

Evaluación de glifosato, halosulfuron y
labranza sobre el control de coyolillo
(*Cyperus rotundus* L.)

Jorge Azaf Eslaquit Centeno

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

ZAMORANO
Departamento de Protección Vegetal
Noviembre, 1999

1019

Evaluación de glifosato, halosulfuron y labranza sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.)

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

presentado por

Jorge Azaf Eslaquit Centeno

**Zamorano, Honduras
Noviembre, 1999**

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.



Jorge Azaf Eslaquit Centeno

Zamorano, Honduras
Noviembre, 1999

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo que tomé realizar este trabajo es dedicado a Dios Todopoderoso y a la Virgen María por protegerme y conducirme siempre por el camino del bien.

A las personas que más quiero en este mundo, mis padres, por todo el apoyo y cariño que me han brindado siempre, por ellos y para ellos existo.

A mis abuelos y tías por verme siempre como un hijo, quiero dedicarlo también a mis hermanos, por su apoyo incondicional y por ser como son.

A mi patria Nicaragua.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por su apoyo moral y económico.

A mis abuelos y tías por apoyarme siempre y brindarme su cariño y consejos.

Al Dr. Abelino Pitty, Ing. Rogelio Trabanino y al Ing. Roni Muñoz por haber aceptado ser mis asesores y por el gran apoyo brindado para la realización de este documento.

Al Dr. Allan Hruska por haber confiado en mí y por haberme permitido finalizar mi ingeniería.

Al Ing. Luis Cañas por su valiosa ayuda en la parte estadística de este trabajo.

Al Ing. José María Miselem por la ayuda brindada para la realización de esta tesis, de igual forma agradezco al Ing. Ulises Barahona por haberme ayudado en todas las labores de campo que se realizaron.

A todo el personal del Departamento de Protección Vegetal por estar siempre dispuestos a brindar su ayuda a todos los estudiantes y contribuir ha hacer más fácil y placentera nuestra estadía.

A mi amigo Jimmy Zumba por su amistad y ayuda en la elaboración de este documento.

A Ronny Sánchez por su amistad sincera y a mis compañeros de cuarto año, M. Portillo, Z. Castillo, J. Dante, S. Castro, J. Erazo, C. Charris, J. Barros, M. Castedo, R. Escobar, R. García, P. Paz, I. Azcarraz, A. Molina, L. Vázquez, D. Ruiz, J. Medina y a todos los que por olvido no nombro, saben que cuentan con mi amistad.

Agradecimiento especial a mis compañeros de departamento, no los nombré aquí porque no acabaría pero gracias por haberme permitido formar parte de ustedes.

Agradezco a la Escuela Agrícola Panamericana por las enseñanzas que aquí obtuve a lo largo de los cuatro años, gracias por permitirme ver la vida de un modo diferente.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Fundación Alemana para el Desarrollo (Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung-DSE), por haberme financiado mis estudios en el programa de agrónomo, permitiéndome conocer lo que es ser Zamorano.

Al Proyecto de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), por el apoyo financiero en mis estudios de ingeniería.

RESUMEN

ESLAQUIT CENTENO, J. A. 1999. Evaluación de glifosato, halosulfuron y labranza sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

Las malezas son uno de los mayores problemas en los sistemas de producción agrícola, la búsqueda de alternativas para su control ha sido una de las mayores preocupaciones del hombre. En esta investigación se realizaron dos estudios en los que se evaluó el uso de herbicidas y el uso de labranza sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*). En el estudio con herbicida los tratamientos fueron halosulfuron en una sola aplicación a una dosis de 40 g de ia/ha, glifosato en una sola aplicación a una dosis de 2.4 kg de ia /ha, glifosato + glifosato, halosulfuron + halosulfuron, glifosato + halosulfuron, halosulfuron + glifosato y el testigo sin aplicación. En los tratamientos divididos en dos aplicaciones se usó la mitad de la dosis de cada herbicida en cada aplicación. En la residualidad de estos herbicidas no se encontró diferencia estadística en longitud de la planta, pero si hubo diferencia estadística al analizar el peso de materia seca de la planta, presentando los pesos más altos los tratamientos de glifosato y aplicaciones de glifosato cada dos semanas. Los pesos más bajos fueron los del testigo, halosulfuron en dos aplicaciones y halosulfuron en una sola aplicación. En el estudio de control mecánico en la época seca, se usó rastra cada dos y tres semanas con el propósito de exponer los tubérculos a la radiación solar y provocar su deshidratación, no se encontró diferencia estadística entre ellos, pero ambos presentaron diferencia estadística con el testigo. El pase cada dos semanas disminuyó un 72% la población de coyolillo comparado con un 58% en el pase de rastra cada tres semanas. El testigo sin aplicación de rastra presentó una reducción de 14% en la población de la maleza.

