**Optimización de la dosis de halosulfuron
metil y cuatro aditivos para el control de
Cyperus rotundus L. en maíz en jilote.**

Gabriel Darío Montero Ramos

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Optimización de la dosis de halosulfuron
metil y cuatro aditivos para el control de
Cyperus rotundus L. en maíz en jilote.**

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

presentado por

Gabriel Darío Montero Ramos

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Gabriel Darío Montero Ramos

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Optimización de la dosis de halosulfuron metil y cuatro aditivos para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote.

presentado por

Gabriel Darío Montero Ramos

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Area Temática
Fitotecnia

José María Miselem Laca, M. Sc.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

David Moreira, M.B.A.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza, guiarme y bendecirme siempre.

A mi Madre por el ejemplo, amor, consejos y apoyo incondicional, que me ha brindado toda mi vida.

A mis hermanos Andrés y Carolina por ser mi apoyo y estar conmigo cuando los necesito.

A toda familia por creer en mí, darme apoyo y ganas de seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por ser mi apoyo en todo lo que he necesitado.

A mis hermanos y abuelita Leonor por ayudarme a lograr esta meta.

Al Dr. Abelino Pitty por la ayuda, consejos, paciencia y conocimientos brindados durante el desarrollo de este proyecto y documento.

Al Ing. José María Miselem por la ayuda brindada en el aspecto técnico del cultivo y desarrollo del documento.

A la Ing. Cinthya Martínez por su amistad, consejos y ayuda.

A la Ing. Yamile Martínez por la ayuda brindada en la parte estadística de este trabajo.

Al Ing. David Moreira por la ayuda en la realización de este documento.

A todo el personal del Area de Producción de Horticultura de zona tres y cosecha.

A Luis Fernando, Gastón, Fausto, David, Marleny, Esteban y Diego por su sincera amistad y ayuda durante estos cuatro años.

A todos mis amigos.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mi Padre y Madre por todo el apoyo económico.

Al Fondo de Solidaridad del Gobierno Ecuatoriano por la ayuda financiera 2003.

A Monsanto por la ayuda financiera para terminar mi último año.

RESUMEN

Montero Ramos, G. D. 2004. Optimización de la dosis de halosulfuron-metil y cuatro aditivos para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras. 18 p.

La competencia que ejercen las malezas en los cultivos reduce la producción. *Cyperus rotundus* es la peor maleza del mundo. En El Zamorano, Honduras, se realizaron dos experimentos para evaluar cuatro dosis de halosulfuron metil y cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* en maíz. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. El primer experimento constó de seis tratamientos: halosulfuron metil a 30, 40, 50 ó 60 g i.a./ha con dos testigos: con control manual y sin ningún control. El segundo experimento constó de 11 tratamientos: aceite mineral, nonylphenole toxilate y polyther-polymethyl xiloxane a 0.25 y 0.50% v/v, urea a 1.15 y 2.30 g/L y tres testigos: sin aditivo, con control manual y sin ningún control. La unidad experimental fue de seis surcos separados 0.9 m y de 7 m de largo. A todas las parcelas con herbicida se aplicó el preemergente alachlor. La población inicial de *Cyperus rotundus* en todas las parcelas fue similar antes de la aplicación del herbicida a los 20 días después de la siembra. En el primer experimento las poblaciones de *Cyperus rotundus* a los 14 y 21 DDA fueron estadísticamente diferentes ($P=0.0001$ y $P=0.0001$, respectivamente) entre todos los tratamientos, pero no entre las cuatro dosis de halosulfuron metil. Esto indica que se puede disminuir la dosis recomendada por el fabricante de 46 a 30 g i.a./ha sin reducir el control de *Cyperus rotundus*. En el segundo experimento las poblaciones de *Cyperus rotundus* a los 14 y 21 DDA, fueron estadísticamente diferentes ($P=0.0001$ y $P=0.0001$, respectivamente) entre todos los tratamientos, pero no entre las dos dosis de los cuatro aditivos y el tratamiento sin aditivo. Se puede usar cualquier aditivo no iónico o si las condiciones ambientales son adecuadas no es necesario. Para los dos experimentos el control manual fue diferente estadísticamente ($P<0.05$) que el testigo sin ningún control. Al cortar la parte foliar de la maleza, se reduce la fotosíntesis y la producción de carbohidratos, se evita que se formen nuevos tubérculos, con lo que *Cyperus rotundus* no se logra reestablecer y pasada la fase inicial de crecimiento compite débilmente con el cultivo.

