martin Ponce

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**El efecto de la lluvia en tres formulaciones de
Glifosato en control de coyolillo (*Cyperus
rotundus*)**

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

Presentado por

Pedro Leonardo Martín Ponce

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

El efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato en control de coyolillo (*Cyperus rotundus*)

Presentado por:

Pedro Leonardo Martin Ponce

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ingeniería Agronómica

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Martin Ponce, P.L. 2011. El efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato sobre el control del coyolillo (*Cyperus rotundus*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 10 p.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la lluvia a los 15 y 45 minutos después de la aplicación de tres formulaciones de Glifosato sobre el control de *Cyperus rotundus*. Se recolectaron tubérculos de coyolillo y se colocaron 40 tubérculos en bandejas de 37 × 35 × 17 cm. A los 45 días después de la siembra se aplicaron las formulaciones Glifosato Alemán 35.6 SL, Rimaxato 35.6 SL y Round-up 35.6 SL a una dosis de 1068 g de i.a/ha para evaluar su efecto bajo condiciones de lluvia a los 15 y 45 min después de la aplicación. La lluvia aplicada se determinó con tres pluviómetros, intercalados en el área de aplicación. La lluvia simulada a los 15 minutos fue de 19 mm (en 17 minutos), la de los 45 minutos fue 21 mm (en 19 minutos). Se evaluó el efecto de los tratamientos cada 7 días con análisis visual según la tabla de evaluación cualitativa para el control de maleza y daño al cultivo; a los 31 días se analizó la materia seca para evaluar la reducción en crecimiento. Se utilizó Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 3 × 3 con tres repeticiones y separación de medias Student-Newman-Keuls (SNK) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. El Glifosato Alemán 35.6 SL presentó mayor control durante todo el ensayo sin lluvia. Rimaxato 35.6 SL presentó mayor control a los 14 y 21 días después de la lluvia a 45 min; el Glifosato Alemán 35.6 SL obtuvo un incremento de daño a lo largo de los 31 días, igualando el nivel de daño causado por Rimaxato 35.6 SL. En el porcentaje de daño en materia seca, Round-up 35.6 SL presentó una diferencia significativa comparada con los demás tratamientos a los 45 min después de la aplicación. La efectividad de todas las formulaciones se redujo por la lluvia a los 15 y 45 min después de la aplicación. A lo largo del estudio se observó una diferencia significativa de Glifosato Alemán 35.6 SL y Rimaxato 35.6 SL comparado con Round-up 35.6 SL a los 45 min de lluvia después de la aplicación. El Glifosato Alemán 35.6 SL obtuvo un mayor porcentaje de daño en coyolillo comparado con los demás formulaciones de Glifosato del estudio sin simulación de lluvia.

Palabras clave: Aplicación, efectividad, herbicida, simulación.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIONES	7
5. RECOMENDACIONES	8
6. LITERATURA CITADA.....	9

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página										
1. Porcentaje de daño en coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i>) a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación de tres formulaciones de Glifosato y la simulación de lluvia.....	4										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 15%;">Figuras</th> <th style="text-align: right; width: 85%;">Página</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">1. Unidades experimentales, comparando el efecto de la lluvia simulada a 15 y 45 min después de la aplicación, con testigos sin lluvia ni herbicida.</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">3</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">2. La simulación de la lluvia aplicada después de la aplicación de las tres formulaciones de Glifosato. La cantidad de lluvia se determinó con tres pluviómetros intercalados entre las bandejas durante la simulación de la lluvia</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">3</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">3. Efecto de la lluvia en la efectividad de tres formulaciones de Glifosato a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">5</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">4. Porcentaje de materia seca y efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato a los 31 días después de la aplicación.</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">6</td> </tr> </tbody> </table>		Figuras	Página	1. Unidades experimentales, comparando el efecto de la lluvia simulada a 15 y 45 min después de la aplicación, con testigos sin lluvia ni herbicida.	3	2. La simulación de la lluvia aplicada después de la aplicación de las tres formulaciones de Glifosato. La cantidad de lluvia se determinó con tres pluviómetros intercalados entre las bandejas durante la simulación de la lluvia	3	3. Efecto de la lluvia en la efectividad de tres formulaciones de Glifosato a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación	5	4. Porcentaje de materia seca y efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato a los 31 días después de la aplicación.	6
Figuras	Página										
1. Unidades experimentales, comparando el efecto de la lluvia simulada a 15 y 45 min después de la aplicación, con testigos sin lluvia ni herbicida.	3										
2. La simulación de la lluvia aplicada después de la aplicación de las tres formulaciones de Glifosato. La cantidad de lluvia se determinó con tres pluviómetros intercalados entre las bandejas durante la simulación de la lluvia	3										
3. Efecto de la lluvia en la efectividad de tres formulaciones de Glifosato a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación	5										
4. Porcentaje de materia seca y efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato a los 31 días después de la aplicación.	6										