Palabras claves: control mecánico, malezas, rastra, residualidad.

NOTA DE PRENSA

¿ Existen alternativas prácticas para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*)? ¿ Es posible su control?

Durante los meses de abril y junio de 1999 se realizó un estudio en el que se evaluó el efecto de rastra en época seca sobre la población de coyolillo. Este estudio fue realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Se evaluaron pases de rastra cada dos semanas y cada tres semanas, estos tratamientos se compararon con un testigo en el que no se realizó ningún tratamiento.

Con estos tratamientos se pretendía buscar alternativas de control para esta maleza ya que es considerada una de las más problemáticas a nivel mundial. Se quería comprobar el hecho de que la exposición de los tubérculos de coyolillo a la radiación solar provoca su deshidratación y por lo tanto su muerte.

A los 100 días después del último pase de rastra la población de coyolillo disminuyó 72% y 58% al usar dos y tres pases de rastra, respectivamente.

De igual forma se encontró que el testigo que no fue rastreado disminuyó 14% la densidad poblacional, probablemente esta reducción se debió a que algunos tubérculos no soportaron la falta de agua. Esto nos indica que durante la época seca ocurre una reducción en la población de coyolillo a pesar de que no se realice ninguna intervención de parte del hombre, esta reducción es provocada por las condiciones ambientales prevaletentes en esta época.

En otro estudio se evaluaron los herbicidas glifosato y halosulfuron, utilizando dos frecuencias de aplicación así como mezcla de estos herbicidas. En este estudio de herbicidas no se encontró disminución en la población de coyolillo debido a que el tiempo de aplicación y el tiempo en el que se realizó el conteo final de coyolillo fue de tres meses, lo que incidió en que no hubo reducción de la población de la maleza.

Podemos concluir que la exposición de los tubérculos de coyolillo a la radiación solar por medio del uso de rastra es una alternativa con la que pueden contar nuestros agricultores. La realización de esta práctica es bastante viable debido a que durante la época seca la cantidad de tierra que se puede sembrar bajo riego es relativamente poca comparada con la que se dedica a la siembra en la época de lluvia, esto le permite a los productores poder realizar esta labor sin necesidad de reducir su área de siembra, además, se aseguran una disminución en la población de coyolillo en la época de invierno.

CONTENIDO

Portada	i
Portadilla	ii
Autoría	iii
Página de firmas	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vi
Agradecimiento a patrocinadores	vii
Resumen	viii
Nota de prensa	ix
Contenido	x
Índice de cuadros	xi
 1. INTRODUCCIÓN	 1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 HERBICIDAS UTILIZADOS	2
1.3 OBJETIVOS	4
 2 MATERIALES Y MÉTODOS	 5
2.1 EVALUACION DEL CONTROL MECANICO	5
2.2 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL QUIMICO	6
2.3 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS	8
 3 RESULTADOS Y DISCUSION	 9
3.1 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL MECANICO	9
3.2 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL QUIMICO	11
3.3 EVALUACION DE RESIDUALIDAD EN EL CULTIVO DE PEPINO	13
3.4 ANALISIS ECONÓMICO	13
 4 CONCLUSIONES	 16
 5 RECOMENDACIONES	 17
 6 BIBLIOGRAFIA	 18

INDICE DE CUADROS

1	Tratamientos mecánicos para control de coyolillo durante los meses de abril a junio, El Zamorano, Honduras, 1999.....	6
2	Herbicidas y dosis utilizadas en cada tratamiento, El Zamorano, Honduras, 1999.....	7
3	Efecto del uso de rastra en la población de <i>Cyperus rotundus</i> , El Zamorano, Honduras, 1999	9
4	Tubérculos de coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i>) encontrados en 1 m ² de suelo a cinco profundidades, El Zamorano, Honduras, 1999	10
5	Efecto de los herbicidas glifosato y halosulfuron sobre el control de <i>Cyperus rotundus</i> . El Zamorano, Honduras, 1999	12
6	Efecto fitotóxico de glifosato y halosulfuron sobre pepino a los 88 días después de la aplicación, El Zamorano, Honduras, 1999	13
7	Análisis de dominancia del rendimiento de pepino, El Zamorano, Honduras, 1999	14
8	Análisis marginal del rendimiento de pepino, El Zamorano, Honduras, 1999	14
9	Estado de resultado de una hectárea de pepino con diferentes tratamientos de herbicidas, El Zamorano, Honduras, 1999	15

1. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Existen unas 250,000 especies de plantas, de éstas 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, era reportada en 1977 como maleza en 52 cultivos en 92 países (Holm *et al.*, 1977).