Palabras clave: Control de malezas, eficacia, Permit[®], selectividad, sulfonilurea.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Tabla de contenido	viii
Índice de cuadros	ix
Índice de anexos	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
MATERIALES Y MÉTODOS	3
UBICACIÓN	3
MANEJO DEL CULTIVO	3
EXPERIMENTOS	3
TOMA DE DATOS	4
EVALUACIÓN ECONÓMICA	4
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
OPTIMIZACIÓN DE CUATRO DOSIS DE HALOSULFURON METIL	6
EVALUACIÓN DE CUATRO ADITIVOS APLICADOS A DOS DOSIS	8
ANÁLISIS ECONÓMICO	10
CONCLUSIONES	14
RECOMENDACIONES	15
BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Dosis utilizadas del herbicida halosulfuron metil en cada tratamiento, El Zamorano, Honduras, 2004.....	4
2.	Tratamientos evaluados para mejorar la eficacia de halosulfuron metil a 40 g i.a./ha, El Zamorano, Honduras, 2004.....	4
3.	Evaluación de cuatro dosis de halosulfuron metil sobre las poblaciones de <i>Cyperus rotundus</i> L. en maíz, El Zamorano, Honduras, 2004.....	6
4.	Densidad de malezas (plantas/m ²) con la aplicación de alachlor y cuatro dosis de halosulfuron metil en cultivo de maíz, El Zamorano, Honduras 2004.....	7
5.	Evaluación de cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de <i>Cyperus rotundus</i> L. en cultivo de maíz, El Zamorano, Honduras, 2004.....	9
6.	Densidad de malezas (plantas/m ²) con aplicación de alachlor y halosulfuron metil a 40 g i.a./ha con cuatro aditivos, El Zamorano, Honduras, 2004.....	10
7.	Producción de maíz en jilote con uso de halosulfuron metil para control de <i>Cyperus rotundus</i> , El Zamorano, Honduras, 2004.....	10
8.	Producción de maíz en jilote con cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para control de <i>Cyperus rotundus</i> , El Zamorano, Honduras, 2004.....	11
9.	Análisis de costos (Lempiras/ha), al aplicar cuatro dosis de halosulfuron metil para el control de <i>Cyperus rotundus</i> L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004.....	11
10.	Análisis de costos (Lempiras/ha), al aplicar cuatro aditivos con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de <i>Cyperus rotundus</i> L. en maíz en jilote en El Zamorano, Honduras, 2004.....	12
11.	Análisis de beneficios netos al aplicar cuatro dosis de halosulfuron metil para el control de <i>Cyperus rotundus</i> L. en maíz en jilote en El Zamorano, Honduras, 2004.....	12

12.	Análisis de beneficios netos al aplicar cuatro aditivos con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de <i>Cyperus rotundus</i> L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004.....	13
-----	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Cálculo de costos variables (en lempiras) de cuatro tratamientos de Halosulfuron metil para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004..... 18
2. Cálculo de costos variables (en lempiras) de cuatro aditivos con Halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004..... 18

INTRODUCCIÓN

La competencia por nutrientes, luz y agua que ejercen las malezas sobre el cultivo puede ser determinante en el rendimiento del cultivo. El uso de herbicidas reduce la competencia de las malezas de una manera económica.

Dentro de las principales malezas que afectan la productividad de los cultivos está el *Cyperus rotundus*. Es nativa de la India y se le conoce en el mundo como coyolillo, coquito o coquito morado, tiene hojas verde oscuro, crece rápidamente en suelos fértiles y posee un sistema extensivo subterráneo de rizomas y tubérculos (Holm *et al.* 1977). Tiene un crecimiento erecto y posee un sistema fotosintético C4. Su reproducción por semillas, rizomas o tubérculos dificulta su control, lo que la posiciona como la peor maleza del mundo, afecta al menos 52 cultivos en 92 países (Holm *et al.* 1977). Su crecimiento es rápido, puede formar colonias densas ayudado por su extenso sistema de rizomas y tubérculos, eso causa un impacto en la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, además sus rizomas pueden penetrar y atravesar las raíces de los cultivos (Holm *et al.* 1977).

La mejor alternativa económica disponible para reducir los efectos de interferencia que ejercen las malezas sobre los cultivos es el control químico (Ormeño *et al.* 2003). Este control es el más eficiente durante la época lluviosa ya que ayuda a disminuir la reproducción asexual de *Cyperus rotundus* por acción mecánica.

El herbicida debe aplicarse antes que las malezas comiencen a ser muy competitivas con el cultivo; la inhibición del crecimiento de las malezas por la acción de halosulfuron metil (Permit 75 WG) ocurre dentro de 7 a 14 días, dependiendo del tamaño de las malezas (Monsanto Company 2003). Halosulfuron metil es un herbicida pre y postemergente, pertenece a la familia química sulfonilureas, se usa para el control de ciperáceas y algunas malezas de hoja ancha (Edifarm 2001). Es un herbicida sistémico, selectivo para cultivos de gramíneas, penetra por las hojas y raíces, translocándose por el floema y el xilema. El mecanismo de acción primario es la inhibición de la enzima acetolactasa sintetasa (ALS) necesaria para la síntesis de aminoácidos ramificados (Edifarm 2001).

El herbicida halosulfuron metil, aplicado postemergente solo y en mezcla con acetocloro, controla un 90% de las malezas en tomate, aplicado una semana después del transplante (Finol *et al.* 1999). En chile dulce puede controlar malezas entre 74 y 80% hasta por 45 días postaplicación (Gutiérrez *et al.* 2002). Para el control de *Cyperus rotundus* halosulfuron metil se ha utilizado solo y en mezcla con glifosato sin obtener un claro control y disminución de la población (Eslaquit 1999)

Para que el control químico sea más eficiente se usan aditivos. Los aditivos más usados en aplicaciones de herbicidas son: surfactantes, fertilizantes o aceites (Pitty 1997). Los aditivos pueden aumentar el control de las malezas aumentando su

absorción y cobertura de las hojas. El surfactante actúa en la superficie del líquido donde está disuelto disminuyendo la tensión superficial, los fertilizantes como la urea son también usados con los herbicidas y aunque no se conoce su modo de acción se piensa que ayudan a la absorción del herbicida (Pitty 1997).