1. INTRODUCCIÓN

Existen unas 250,000 especies de plantas, pero solamente unas 250 son consideradas malezas importantes. El coyolillo (*Cyperus rotundus*) es considerada la peor maleza en el mundo, se encuentra en más países, regiones y localidades que cualquier otra maleza, fue reportada en 1977 como maleza en 52 cultivos en 92 países (Holm *et al.* 1977).

Las malezas reducen los rendimientos, causan alelopatía a los cultivos y son hospederos alternos para insectos y enfermedades (Singh Pandey y Singh 2009). La capacidad de reproducción prolífica del coyolillo por medios asexuales, su compleja estructura subterránea (tubérculos, bulbos basales, raíces y rizomas) y su adaptación a altas temperaturas, radiación solar y la humedad, la han convertido en la maleza más seria en la agricultura de regiones tropicales, subtropicales y áridas (Travlos *et al.* 2009).

El Glifosato es considerado como uno de los recursos básicos para producción de millones de hectáreas de cultivos que actualmente se siembran en el mundo bajo los sistemas de labranza de conservación (Monsanto s.f.). Es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos y es el herbicida posemergente no selectivo más ampliamente usado. Es comúnmente disponible como una formulación de líquido soluble de la sal de isopropilamina, tiene diferentes surfactantes y cantidad de ingrediente activo (Caseley 1994).

La única forma que Glifosato pueda entrar en la planta es a través de tejido verde fotosintéticamente activo y es movible en el aploplasto y simplasto. Se mueve hacia los meristemas y puntos de crecimiento, causa clorosis y necrosis en las hojas (Caseley 1994). La molécula de Glifosato es fuertemente fijada por el aluminio y el hierro de las arcillas quedando moderadamente adsorbida a ellas, por lo que no puede ser tomada por la planta a través de las raíces (Monsanto s.f.).

El Glifosato es soluble en agua, por ello tiene una alta capacidad de adherirse rápidamente a las arcillas. Estudios revelan que la absorción de Glifosato aumenta según aumenta la cantidad de arcilla, CIC, y suelos de bajo pH y contenido de fósforo (Glass 1987). Debido a que se adhiere rápidamente al suelo, reduce su actividad de trabajar como herbicida teniendo contacto una vez con el suelo (Nomura y Hilton 1977).

Según algunos estudios realizados en control de *Sorghum halepense*, Glifosato (1 kg/ha) muestra un control del 98%, a los 28 días después del tratamiento, pero un control del 20% con una lluvia simulada a 20 y 120 min después de la aplicación (Bryson 1987). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la lluvia a los 15 y 45 minutos después de la aplicación con tres formulaciones de Glifosato sobre el control de *Cyperus rotundu*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de julio a septiembre de 2011 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano; localizada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras. El lugar está a una altura de 800 msnm, latitud de 14° Norte, longitud de 87° Oeste; la temperatura media anual es de 22°C y precipitación promedio anual de 1100 mm.

Los tubérculos de *Cyperus rotundus* se recolectaron y fueron separados visualmente en pequeños, medianos y grandes; se colocaron 40 tubérculos en una bandeja (37 × 35 × 15 cm). El suelo utilizado se extrajo del campo para simular el crecimiento de coyolillo en campo natural. Una semana después de sembrados se aplicó pendimetalina (500 g i.a/L) y Atrazina (900 g i.a/kg) para evitar el crecimiento de otras malezas y obtener una mayor población de *Cyperus rotundus*.