El coyolillo es nativo de los trópicos, pero se ha diseminado hacia áreas subtropicales. Crece desde aproximadamente 30° latitud Norte a 35° latitud Sur y está limitado en estas regiones por bajas temperaturas. Puede crecer en casi cualquier tipo de suelo, humedad relativa y nivel de materia orgánica conocido en agricultura (Doll, 1986).

Es una maleza perenne con un sistema extenso de rizomas y tubérculos de los cuales emerge un tallo erecto de aproximadamente 30 cm de altura. Las hojas son verdes oscuro, el tallo es triangular y la inflorescencia es café púrpura. Aunque esta maleza puede producir semillas viables, la principal fuente de infestación son los tubérculos (Doll, 1994).

Es una especie altamente evolucionada que prospera en sistemas agrícolas intensivos, desarrolla una gran habilidad competitiva y posee una alta capacidad para persistir en diferentes sistemas de control. Es más problemática y de mayor importancia económica en zonas subtropicales y tropicales secas que tienen una canícula prolongada y errática. En el trópico estas zonas están situadas entre 0 y 1000 m.s.n.m., con precipitación de 600 a 1800 mm anuales y temperatura media anual entre 23 y 27 °C. Además de las condiciones ambientales existen ciertas prácticas agronómicas que le favorecen, principalmente el intenso laboreo del suelo y el uso de herbicidas, esto indica que el coyolillo compite menos con la población de malezas de mejor adaptación, las cuales son eliminadas con los herbicidas tradicionales (De la Cruz y Merayo, 1990).

El coyolillo es susceptible a la sombra, por lo que esta maleza es especialmente crítica en las primeras etapas de crecimiento del cultivo (De la Cruz y Gómez, 1976).

La práctica de control más corriente es el uso de herbicidas durante la fase inicial del establecimiento del cultivo; debe usarse cada vez que se siembre el cultivo, dado que la maleza puede aumentar en corto tiempo la población tan pronto termina la acción residual del herbicida. Bajo condiciones de cero labranza, los herbicidas sistémicos no selectivos son de gran eficiencia cuando la maleza inicia floración e inmediatamente antes de la siembra o trasplante del cultivo. Tal es el caso con las aspersiones de glifosato antes de la siembra de algodón o del trasplante del tomate o chile.

Las labores frecuentes de remoción del suelo en épocas secas y a intervalos adecuados de tiempo son útiles para permitir un abundante rebrote de la maleza, se estima que de 15 a 20 días es un buen intervalo. Después de cada rastrillada se puede hacer un riego superficial, para acelerar la germinación del mayor número de plantas y agotar el banco de semilla del suelo. Se puede aumentar la destrucción de la maleza mediante el uso de glifosato y/o 2,4-D antes de cada rastrillada (De la Cruz y Merayo, 1990).

Vargas *et al.* (1990) realizaron estudios en los que evaluaron la labranza en seco para el control de coyolillo, y analizaron el grado de pulverización del suelo sobre el número de brotes. Ellos encontraron que no hubo diferencia entre el tratamiento menos pulverizado y el más pulverizado. Al analizar el período mínimo para bajar la población de coyolillo, encontraron que dos a tres días de exposición al sol fueron suficientes para reducir la densidad al 50% y después de 10 días hubo una reducción de 90%.

El control biológico ha sido estudiado en coyolillo, *Tylenchus similis* ha sido reportado en esta maleza, sin embargo, este nemátodo no es lo suficientemente destructivo (Holm *et al.*, 1977). La palomilla *Bactra truculenta* tuvo cierto control en sus primeros años de introducción a Hawái procedente de las Filipinas en 1925, el problema surgió a medida que incrementaba la población de *Bactra*, incrementaba la población de *Trichogramma minutum*, el cual parasita los huevos de esta palomilla (Holm *et al.*, 1977). También el proyecto MIP del CATIE ha estudiado las posibilidades del control con el hongo *Puccinia canaliculata* (De la Cruz y Merayo, 1990).

Gamboa y Vandermeer (1989), encontraron desarrollo de *Cercospora* sp. en el follaje de coyolillo cuando está asociado con el frijol o maíz, no ocurre lo mismo cuando está en el sistema con coyolillo, y el hongo tiene un menor desarrollo. Los resultados demuestran que *Cercospora* sp. provoca un daño altamente significativo en coyolillo, pero no afirman que este patógeno logre reducir suficientemente su crecimiento.

1.2 HERBICIDAS UTILIZADOS

Glifosato

Este herbicida es considerado como uno de los recursos básicos para la producción de millones de hectáreas de cultivos que actualmente se siembran en el mundo bajo los sistemas de labranza de conservación. A dosis subletales se utiliza como regulador de crecimiento. En cultivos de caña de azúcar permite aumentar el contenido de sacarosa y en sorgo acelera el secado de los granos, cuando estos cultivos están próximos a cosecha (Monsanto, s.f.).