La fitotoxicidad se manifiesta en forma de decoloración parcial del follaje en la hoja o el ápice foliar, pero ésta desaparece con el tiempo (Ormeño *et al.* 2003). La dosis utilizada y la mezcla con acetocloro puede ocasionar fitotoxicidad, halosulfuron solo y con dosis de 75 a 125 g i.a./ha, no produce fitotoxicidad en tomate (Finol *et al.* 1999). En Chile dulce no se ha encontrado fitotoxicidad (Gutiérrez *et al.* 2002).

Dentro de los controles alternativos para el control de *Cyperus rotundus* se pueden citar el control mecánico utilizando labranza en época seca con pases de rastra para deshidratar los tubérculos, lo que puede disminuir hasta un 72% de la población (Eslaquit 1999). Otro puede ser el control biológico con el hongo *Dactylaria higginsii* que ha sido probado en invernadero y en campo, el hongo afecta el crecimiento foliar del coyolillo el que se aplica directamente al follaje de la maleza y puede reducir de un 42% realizando una sola aplicación hasta un 98%, utilizando cuatro aplicaciones secuenciales de los 7 a 28 días (Morales-Payán *et al.* 2001)

En el área de producción de Horticultura se presenta una gran población de *Cyperus rotundus* y malezas de hoja ancha, lo que reduce los rendimientos de los cultivos. Los controles que se utilizan son control químico y manual. En época lluviosa el control manual demanda mucha mano de obra y no es efectivo.

OBJETIVOS

- Determinar la dosis más eficiente de halosulfuron metil y aditivo en el control de *Cyperus rotundus* L. en cultivo de maíz.
- Determinar la eficacia de cuatro dosis de halosulfuron metil herbicida utilizados en época lluviosa.
- Determinar la eficacia de cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil para el control de *Cyperus rotundus* L.
- Determinar el tratamiento con mejor beneficio neto utilizando los costos incrementales del cultivo en estudio, realizando un análisis económico según la metodología del CIMMYT.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó en los meses lluviosos de junio a septiembre de 2004 en el área de producción de Horticultura en El Zamorano, Honduras. El sitio está ubicado a 800 msnm, latitud de 14° norte, longitud de 87° oeste y temperatura media anual de 24° C.

MANEJO DEL CULTIVO

La investigación se realizó en maíz cultivar Guayape en siembra directa a hilera simple con una separación de 15 cm entre planta y 90 cm entre hileras (densidad de 74,074 plantas/ha). Se fertilizó por riego durante cinco semanas tres veces por semana a 90 kg de urea/ha, y en el manejo de plagas se aplicó chlorpirifos (Lorsban 48EC) para el control de *Spodoptera* spp.

EXPERIMENTOS

Las aplicaciones se realizaron con una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L, presurizada con CO₂, a 30 psi de presión, aguilón de cuatro boquillas de abanico plano, Teejet 8003 VS y un volumen de 250 L/ha.

Se realizaron dos estudios para el control de *Cyperus rotundus*. En el primer experimento se evaluaron cuatro dosis de halosulfuron metil (Permit[®] 75WG) aplicado con el aditivo nonilfenol poliglicol éter a 0.25% v/v para evaluar el control de *Cyperus rotundus* (Cuadro 1). A la siembra del cultivo se aplicó el herbicida Alachlor (Lasso 48EC) a 1.44 kg i.a./ha para controlar malezas gramíneas en todas las parcelas, excepto los testigos con control manual y sin ningún control. Se utilizaron cuatro tratamientos con herbicidas y dos testigos sin aplicación. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental constaba de seis surcos separados a 0.9 m y de 7 m de largo.

En el segundo experimento se evaluaron cuatro aditivos aplicados a dos dosis, se aplicó halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para evaluar el control de *Cyperus rotundus* (Cuadro 2). A la siembra del cultivo se aplicó el herbicida Alachlor (Lasso 48EC) a 1.44 kg i.a./ha para controlar malezas gramíneas y hojas anchas.

Se utilizaron ocho tratamientos con aditivo y tres testigos, uno con aplicación de halosulfuron metil, pero sin aditivo, y dos sin aplicación. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental constaba de seis surcos de 7 m de largo y 5.4 m de ancho.

Cuadro 1. Dosis utilizadas del herbicida halosulfuron metil en cada tratamiento, El Zamorano, Honduras, 2004

Tratamiento	Dosis (g i.a./ha)
Halosulfuron metil ^d	30
Halosulfuron metil	40
Halosulfuron metil	50
Halosulfuron metil	60
Testigo con control manual ⁺	
Testigo sin control manual ni químico	

^d El producto comercial fue Permit y el volumen de mezcla fue de 250 L/ha.

⁺ La deshierba manual se realizó a los 20 días después de la siembra.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados para mejorar la eficacia de halosulfuron metil a 40 g i.a./ha, El Zamorano, Honduras. 2004.

Tratamiento	Dosis
Aceite mineral ^d	0.25 y 0.50% v/v
Nonylphenole toxilate ^D	0.25 y 0.50% v/v
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω	0.25 y 0.50% v/v
Urea	1.15 y 2.30 g/L
Testigo sin aditivo	
Testigo con control manual ⁺	
Testigo sin control manual ni químico	

⁺ La deshierba manual se realizó a los 21 días después de la siembra.

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810 SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

TOMA DE DATOS

Se aplicó el herbicida el día 21 postsiembra y se tomaron los datos a los 14 y 21 días después de la aplicación. Para el conteo de malezas se tomaron dos muestras por unidad experimental utilizando un cuadro de 0.5 × 0.5 m, se sumaron y se llevaron a plantas/m².