A los 45 días después de la siembra se aplicaron las tres formulaciones de Glifosato (Glifosato Alemán 35.6 SL, Rimaxato 35.6 SL y Round-up 35.6 SL). La dosis aplicada fue de 1068 g i.a/L. Se utilizó una bomba de CO₂, una presión de 30 psi y un aguilón de 2.0 m con cuatro boquillas de abanico plano Teejet XR 8003 SV.

Cada tratamiento consistió en 12 bandejas en total, de las cuales seis eran testigo. De las bandejas utilizadas como testigo, tres fueron para comparación directa del desarrollo de la maleza y las otras tres para comparar el efecto de las formulaciones aplicadas y sometidas a una lluvia simulada a los 15 y 45 minutos después de la aplicación (Figura 1).

La lluvia se simuló con una bomba de CO₂, una presión de 30 psi y un aguilón de 2.0 m con cuatro boquillas abanico plano Teejet XR 8003 SV. La lluvia aplicada se determinó con tres pluviómetros, intercalados en el área de aplicación (Figura 2), la lluvia aplicada fue el promedio recolectado en los tres pluviómetros. La lluvia simulada a los 15 minutos después de la aplicación fue de 19 mm (en 17 minutos), y a los 45 minutos fue 21 mm (en 19 minutos).

Se evaluó el control de maleza cada 7 días, desde los 7 días hasta los 31 días después de la aplicación. El control de malezas se determinó con un análisis visual según la tabla de evaluación cualitativa para el control de maleza y daño al cultivo (Alemán 2004), tomando en cuenta el grado de daño en cada bandeja. A los 31 días se analizó la cantidad de materia seca del coyolillo para estimar el porcentaje de materia seca. Para el análisis de materia seca se sacó todo el follaje, las raíces y tubérculos de las bandejas, se limpiaron con agua y se secaron en un horno a 105°C.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial 3×3 con tres repeticiones. Se utilizó el modelo lineal general (GLM) del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1, una separación de medias Student-Newman Keuls (SNK) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$

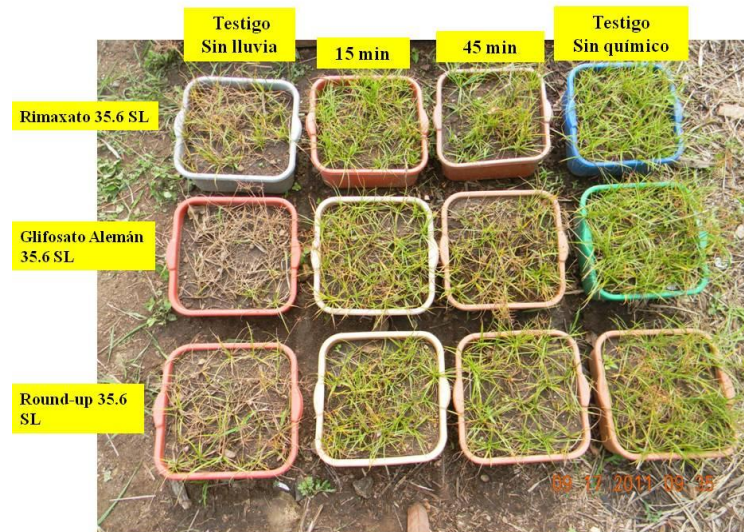


Figura 1. Unidades experimentales, comparando el efecto de la lluvia simulada a los 15 y 45 min después de la aplicación, con testigos sin lluvia ni herbicida.



Figura 2. La simulación de la lluvia aplicada después de la aplicación de las tres formulaciones de Glifosato. La cantidad de lluvia se determinó con tres pluviómetros intercalados entre las bandejas durante la simulación de lluvia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres formulaciones de Glifosato aumentaron el daño al coyolillo a medida los días aumentaron después de la aplicación. El Glifosato Alemán 35.6 SL fue el que ocasionó el mayor daño a las plantas de coyolillo a los 7 y 14 días después de la aplicación, a los 21 y 31 días después de la aplicación fue similar al Rimaxato 35.6 SL. En todas las evaluaciones el Round-up 35.6 SL fue la formulación con menor control del coyolillo. En todas las evaluaciones, el control de coyolillo fue mayor cuando no hubo lluvia, que cuando se simuló una lluvia a los 15 y 45 minutos después de la aplicación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de daño en coyolillo (*Cyperus rotundus*) a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación de tres formulaciones de Glifosato y la simulación de la lluvia.