El glifosato es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos y es el herbicida postemergente no selectivo más ampliamente usado. Es comúnmente disponible como una formulación de líquido soluble de la sal de isopropylamine, tiene diferentes surfactantes y cantidad de ingrediente activo. Glifosato solamente entra en la planta vía tejido verde fotosintéticamente activo y es móvil en el apoplasto y simplasto. Este se mueve hacia los meristemos y puntos de crecimiento, las hojas presentan clorosis y necrosis después de unos pocos días a una semana. Es moderadamente fijado en los coloides del

suelo y sufre degradación microbiana en uno a cuatro meses. Controla la mayoría de malezas anuales y perennes y algunas especies leñosas (Caseley, 1994).

El glifosato no tiene actividad residual en el suelo. 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 tomado por las raíces de las plantas ni lixiviado en el perfil del suelo. La materia orgánica, limo y arena son poco importantes en estas reacciones de inactivación del suelo. El glifosato es degradado microbiológicamente en el suelo y en el agua. El tiempo de descomposición varía dependiendo de la población de microorganismos. La degradación no ocurre con mayor rapidez debido a que la molécula de glifosato es moderadamente fijada a la arcilla. La degradación química y pérdidas por fotodegradación y volatilización se consideran insignificantes (Monsanto, s.f.).

Halosulfuron-metil

Cruz (1995) describe al halosulfuron-metil como un herbicida de aparición reciente en el mercado para el control preemergente y postemergente de malezas ciperáceas y de hoja ancha. Es un miembro del grupo químico de las sulfonilureas. Este herbicida utiliza dos vías de penetración en las plantas, a través de los brotes tiernos y el follaje y por la raíz. Trabaja inhibiendo la enzima acetil lactato sintetasa, la cual interviene en la síntesis de los aminoácidos isoleucina, leucina y valina, necesarios para el desarrollo de las plantas. Una de las ventajas de este herbicida es que este paso para la producción de estos tres aminoácidos solamente existe en plantas, por lo que la toxicidad es baja para el hombre, los animales y el medio ambiente.

Aproximadamente la mitad de la degradación del halosulfuron-metil en el suelo ocurre por la hidrólisis química. Al igual que otras sulfonilureas la degradación microbiana también contribuye significativamente a su descomposición. La fotodescomposición y volatilización tienen menor importancia en su degradación (Cruz, 1995).

Johnson *et al.* (1996) encontraron que el pepino mostró tolerancia a halosulfuron-metil cuando este fue aplicado 7 días después de la emergencia de las malezas, a una dosis de 0.036 kg ia/ha. Dosis mayores a 0.036 kg ia/ha fueron demasiado dafinas.

En otro estudio Majek *et al.* (1996) encontraron que la tolerancia de las cucurbitáceas a este herbicida depende del género. En aplicaciones preemergentes pepino fue moderadamente tolerante, se observaron daños en dosis de 36 a 90 g ia/ha. En aplicaciones postemergentes encontró que las especies de *Cucumis* fueron más tolerantes que las especies de *Citrullus*, pepino y melón no sufrieron daños en dosis arriba de los 90 g ia/ha, en cambio sandía sufrió daños a dosis de 54 g ia/ha.

1.3 OBJETIVOS

- Evaluar la efectividad de la labranza en época seca sobre el control de coyolillo.
- Determinar la efectividad sobre el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) de los herbicidas glifosato y halosulfuron-metil.
- Evaluar la fitotoxicidad de los herbicidas sobre el cultivo de pepino.
- Determinar el tratamiento más rentable en un análisis económico.

2. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en el lote # 37 de Zona III, del área de Horticultura, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Está ubicada a una altura de 800 m.s.n.m., latitud de 14° norte, longitud de 81° oeste, y temperatura media anual de 22°C.

En esta investigación se realizaron dos estudios para el control del coyolillo, el primero fue evaluación de herbicidas y el segundo el uso de labranza, grada o rastra, a dos intervalos de tiempo.

Al momento de la realización de estos estudios no había cultivo en el campo. En los dos estudios se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones en cada experimento.

2.1 EVALUACION DEL CONTROL MECANICO

Este estudio consistió en la aplicación de tres pases de rastra con dos frecuencias de tiempo para exponer los tubérculos de coyolillo al sol y así provocar su deshidratación. Cinco días después del conteo de coyolillo se hizo el primer pase de rastra.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y las unidades experimentales fueron de 3.75 m de ancho y 42 m de largo. Para la separación de medias se utilizó la prueba Duncan.

El trasplante del pepino (Poinsett 76) se realizó a los 86 días después de la aplicación del último pase de rastra, se sembró a de 0.20 m entre plantas y 1.5 m entre surco (33,333 plantas/ba), a los 15 días después del trasplante se contó la población final de coyolillo, utilizando un marco de madera de 1 m², tomando cinco muestras por unidad experimental.