Se cosechó el maíz en jilote dos días después de la emergencia de la panícula o cuando los estigmas tenían un color dorado. Se cosechó a los 63, 65, 67, 69 y 71 días después de la siembra, todos los datos se sumaron para el análisis estadístico. Se cosechó 2 m por cuatro hileras en cada unidad experimental.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para los dos experimentos la evaluación económica se realizó mediante un presupuesto parcial según la metodología del CIMMYT (1988). Se consideraron los costos variables incurridos en el cultivo. Estos fueron: herbicida, la mano de obra y los aditivos.

Los precios de los insumos son los existentes en el mercado nacional en el año 2004. Para el cálculo de los ingresos se utilizó el precio de venta de jilote (3.50 L./kg) destinado al mercado nacional.

En la evaluación económica se consideró el rendimiento de jilote. Se tomó en cuenta sólo el peso total de los jilotes porque en El Zamorano, la comercialización de maíz en jilote se realiza por libras. Se realizó un análisis de dominancia para identificar los tratamientos con costos mayores y los beneficios menores o iguales que el testigo con control manual

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Para la separación de medias se utilizó la prueba Duncan, con una $P < 0.05$.

En la evaluación de la dosis de halosulfuron metil aplicada y la dosis de los cuatro aditivos se utilizaron datos de población final de *Cyperus rotundus* a los 14 y 21 días postaplicación, se realizó un ANDEVA y se separaron las medias usando la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

OPTIMIZACIÓN DE CUATRO DOSIS DE HALOSULFURON METIL

La población inicial de *Cyperus rotundus* un día antes de la aplicación del herbicida fue similar entre las parcelas. La densidad inicial varió entre 236 y 188 plantas/m² (Cuadro 3).

Las poblaciones de *Cyperus rotundus* a los 14 y 21 DDA fueron estadísticamente diferentes (P=0.0001 y P=0.0001, respectivamente) entre todos los tratamientos, pero no entre las cuatro dosis de halosulfuron metil (Cuadro 3). Todas las cuatro dosis fueron muy efectivas en el control, a los 14 días la reducción fue de 255 plantas/m² a 3 plantas/m². Los resultados fueron similares a los 21 DDA, las reducciones fueron de 245 plantas/m² a 1 planta/m². Esto indica que podemos reducir la dosis recomendada por el fabricante de 46 (Monsanto 2003) a 30 g i.a./ha, sin reducción en el control de *Cyperus rotundus*. Con la reducción de la dosis se puede ahorrar 208 L/ha.

En ambos conteos, el control manual fue estadísticamente menos eficiente que el herbicida, pero redujo las poblaciones comparado con el testigo sin ningún control (Cuadro 3). La reducción se debe a que al cortar la parte foliar de *Cyperus rotundus*, se reduce la fotosíntesis y producción de carbohidratos para el área radicular y mueren las plantas con menos reservas para rebrotar (Klingman y Ashton 1975). El control manual dentro de los 20 días después de emergencia evita que se formen nuevos tubérculos, con lo que *Cyperus rotundus* no se logra reestablecer y pasada la fase inicial de crecimiento compite débilmente con el cultivo porque es una planta C4 y al estar bajo sombra, reduce su crecimiento (De la Cruz y Merayo 1988).

Cuadro 3. Evaluación de cuatro dosis de halosulfuron metil sobre las poblaciones de *Cyperus rotundus* L. en maíz, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento (g i.a./ha)	Densidad (Plantas/m ²)		
	Inicial	14 DDA [‡]	21 DDA
Halosulfuron metil (30)	234	1 c ^Ω	1 c
Halosulfuron metil (40)	189	1 c	1 c
Halosulfuron metil (50)	236	3 c	0 c
Halosulfuron metil (60)	188	3 c	0 c
Testigo control manual	220	109 b	127 b
Testigo sin ningún control	211	255 a	245 a

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a P<0.05.

[‡] DDA= Días después de la aplicación.

Los resultados de la investigación concuerdan con los de Finol *et al.* (1999), ellos encontraron un control de malezas de 84 a 90%. Gutiérrez *et al.* (2002) afirman que puede controlar la maleza por un periodo de 45 días post aplicación. Estos resultados se deben a que el herbicida es sistémico y puede traslocarse de las hojas a las raíces y los coquitos inhibiendo la síntesis de aminoácidos ramificados (Edifarm 1999). Estos resultados contradicen a los de Eslaquit (1999) que no encontró diferencias en el control a una dosis de 40 g i.a./ha, aunque puede deberse a que el muestreo se tomó 60 días después de aplicar el herbicida.

Además de *Cyperus rotundus*, sólo en los testigos se encontraron las malezas *Galinsoga urticaefolia*, *Portulaca oleracea* y *Cynodon dactylon* (Cuadro 4). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en el control de las malezas presentes en los testigos de control a mano y control químico (Cuadro 4). En ambos conteos el control manual fue menos eficiente que el herbicida, pero redujo las poblaciones comparado con el testigo sin ningún control.

Las poblaciones de *Cynodon dactylon* no fueron estadísticamente diferentes a 14 ni 21 DDA ($P=0.83$ y $P=0.83$, respectivamente) entre tratamientos, las poblaciones variaron entre 31 a 63 plantas/m² y de 28 a 76 plantas/m² (Cuadro 4). Esto se debe a la capacidad de *Cynodon dactylon* de rebrotar de estructuras vegetativas, las que no son controladas por el preemergente.