Variables	Días después de la aplicación			
	7	14	21	31
Formulación de Glifosato				
Glifosato Alemán 35.6 SL	20 a [¶]	32 a	37 a	43 a
Rimaxato 35.6 SL	12 b	25 b	35 a	41 a
Round-up 35.6 SL	8 c	18 c	26 b	34 b
Lluvia				
Sin lluvia	28 a	52 a	71 a	86 a
45 min después (21 mm)	7 b	13 b	15 b	18 b
15 min después (17 mm)	5 b	9 c	12 b	13 b

[¶] Los promedios en las columnas (dentro de las variables) seguidos por letras diferentes con estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$), según la separación de medias SNK.

Hubo interacción formulación \times lluvia en todas las evaluaciones (Figura 3 A-D). Cuando no hubo lluvia, el Glifosato Alemán 35.6 SL causó mayor daño al coyolillo, comparado con las otras formulaciones, a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación. Con lluvia a los 15 minutos después de la aplicación, no hubo diferencia significativa a los 7, 14, 21 ni 31 días después de la aplicación entre las tres formulaciones (Figura 3 A-D). Cuando la lluvia fue a los 45 minutos después de la aplicación, a los 7 días después de la aplicación no hubo diferencia entre las tres formulaciones (Figura 3 A), pero en las evaluaciones a los 14, 21 y 31 días hubo diferencia estadística (Figura 3 B-D); Rimaxato 35.6 SL tuvo mayor control a los 14 y 21 días después de la lluvia a los 45 minutos (Figura 3 B), pero a

los 31 días Rimaxato y Glifosato Alemán tuvieron control similar, ambos fueron mejor que el Round-up (Figura 3 C).

A los 31 días las tres formulaciones no mostraron diferencia significativa en la cantidad de materia seca sin lluvia y a los 15 min después de la aplicación. Sin embargo, a los 45 min después de la aplicación si hubo diferencia significativa, Round-up mostro un aumento en materia seca en comparación con las demás formulaciones debido a que fue el más afectado por la lluvia (Figura 4).