En el mismo lote en noviembre de 1999, se tomaron muestras a 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 y 20-25 cm de profundidad para conocer la distribución de los tubérculos de coyolillo en el perfil del suelo. Se determinaron estas distancias para poder tener una estratificación y porque la profundidad promedio del arado o grada está entre los 25 cm de profundidad como máximo.

Tratamientos

Se utilizaron tres tratamientos, dos consistían en pases de rastra o grada y el tercero era el testigo en el que no se realizó ningún pase de rastra (Cuadro 2). Después de cuatro pases de rastra en cada tratamiento se preparó el terreno para realizar el trasplante de pepino.

Para la aplicación de los pases de rastra la metodología que se utilizó fue ir y volver sobre la misma unidad experimental; a lo largo de la duración del estudio se realizaron cuatro aplicaciones de rastra, en el tratamiento cada dos semanas y en el de cada tres semanas.

Cuadro 1. Tratamientos mecánicos para control de coyolillo durante los meses de abril a junio, El Zamorano, Honduras, 1999

Tratamientos					
Equipo	Frecuencia	Fechas del pase de rastra			
Pase de rastra	Cada dos semanas	07/abril	21/abril	05/mayo	19/mayo
Pase de rastra	Cada tres semanas	07/abril	28/abril	19/mayo	09/junio
Testigo	Sin pase	Sin pase			

2.2 EVALUACION DE HERBICIDAS

El control del coyolillo con herbicidas se realizó entre los meses de abril y septiembre de 1999 y, además, se evaluó la fitotoxicidad de los herbicidas sobre el cultivo de pepino.

Las unidades experimentales tenían 3.75 m de ancho y 12 m de largo. Para estimular la germinación de las plantas de coyolillo se realizaron dos riegos por aspersión, 10 días después se realizó el conteo inicial de plantas de coyolillo, utilizando un marco de 1m² y tomando tres muestras por unidad experimental. Luego se procedió a la primera aplicación de los herbicidas y dos semanas después se realizó la última aplicación de los herbicidas que así lo requerían, el conteo de la población final se realizó 86 días después de la última aplicación del herbicida.

Para la evaluación de la fitotoxicidad se realizó el trasplante del cultivo de pepino (variedad Poinsett 76), 75 días después de la última aplicación de los herbicidas, se sembró a de 0.20 m entre planta y 1.5 m entre surco (33,333 plantas/ha). A los 15 días después del trasplante del pepino se realizó el conteo final del coyolillo.

La evaluación de fitotoxicidad se hizo 15 días después del trasplante; se midió el tamaño de las plantas de pepino desde la base del tallo hasta la yema apical y se tomó el peso de materia seca de cinco plantas por unidad experimental, secándolas a una temperatura de 105°C por 48 horas en un secador marca THELCO modelo 130.

Tratamientos y dosis

Se utilizaron seis tratamientos con herbicidas y un testigo sin aplicación de herbicida (Cuadro 1). Los herbicidas utilizados glifosato (Roundup) y halosulfuron-metil (Permit o Semptra), fueron aplicados en postemergencia a cuatro dosis y dos frecuencias de tiempo. A los 70 días después de la última aplicación se preparó el suelo con arado y rastra para el trasplante del pepino.

Las aplicaciones se hicieron con un equipo de aplicación constante, con una presión de 40 psi, y un volumen de descarga de 200 L/ha, y boquillas Teejet 8003 VS.

Cuadro 2. Herbicidas y dosis utilizadas en cada tratamiento, El Zamorano, Honduras. 1999

Tratamientos [†]		
Herbicida	Aplicación	Dosis (la/ha)
Halosulfuron	Una sola aplicación	40 g
Glifosato	Una sola aplicación	2.4 kg
Glifosato	Dos aplicaciones (cada 2 semanas)	1.2 kg + 1.2 kg
Halosulfuron	Dos aplicaciones (cada 2 semanas)	20 g + 20 g
Glifosato + Halosulfuron	Dos aplicaciones (cada 2 semanas)	1.2 kg + 20 g
Halosulfuron + Glifosato	Dos aplicaciones (cada 2 semanas)	20 g + 1.2 kg
Testigo	Sin aplicación	

[†]En los tratamientos aplicados cada dos semanas se utilizó la mitad de la dosis de cada uno de los herbicidas.

Manejo agronómico del cultivo

El manejo de plagas, fertilización y riego fue el mismo que se aplica a los cultivos comerciales de pepino de la Unidad de Producción Hortícola.

Datos económicos

Para la evaluación económica se realizó un presupuesto parcial según la metodología del CIMMYT (1988). Se consideraron todos los costos variables incurridos en el cultivo; como costos variables fueron considerados los costos de los herbicidas y la mano de obra para aplicarlos.