La maleza *Portulaca oleracea* presentó una mayor población en el testigo sin ningún control con 19 y 17 plantas/m² a los 14 y 21 DDA, respectivamente (Cuadro 4). Las diferencias estadísticas a los 14 DDA encontraron que halosulfuron metil y el control manual eran estadísticamente igual con densidades de 2 a 8 plantas/m². A los 21 DDA el control manual es diferente al químico, lo que nos indica que halosulfuron metil controló algunas plantas de *Portulaca oleracea* con densidades de 1 a 5 plantas/m² para halosulfuron metil y de 9 plantas/m² para el control manual (Cuadro 4).

Cuadro 4. Densidad de malezas (plantas/m²) con la aplicación de alachlor y cuatro dosis de halosulfuron metil en cultivo de maíz, El Zamorano, Honduras 2004.

Tratamiento (g i.a./ha)	<i>Galinsoga urticaefolia</i>		<i>Portulaca oleracea</i>		<i>Cynodon dactylon</i>	
	14 ^ε	21	14	21	14	21
Halosulfuron metil (30)	0 c ^Ω	0 c	2 ab	5 bc	31	28
Halosulfuron metil (40)	0 c	0 c	3 ab	2 bc	31	66
Halosulfuron metil (50)	0 c	0 c	3 ab	1 bc	38	45
Halosulfuron metil (60)	0 c	0 c	3 ab	1 bc	63	64
Testigo control manual	195 b	324 b	8 ab	9 b	42	45
Testigo sin ningún control	418 a	513 a	19 a	17 a	59	76

^ε 14 y 21 DDA días después de aplicación.

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a $P < 0.05$.

Galinsoga urticaefolia no emergió donde se aplicó alachlor. El control de otras malezas con la combinación de halosulfuron metil con alachlor preemergente tiene diferencias ($P=0.0001$) con el control manual y sin ningún control, presentaron a los 14 DDA, densidades de 195 a 418 plantas/m² y a los 21 DDA de 324 a 513 plantas/m², respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gutiérrez (2002) que encontró que halosulfuron metil tuvo un mejor control al ser aplicado junto con un preemergente, controló de 70 a 80 % del total de malezas. El control manual fue menos eficiente que el químico y diferente del sin ningún control.

EVALUACIÓN DE CUATRO ADITIVOS APLICADOS A DOS DOSIS.

La población inicial de *Cyperus rotundus* un día antes de la aplicación del herbicida fue similar entre las parcelas. La densidad inicial varió entre 222 y 148 plantas/m² (Cuadro 5).

Las poblaciones de *Cyperus rotundus*, a los 14 y 21 DDA, fueron estadísticamente diferentes ($P=0.0001$ y $P=0.0001$, respectivamente) excepto entre las dos dosis de los cuatro aditivos y el tratamiento sin aditivo (Cuadro 5). Todas las nueve dosis fueron muy efectivas en el control, a los 14 días la reducción fue de 267 a 5 plantas/m². Los resultados fueron similares a los 21 DDA, las reducciones fueron de 304 a 5 planta/m². Esto indica que se puede utilizar cualquier aditivo no-iónico o si las condiciones climáticas son favorables, no utilizar aditivo, sin reducción en el control de *Cyperus rotundus*.

En ambos conteos, el control manual fue estadísticamente menos eficiente que el herbicida, pero redujo las poblaciones comparado con el testigo sin ningún control (Cuadro 5). La reducción se debe a que al cortar la parte foliar de la maleza, se reduce la fotosíntesis y producción de carbohidratos las plantas con menos reservas mueren (Klingman y Ashton 1975). El control manual dentro de los 20 días primeros días después de emergencia evita que se formen nuevos tubérculos, afectando la fase de restablecimiento de *Cyperus rotundus* (De la Cruz y Merayo 1988)

Sólo en los testigos se encontraron las malezas *Galinsoga urticaefolia*, *Portulaca oleracea* y *Cynodon dactylon* (Cuadro 6). Se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.05$) en el control de las malezas en los testigos de control a mano y control químico (Cuadro 6). En ambos conteos el control manual fue menos eficiente que el herbicida, pero redujo las poblaciones comparado con el testigo sin ningún control.

Cuadro 5. Evaluación de cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* L. en cultivo de maíz, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	Densidad (Plantas/m ²)		
	Inicial	14 DDA [€]	21 DDA
Aceite Mineral ^d 0.25% v/v	222	5 c ^Ω	5 c
Aceite Mineral 0.5% v/v	218	1 c	1 c
Nonylphenole toxilate ^D 0.25% v/v	148	0 c	0 c
Nonylphenole toxilate 0.50% v/v	177	0 c	0 c
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25% v/v	162	0 c	0 c
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50% v/v	172	0 c	0 c
Urea 1.15 g/L	172	1 c	1 c
Urea 2.30 g/L	197	4 c	2 c
Sin aditivo	164	0 c	0 c
Testigo control manual	188	63 b	72 b
Testigo sin ningún control	186	267 a	304 a

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a P<0.05.

[€] DDA= Días después de aplicación.