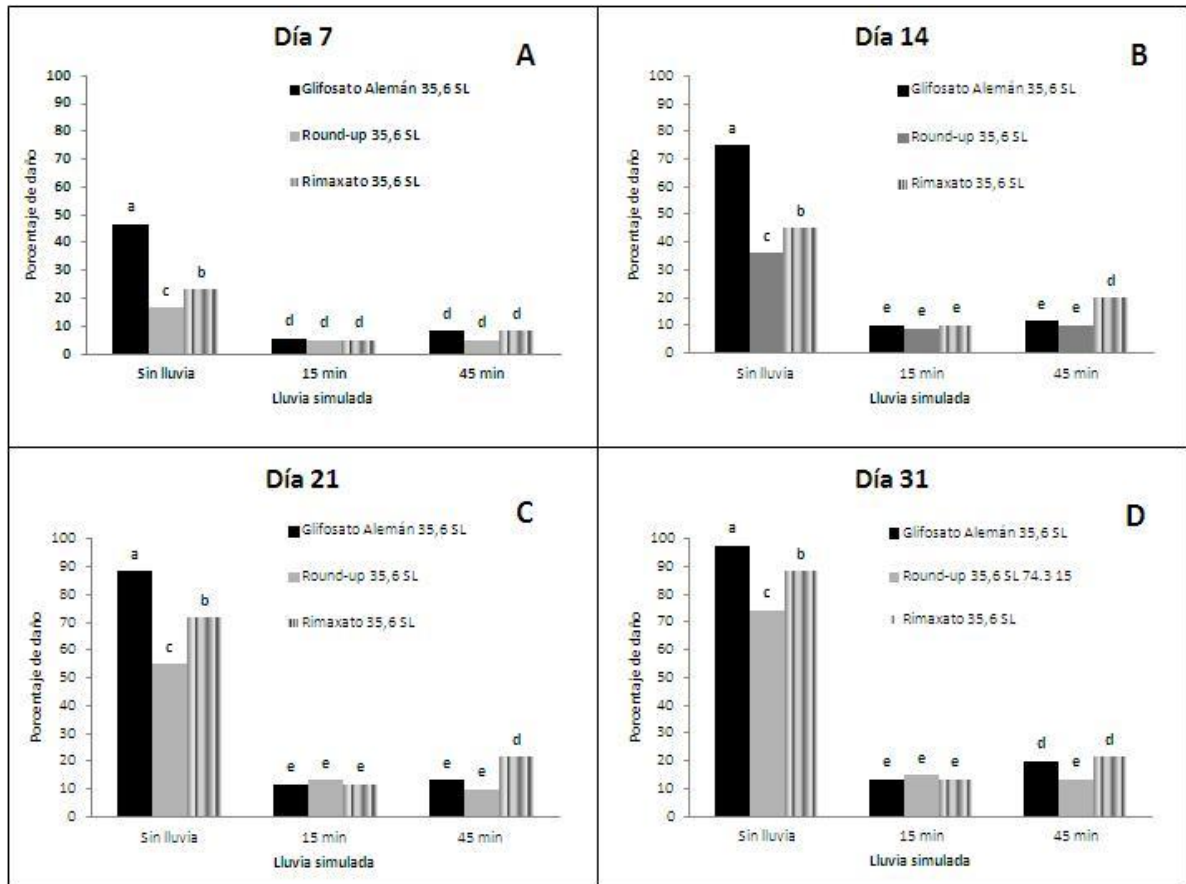


Figura 3. Efecto de la lluvia en la efectividad de las tres formulaciones de Glifosato a los 7, 14, 21 y 31 días después de la aplicación.

Los resultados son similares a otros estudios reportados en la literatura. Un estudio realizado en *Sorghum halepense* con aplicaciones de lluvias simuladas a 15 y 60 minutos usando surfactantes, el control fue 94% sin lluvia, 60% a los 60 minutos y 19% a los 15 minutos (Miller *et al.* 1998). También se ha reportado que la efectividad del Glifosato aumenta o disminuye por factores ambientales como la temperatura, radiación solar, humedad del suelo y humedad relativa (Adkins *et al.* 1998).

En este ensayo, se confirma que la efectividad de las tres formulaciones es reducida por la lluvia.

Sin embargo, el Glifosato Alemán 35.6 SL tuvo un mayor control del coyolillo en comparación con las demás formulaciones, sin lluvia, lo cual puede atribuirse a sus ingredientes inertes. No obstante, Glifosato Alemán 35.6 SL y Rimaxato 35.6 SL presentaron un control al simular lluvia a los 45 minutos después de la aplicación a 31 días (Figura 3 D).

La diferencia de materia seca de Round-up, en comparación con las demás formulaciones, puede ser debido a que los ingredientes inertes en la formulación son menos efectivos y permiten que la lluvia lave el ingrediente activo de las hojas, lo que redujo el daño al coyolillo y permitió que la planta siguiera creciendo y acumulando materia seca.