Los precios de los insumos son los del mercado nacional existentes en octubre de 1999. Para el cálculo de los ingresos se utilizó el precio de venta promedio de pepino registrado en 1999 por la sección de horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana. En la evaluación económica se consideró el rendimiento de pepino.

2.3 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS

Para el cálculo estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS) versión 6.12.

En la evaluación del control químico y mecánico se utilizaron los datos de población inicial y población final de coyolillo. En la evaluación de fitotoxicidad sobre el cultivo de pepino se utilizó la longitud y el peso seco de la planta.

Para todos los análisis se realizó una prueba de normalidad utilizando valores predichos y residuales. En las variables de longitud y materia seca se realizó un ajuste utilizando logaritmo base 10.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL MECANICO

El uso de la rastra cada dos semanas no presenta diferencias estadísticas con el uso de rastra cada tres semanas; sin embargo, estos dos tratamientos sí tienen diferencias estadísticas con el testigo (Cuadro 3) ($F=0.0079$; $\alpha=0.10$).

El pase de rastra cada dos semanas redujo la población de coyolillo en 72 % (Cuadro 3), aproximadamente tres de cada cuatro plantas que existían al momento de realizar el conteo inicial fueron eliminadas al remover el suelo cada dos semanas.

Es probable que esto se haya debido a que en el tratamiento con aplicación de rastra cada dos semanas hubo un mayor movimiento de los tubérculos hacia la superficie del suelo donde la luz solar, y altas temperaturas provocaron la deshidratación de los tubérculos, causando que la disminución de la población en el tratamiento cada dos semanas fuera mayor.

La aplicación de rastra cada tres semanas no presentó diferencias estadísticas significativas con la aplicación cada dos semanas, sin embargo, el porcentaje de reducción de la población inicial de coyolillo fue mayor en el tratamiento cada dos semanas, presentando un 72% contra un 58% en el pase cada tres semanas (Cuadro 3).

Los resultados encontrados en este estudio son similares a los de Vargas *et al.*, estos encontraron que dos a tres días de exposición al sol redujo la población de coyolillo en 50%; al exponerlos al sol por 10 o más días la reducción de la población aumentó a 90%.

Cuadro 3. Efecto del uso de rastra en la población de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Población (plantas/m ²)		Disminución de población %
	Inicial	Final	
Rastra cada dos semanas	357	100 b	72
Rastra cada tres semanas	376	157 b	58
Testigo (sin pase)	374	321 a	14

Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales ($P<0.10$).

Coyolillo presenta dominancia apical en dos formas: la yema apical de un tubérculo siempre brota primero y el tubérculo de más arriba o el más joven en una cadena presenta dominancia apical sobre los otros tubérculos, esta dominancia apical es más marcada aún

dentro de un tubérculo (Holm *et al.*, 1977). Si se corta un tubérculo horizontalmente, la yema más cercana a la superficie del corte sobre la mitad del tubérculo brota primero. (Doll, 1986). La acción de la rastra provocó también un rompimiento de la dominancia apical de la cadena y del tubérculo individual, al no haber condiciones apropiadas de humedad para que estas yemas broten, los tubérculos quedan en la superficie del suelo y mueren por desecación.

En la distribución de los tubérculos en el perfil del suelo, aproximadamente 80 a 90% se encuentran en los primeros 15 cm del suelo. Un número muy reducido se encuentra bajo los 30 cm, pero muy raramente por debajo de los 45 cm (Doll, 1986). Debido al gran porcentaje de tubérculos que se encuentran en los primeros centímetros del suelo, la remoción por medio de labranza facilita la exposición de los tubérculos en la superficie del suelo, lo que en época seca permite que estos mueran por deshidratación.

Después de haberse tomado muestras de suelo sometidos a sistemas de labranza convencional obtuvimos resultados similares a los de Doll (1986), encontrando un 75% de tubérculos de coyolillo en los primeros 15 cm del suelo (Cuadro 4). Resultados similares fueron encontrados por Godoy *et al.*, (1995), después de tomar muestras de suelo por tres años consecutivos en lotes bajo labranza convencional y labranza cero encontraron que coyolillo es más abundante en labranza convencional que labranza cero. Al hacer una estratificación del suelo encontró que 86% de los tubérculos se encontraban en los en los primeros 15 cm de suelo,

En nuestro estudio encontramos que 35% de los tubérculos se encuentran en los primeros 5 cm del suelo (Cuadro 4), estos tubérculos son más susceptibles a los efectos de la radiación solar. El testigo, a pesar de no haber sido removido el suelo, presentó una reducción de 14% en la densidad poblacional, probablemente se debió a muerte de los tubérculos que se encontraban cerca de la superficie del suelo, los que no soportaron la falta de agua durante la época seca.