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810 SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

Las poblaciones de *Cynodon dactylon* no fueron diferentes estadísticamente a los 14 ni 21 DDA (P=0.36 y P=0.40, respectivamente) con poblaciones de 30 a 127 plantas/m² a los 14 DDA y 68 a 250 plantas/m² a los 21 DDA (Cuadro 6). Esto se debe a su capacidad de rebrotar de las estructuras vegetativas, que no son controladas por el preemergente.

Portulaca oleracea fue encontrada en una mayor población en el testigo sin ningún control con 20 y 21 plantas/m², respectivamente, pero fue estadísticamente igual al testigo sin ningún control (Cuadro 6). Las diferencias estadísticas a los 14 DDA encontraron que los tratamientos químicos y manual eran estadísticamente diferentes con densidades de 14 a 10 plantas/m². A los 21 DDA el control manual es diferentes al químico, lo que nos indica que halosulfuron controló algunas plantas de *Portulaca oleracea* con densidades de 0 a 5 plantas/m² para el químico y de 20 plantas/m² para el control manual (Cuadro 6)

Galinsoga urticaefolia no emergió en los tratamientos donde se aplicó alachlor. El control de otras malezas con la combinación de halosulfuron metil con alachlor preemergente tiene diferencias (P=0.0001) con el control manual y sin ningún control que presentaron a los 14 DDA, densidades de 159 a 472 plantas/m² y a los 21 DDA de 234 a 489 plantas/m², respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gutiérrez (2002) que encontró que halosulfuron metil tuvo un mejor control al ser aplicado junto con un preemergente controlando de 70 a 80 % del total de malezas. El control manual fue menos eficiente que el químico y diferente del sin ningún control.

Cuadro 6. Densidad de malezas (plantas/m²) con aplicación de alachlor y halosulfuron metil a 40 g i.a./ha con cuatro aditivos, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	<i>Galinsoga urticaefolia</i>		<i>Portulaca oleracea</i>		<i>Cynodon dactylon</i>	
	14	21	14	21	14	21
Aceite mineral ^d 0.25% v/v	0 c ^Ω	0 c	0 c	1 b	30	122
Aceite mineral 0.5% v/v	0 c	0 c	0 c	1 b	50	68
Nonylphenole toxilate ^D 0.25% v/v	0 c	0 c	10 abc	3 b	48	154
Nonylphenole toxilate 0.50% v/v	0 c	0 c	1 c	1 b	32	250
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25% v/v	0 c	0 c	4 c	5 b	86	215
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50% v/v	0 c	0 c	1 c	1 b	127	207
Urea 1.15 g/L	0 c	0 c	3 bc	3 b	49	103
Urea 2.30 g/L	0 c	0 c	0 c	1 b	70	166
Sin aditivo	0 c	0 c	0 c	0 b	70	164
Testigo control manual	159 b	234 b	14 ab	20 a	24	70
Testigo sin ningún control	472 a	489 a	19 a	21 a	42	73

^ε 14 y 21 = días después de aplicación.

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a P<0.05.

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810 SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

ANÁLISIS ECONÓMICO

En la cosecha del primer experimento se encontró diferencia estadística (P<0.05) entre tratamientos (Cuadro 7). Los testigos con control manual y sin ningún control y halosulfuron metil a 50 y 60 g i.a./ha fueron los que produjeron menos en peso total, 3.1, 2.8, 3.1 y 3.7 kg y en número jilotes totales 32, 30, 37 y 42 jilotes, respectivamente. En los testigos puede deberse a las poblaciones de malezas y a la competencia por nutrientes. Para halosulfuron metil a 50 y 60 g i.a./ha se puede deber a fitotoxicidad que no se expresó visualmente. Los testigos con control manual y sin ningún control presentaron menor número de jilotes separando sus medias al resto de los tratamientos. En el peso promedio por jilote se encontró que los mejores tratamientos fueron 40 g i.a./ha y el testigo con control manual con 0.21 y 0.20 kg/unidad, respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción de maíz en jilote con uso de halosulfuron metil para control de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento (g i.a./ha)	Peso total (kg)	Cantidad (#)	Peso/jilote
Halosulfuron metil (30)	4.2 a ^Ω	49 a	0.17 b
Halosulfuron metil (40)	6.7 a	45 ab	0.21 a
Halosulfuron metil (50)	3.1 c	37 c	0.16 b
Halosulfuron metil (60)	3.7 b	42 b	0.17 b
Testigo control manual	3.1 c	32 d	0.20 a
Testigo sin ningún control	2.8 c	30 d	0.17 b

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a P<0.05.

Cuadro 8. Producción de maíz en jilote con cuatro aditivos aplicados con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para control de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	Peso total (kg)	Cantidad (#)	Peso/jilote
Aceite Mineral ^d 0.25% v/v	2.8 cde ^Ω	30 cde	0.18 a
Aceite Mineral 0.5% v/v	2.4 de	27 de	0.12 b
Nonylphenole toxilate ^D 0.25% v/v	3.9 abc	41 cbd	0.19 a
Nonylphenole toxilate 0.50% v/v	3.4 bcd	36 cbd	0.19 a
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25% v/v	2.5 de	25 e	0.20 a
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50% v/v	3.9 abc	43 abc	0.18 a
Urea 1.15 g/L	4.0 ab	42 abc	0.19 a
Urea 2.30 g/L	5.1 a	50 a	0.20 a
Sin aditivo	4.3 ab	46 ab	0.18 a
Testigo control manual	3.2 bcde	29 cde	0.20 a
Testigo sin ningún control	2.1 e	27 de	0.15 ab

^Ω Medias con letras iguales en la columna no son significativamente diferentes a $P < 0.05$.