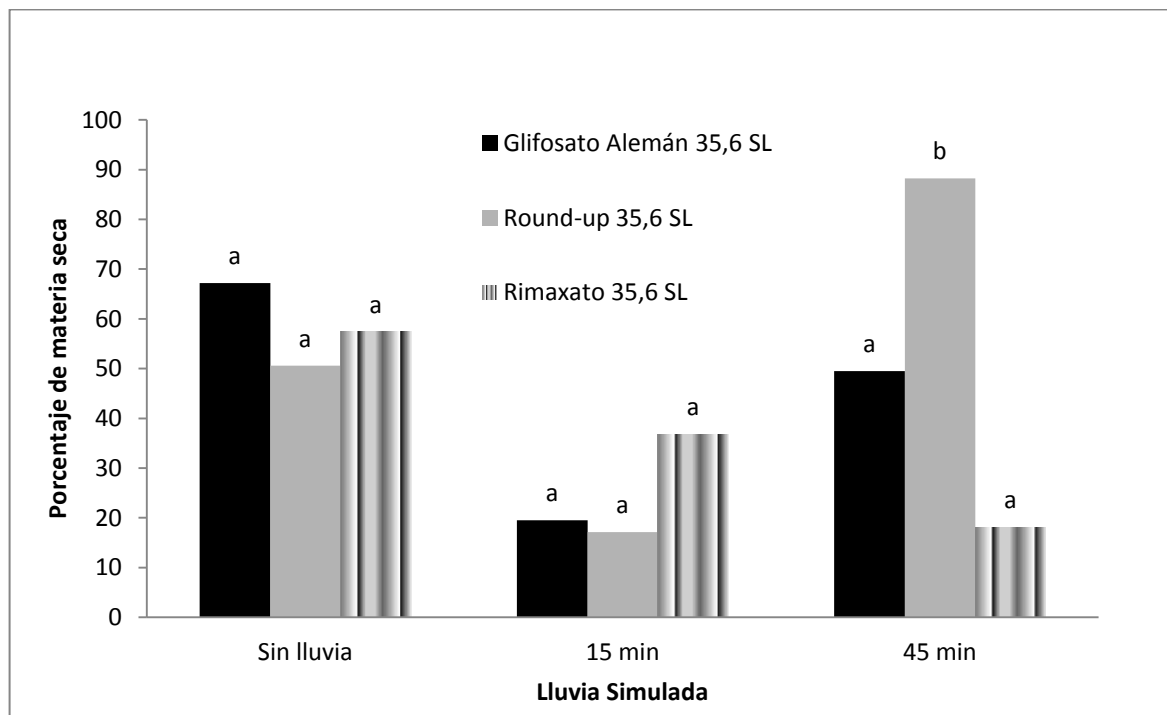


Figura 4. Porcentaje de materia seca y efecto de la lluvia en tres formulaciones de Glifosato a los 31 días después de la aplicación.

4. CONCLUSIONES

- La efectividad de las tres formulaciones de glifosato en el control de coyolillo se ve afectada por la lluvia a los 15 y 45 min después de la aplicación.
- A lo largo del estudio se observó un mayor daño significativo de Glifosato Alemán 35.6 SL y Rimaxato 35.6 SL comparado con Round-up 35.6 SL a los 45 min de lluvia simulada después de la aplicación.
- El Glifosato Alemán 35.6 SL obtuvo un mayor porcentaje de daño en coyolillo comparado con los demás formulaciones de glifosato del estudio sin simulación de lluvia

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de control de malezas con Glifosato, dando un periodo de tiempo de 12 horas sin precipitación.
- Analizar el efecto de factores ambientales tales como, la temperatura y humedad del suelo en Glifosato.
- Aplicar distintas láminas de agua con lluvia simulada y evaluar el efecto en Glifosato con diferentes tiempos después de la aplicación.

6. LITERATURA CITADA

Adkins S. W., Tanpipat S., Swarbrick J. y Boersma, M. 1998: Influence of environmental factors on glyphosate efficacy when applied to *Avena fatua* or *Urochloa panicoides*. Weed Research 38 (2): 129-138 p.

Aleman, F. 2004. Manual de investigación agronómica con énfasis en ciencia de las malezas UNA. Nicaragua. 107p.

Bryson, C. T 1987. Effects of rainfall on foliar herbicides applied to rhizome johnsongrass. Weed Science 35:115-119.

Caseley, J. C., 1994. Herbicides. Weed management for developing countries. p. 219-221

Glass, R.L. 1987. Phosphate adsorption by soils and clay minerals. Journal of Agricultural Food Chemistry 35(4):497-500.

Holm, L; Plucknett, D; Pancho, J; Herberg, G. 1977. The World's worst weeds. Distribution and biology. East-West Center. Hawaii. 3-25 p.

Miller, D. K., Griffin, J. L., y Richard, E. P. 1998: Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Control and Rainfastness with Glyphosate and Adjuvants. Weed Technology 12: 617-622

Monsanto s.f Manual Técnico SNT 16 p.

Nomura, N. S., y H. W. Hilton. 1977. The adsorption and degradation of glyphosate in five Hawaiian sugarcane soils. Weed Research 17:113-121.

Reddy, K. N. y Singh, M. 1992. Organosilicone Adjuvant Effects on Glyphosate Efficacy and Rainfastness. Weed Technology 6 (2): 361-365 p.

Singh, N.B., Pandey, B.N. y Singh, A. 2009. Allelopathic effects of *Cyperus rotundus* extract in vitro and ex vitro on banana, Acta Physiologiae Plantarum 31(3): 633-638.

Travlos, I.S., Economou, G., Kotoulas, V.E., Kanatas, P.J., Kontogeorgos, A.N. y Karamanos, A.I. 2009. Potential effects of diurnally alternating temperatures and

solarization on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber sprouting, *Journal of Arid Environments* 73(1): 22-25.