Cuadro 4. Tubérculos de coyolillo (*Cyperus rotundus*) encontrados en 1 m² de suelo a cinco profundidades, El Zamorano, Honduras, 1999.

Profundidad (cm)	Cantidad	Porcentaje
0-5	152	35
5-10	114	26
10-15	60	14
15-20	86	20
20-25	24	5

3.2 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL QUIMICO

A los 88 días después de la última aplicación, los herbicidas no tuvieron diferencia significativa sobre la disminución poblacional del *C. rotundus* ($F=0.3572$; $\alpha=0.10$), (Cuadro 5).

La falta de diferencias significativas entre los tratamientos puede haberse debido al tiempo demasiado largo entre la aplicación de los tratamientos y el conteo de la población final, efectuada 88 días después de la última aplicación. Esto provocó que en ese período de tiempo no se presentara una disminución en la población de coyolillo. Esto no quiere decir que los herbicidas no controlaron o no causaron una disminución de la población en alguna etapa de este estudio, el problema principal aquí fue el haber hecho el conteo de población final aproximadamente tres meses después de la última aplicación de los herbicidas, probablemente si se hubiera realizado el conteo de la población final unos 30 días después de aplicado los herbicidas se hubiera encontrado alguna diferencia en el control de la maleza.

La siembra y el conteo de la población final de coyolillo no se realizó como estaba previsto, debido a problemas logísticos; al momento de querer hacer la preparación del suelo no se contaba con la maquinaria para hacerlo, otro factor que provocó retraso fue la persistencia de las lluvias que impedían realizar las labores de preparación del suelo.

La degradación del glifosato es bastante rápida debido a la acción de los microorganismos del suelo; esto puede tomar de uno a cuatro meses (Caseley 1994). El haber hecho la evaluación de la población final aproximadamente tres meses después de la última aplicación de los herbicidas, es probable que no se encontrara residualidad de glifosato, debido a la rápida degradación que sufre el herbicida por la acción de los microorganismos, esto no quiere decir que glifosato no realizó ningún control sobre la maleza, es probable que, si el conteo de la población final se hubiera realizado en un período de tiempo menor al realizado (tres meses) se hubiera podido encontrar algún control sobre coyolillo.

De igual forma ocurrió con halosulfuron-metil en donde el período de tiempo entre la última aplicación y la fecha del conteo final de la población fue demasiado largo, por lo tanto no se encontró diferencias estadísticas. De igual forma esto no significa que este herbicida no haya ejercido control sobre la maleza, la falta de control se presentó por el período de tiempo tan amplio que hubo entre el conteo de población inicial y población final.

Pudo observarse que a pesar de no haber diferencias estadísticas, halosulfuron-metil y glifosato aplicados dos veces causó una mayor disminución de la población en vez de aplicarlo una sola vez a la misma dosis (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los herbicidas glifosato y halosulfuron sobre el control de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Población (plantas/m ²)		Incremento poblacional %
	Inicial [†]	Final [‡]	
Halosulfuron	407	552 a	36
Glifosato	361	521 a	44
Glifosato (dos aplicaciones)	365	499 a	37
Halosulfuron (dos aplicaciones)	289	278 a	-4
Glifosato + Halosulfuron	376	485 a	29
Halosulfuron + Glifosato	380	544 a	43
Testigo	285	354 a	24

Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales ($P < 0.10$).

[†]El conteo de población inicial se realizó el 25 de abril de 1999.

[‡]El conteo de población final se realizó el 10 de agosto de 1999.

3.3 EVALUACION DE RESIDUALIDAD EN EL CULTIVO DE PEPINO

La evaluación de la longitud de las plantas de pepino se realizó a los 88 días después de la última aplicación de los herbicidas, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 6) ($F=0.7358$; $\alpha=0.10$).

A los 88 días después de la última aplicación de herbicidas, las plantas de pepino que tuvieron el mayor peso de materia seca ($F=0.0526$; $\alpha=0.10$), fueron las del tratamiento de glifosato cada dos semanas, éste fue estadísticamente igual a las aplicaciones de glifosato, halosulfuron + glifosato, glifosato + halosulfuron y halosulfuron (Cuadro 6).

Halosulfuron con un intervalo de dos semanas fue estadísticamente diferente a los demás herbicidas, pero no presentó diferencia significativa con el testigo donde no se aplicó herbicida (Cuadro 6).

El testigo presentó el peso más bajo de materia seca, fue estadísticamente igual al tratamiento de halosulfuron cada dos semanas, pero estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Cuadro 6). A pesar de que en el testigo no se aplicó ningún herbicida este presentó el peso más bajo, esto pudo haberse debido a otros factores como condiciones de suelo ya que el testigo fue de las unidades experimentales con menor densidad poblacional de coyolillo y con el segundo cambio poblacional más bajo (Cuadro 5). En las unidades experimentales del testigo se encontraba dominada por la maleza *Eleusine indica* lo cual puede haber contribuido al bajo desarrollo de las plantas de pepino, el efecto de competencia es otro factor que pudo haber influido en el bajo peso de materia seca de las plantas de pepino.