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

En el segundo experimento hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.05$) en la cosecha total, jilotes totales y pesos promedio de los jilotes (Cuadro 8). Los mejores tratamientos en cosecha total y número de jilotes fue el aplicado con aditivo urea a 1.15 y 2.30 g/L y sin aditivo, con producción de 4, 5.1 y 4.3 kg. Para el caso del tratamiento con urea podría deberse a que la urea aplicada foliarmente pudo fertilizar el maíz mejorando la producción. Al mirar los pesos/unidad se tiene que el testigo sin ningún control contó con los jilotes de menor peso, pero no fue estadísticamente diferente del resto de tratamientos que tuvieron pesos/unidad de 0.15 a 0.20 kg (Cuadro 8).

También se realizó un análisis de dominancia de costos que varían. En el primer experimento se encontró dominancia en el tratamiento de 60 g i.a./ha aumentando los costos en un 2% respecto al costo del tratamiento con control manual que fue de L. 1,083 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de costos (Lempiras/ha), al aplicar cuatro dosis de halosulfuron metil para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento (g i.a./ha)	Total de costos que varían	Dominancia	Reducción Costos (%)
Halosulfuron metil (30)	710		35
Halosulfuron metil (40)	838		23
Halosulfuron metil (50)	977		10
Halosulfuron metil (60)	1,105	D	-2

D= tratamiento dominado por tener mayor costo que el control manual.

Cuadro 10. Análisis de costos (Lempiras/ha), al aplicar cuatro aditivos con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote en El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	Costos		Reducción
	Variables	Dominancia	Costos (%)
Aceite Mineral ^d 0.25% v/v	815		25
Aceite Mineral 0.5% v/v	816		25
Nonylphenole toxilate ^D 0.25% v/v	838		23
Nonylphenole toxilate 0.50% v/v	863		20
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25% v/v	1,266	D	-17
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50% v/v	1,726	D	-59
Urea 1.15 g/L	838		23
Urea 2.30 g/L	863		20
Sin aditivo	813		25

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

D= tratamiento dominado por tener mayor costo que el control manual.

En el segundo experimento el aditivo polyther-polymethyl xiloxane a 0.25% y 0.50% v/v fueron los tratamientos dominados, presentando un costo mayor al tratamiento con control manual (Cuadro 10). Este aditivo aumentó los costos en un 16 y 60%, respectivamente.

Cuando analizamos los tratamientos del primer experimento utilizando sus rendimientos y el cambio en sus beneficios netos, según la metodología del CIMMYT (1988), halosulfuron metil no fue dominado con un beneficio menor que el tratamiento con control manual (Cuadro 11). El segundo experimento presenta una variación mayor al tomar en cuenta sus beneficios netos y encontramos dominancia en el tratamiento utilizando aceite mineral al 0.25 y 0.50% y al utilizar polyther-polymethyl xiloxane 0.25%, esto se debe principalmente al rendimiento los tratamientos (Cuadro 12).

Cuadro 11. Análisis de beneficios netos al aplicar cuatro dosis de halosulfuron metil para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote en El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento (g i.a./ha)	Rendimiento (kg/ha)		Ingreso ^o Bruto	Costos Variables	Beneficio Marginal
	Medio	Ajustado [¶]	(L.)		
Halosulfuron metil (30)	5,303	4,507	17,355	710	16,645
Halosulfuron metil (40)	5,934	5,044	19,420	838	18,581
Halosulfuron metil (50)	3,914	3,327	12,810	977	11,833
Halosulfuron metil (60)	4,608	3,917	15,082	1,105	13,976
Testigo control manual	3,914	3,327	12,810	1,084	11,726
Testigo sin ningún control	3,535	3,005	11,571	0	11,571 D

[¶] Los tratamientos fueron ajustados a un 15% menos.

^o El precio de venta fue L. 3.5.

D= tratamiento dominado por tener menor beneficio neto que el control manual

Cuadro 12. Análisis de beneficios netos al aplicar cuatro aditivos con halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		Ingreso ^o Bruto	Costos	Beneficio
	Medio	Ajustado [¶]	(L.)	Variables	Marginal
Aceite Mineral ^d 0.25% v/v	3,535	3,005	11,569	815	10,755 D
Aceite Mineral 0.5% v/v	3,093	2,629	10,123	816	9,307 D
Nonylphenole toxilate ^D 0.25% v/v	5,050	4,292	16,528	838	15,689
Nonylphenole toxilate 0.50% v/v	4,292	3,649	14,049	864	13,185
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25% v/v	3,093	2,629	10,123	1,266	8,857 D
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50% v/v	4,860	4,131	15,908	1,726	14,182
Urea 1.15 g/L	5,113	4,346	16,734	838	15,896
Urea 2.30 g/L	6,376	5,420	20,866	864	20,003
Sin aditivo	5,366	4,561	17,561	814	16,747
Testigo control manual	3,850	3,273	12,602	1,084	11,519
Testigo sin ningún control	2,651	2,253	8677	0	8,677 D

^d Amigo 76 L; ^D Adherente 810SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

[¶] Los tratamientos fueron ajustados a un 15% menos.

^o El precio de venta fue L. 3.5.

D= tratamiento dominado por tener un beneficio neto menor que el control manual

CONCLUSIONES

- Se puede bajar la dosis de halosulfuron metil a 30 g i.a./ha para un control eficiente de *Cyperus rotundus*.
- Halosulfuron metil a 50 y 60 g i.a./ha redujo los rendimientos del cultivo y puede ser fitotóxico, aunque no se expresó visualmente.
- Ningún aditivo presentó diferencias estadísticas, que indica que si las condiciones climáticas, después de la aplicación son favorables, no necesita ser añadido.
- El tratamiento sin ningún control presentó los rendimientos y beneficios netos más bajos aún sin tener ningún costo incremental, lo que indica que las malezas causan una disminución en el rendimiento de los cultivos.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la dosis más baja de 30 g i.a/ha de halosulfuron metil para disminuir los costos variables del cultivo.
- Realizar estudios que evalúen dosis más bajas de halosulfuron metil.
- Realizar estudios donde se utilicen dosis de herbicida preemergente u otros herbicidas para aumentar el control de *Cyperus rotundus* aislando el efecto que pudieran tener otras malezas gramíneas u hojas anchas.
- Realizar el estudio con otro cultivo de mayor rentabilidad como tomate y chile.

BIBLIOGRAFÍA

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 78 p.

De la Cruz, R; Merayo, A. 1988. El *Cyperus rotundus* en algunas áreas agrícolas tropicales. Seminario-Taller Proyecto MIP-CATIE. Honduras. 21p.

EDIFARM. 2001. Vadeagro. Permit. Edifarm internacional. Quito Ecuador. 1500 p.

Eslaquit, J. 1999. Evaluación de glifosato, halosulfuron y labranza sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 19 p.

Finol, E; Medrano, C; Gutiérrez, W; González, G; Martínez, W; Báez, J; Bracho, B; Medina, B. 1999. Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron metil, aplicado solo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Revista Facultad Agronomía LUZ. 16 : 266-275.

Gutiérrez, W; Medrano, C; Báez, J; Pinto, H; Villalobos, Y; Medina, B. 2002. Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron sólo y en mezcla con acetocloro en el control de malezas en pimentón *Capsicum annuum* L. en la planicie de Maracaibo, estado de Zulia, Venezuela. Revista Facultad Agronomía LUZ, 19(2):87-94.

Holm, L; Plucknett, D; Pancho, J; Herberg, G. 1977. The world's worst weeds. distribution and biology. East-West Center. Hawaii. 8-24 p.

Klingman, G; Ashton, F. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley. Canadá. 431 p.

Monsanto Company. 2003. Permit herbicide. St. Luis Missouri. 63167 USA. EPA. Reg. No. 524-465. 8 p.

Morales-Payán, J; Charudattan, R; Stall, W. 2001. Manejo de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) en ají (*Capsicum annuum* L.) con el hongo *Dactylaria higginsii* y su potencial en sistemas orgánicos. Horticultural Sciences and Plant Pathology Departments. University of Florida. 29 p.

Ormeño, J; Fuentes, F; Soffia, V. 2003. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a aplicaciones post-transplante del herbicida halosulfuron-metil. Agricultura Técnica Chile 63(2):25-134.

Pitty, A. 1997. Los herbicidas postemergentes y las plantas. *In* Pitty, A. Ed. Introducción a la biología, ecología y manejo de las malezas. El Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p. 203-221

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de costos variables (en lempiras) de cuatro tratamientos de Halosulfuron metil para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamientos (g i.a./ha)	Precio	Unidad	Cantidad/ha	Costo/ha	Costo total [¶] /ha	Reducción Costo (%)
Halosulfuron metil (30)	9.88	g	40	395	710	35
Halosulfuron metil (40)	9.88	g	53	525	838	23
Halosulfuron metil (50)	9.88	g	67	662	977	10
Halosulfuron metil (60)	9.88	g	80	790	1,105	-2
Testigo control manual	12.60	hora	86	1,083	1,083	0

[¶] Se consideraron el tiempo de aplicación de 1.32 horas/ha y el costo de alachlor (L 280/ha) en los tratamientos químicos.

Anexo 2. Cálculo de costos variables (en lempiras) de cuatro aditivos con Halosulfuron metil a 40 g i.a./ha para el control de *Cyperus rotundus* L. en maíz en jilote, El Zamorano, Honduras, 2004

Tratamientos	Precio	Unidad	Cantidad/ha	Costo/ha	Costo total [¶] /ha	Reducción Costo (%)
Urea 1.15 g/L	1.05	kg	0.63	1	815	25
Urea 2.30 g/L	1.05	kg	1.26	3	816	25
Aceite Mineral [¶] 0.25%	40.00	L	0.62	25	838	23
Aceite Mineral 0.5%	40.00	L	1.25	50	863	20
Nonylphenole toxilate ^P 0.25%	730.00	L	0.62	453	1,266	-17
Nonylphenole toxilate 0.50%	730.00	L	1.25	913	1,726	-59
Polyther-polymethyl xiloxane ^Ω 0.25%	40.00	L	0.62	25	838	23
Polyther-polymethyl xiloxane 0.50%	40.00	L	1.25	50	863	20
Sin aditivo	0.00		0.00	0	813	25
Testigo control manual	12.60	hora	86.00	1,083	1,083	0

[¶] Amigo 76 L; ^P Adherente 810SL; ^Ω Break Thru 100 SL.

[¶] Se consideraron el tiempo de aplicación de 1.32 horas/ha y el costo de alachlor (L. 280/ha) en los tratamientos químicos.