En la evaluación del peso de materia seca el tratamiento de halosulfuron cada dos semanas, fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Cuadro 6), sin embargo, el tratamiento de halosulfuron aplicado una sola vez, no presentó diferencia

significativa con los demás tratamientos químicos (Cuadro 6). En la etiqueta del herbicida Permit (Halosulfuron) se recomienda un intervalo entre la aplicación de este herbicida y el trasplante de pepino de nueve meses. En este estudio la evaluación de fitotoxicidad se hizo a los 88 días después de la aplicación de los herbicidas (aproximadamente tres meses), por lo que las probabilidades de que se presentara residualidad era bastante alta.

Glifosato no presentó ninguna actividad residual, su molécula es degradada microbiológicamente en el suelo y agua. El tiempo de descomposición varía dependiendo de la población de microorganismos (Monsanto Manual Técnico s.f.). Al ser glifosato un herbicida de poca residualidad cuya degradación microbiana ocurre en uno a cuatro meses (Caseley, 1994), es poco probable que llega a causar un daño fitotóxico a cualquier cultivo. En este estudio los tratamientos de glifosato aplicado cada dos semanas y glifosato aplicado una sola vez obtuvieron los mayores pesos en materia seca (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto fitotóxico de glifosato y halosulfuron sobre pepino a los 88 días después de la aplicación, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Altura planta cm	Materia seca g
Halosulfuron	1.64 a	1.33 ab
Glifosato	1.71 a	2.34 a
Glifosato (dos aplicaciones)	1.04 a	2.45 a
Halosulfuron (dos aplicaciones)	1.15 a	1.30 bc
Glifosato + Halosulfuron	1.15 a	2.21 a
Halosulfuron + Glifosato	1.13 a	2.24 a
Testigo (sin aplicación)	1.30 a	1.20 c

Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales ($P < 0.10$).

3.4 ANALISIS ECONOMICO

No se encontraron diferencias estadísticas entre los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, sin embargo, la diferencia entre la rentabilidad de los tratamientos es bastante grande. La mejor rentabilidad fue glifosato en una sola aplicación, glifosato en dos aplicaciones y halosulfuron más glifosato con rentabilidad de 90, 86 y 80% respectivamente (Cuadro 9).

Los tratamientos más bajos en rentabilidad fueron el testigo y halosulfuron divididos en dos aplicaciones con rentabilidades negativas de 30, 43 y 51% respectivamente (Cuadro 9).

Cuando se analizó la residualidad de los herbicidas sobre el pepino se encontraron diferencias estadísticas sólo en la materia seca, presentando los pesos más bajos el testigo, halosulfuron dividido en dos aplicaciones y halosulfuron en una sola aplicación

(Cuadro 5). Esto guarda una estrecha relación con los rendimientos ya que estos tratamientos obtuvieron la rentabilidad más bajas.

Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia se ordenaron los tratamientos de menor costo a mayor costo, resultando como tratamientos dominados halosulfuron en dos aplicaciones, glifosato + halosulfuron y glifosato + glifosato. Fueron tratamientos dominados porque obtuvieron beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

Cuadro 7. Análisis de dominancia del rendimiento de pepino, El Zamorano, Honduras, 1999

Tratamientos	Total de costos que varían Lp/ha	Beneficios Netos Lp/ha
Halosulfuron	678	36,078
Halosulfuron + Halosulfuron	778	13,174 D†
Glifosato + Halosulfuron	915	43,578 D†
Halosulfuron + Glifosato	915	50,411
Glifosato	950	53,290
Glifosato + Glifosato	1,050	52,214 D†

†Beneficios con tratamientos dominados.

El cálculo de la tasa de retorno marginal se realizó según la metodología del CIMMYT (1988). En este estudio la tasa de retorno fue demasiado alta debido a la gran diferencia entre los beneficios en cada tratamiento. Hay que tomar en cuenta que para su cálculo sólo se utilizaron los costos que varían, debido a que así lo indica la metodología, sin embargo, esta tasa sería menor si las diferencias entre los beneficios no fueran tan grandes.

El cálculo de la tasa de retorno marginal se realizó para verificar los incrementos por pasar de un tratamiento a otro. Al ser los tratamientos estadísticamente iguales este cálculo no es necesario ya que da lo mismo utilizar cualquier tratamiento, incluso con el testigo no hubo diferencia estadística.

Cuadro 8. Análisis marginal del rendimiento de pepino, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Costos que varían Lp/ha	Beneficios Netos Lp/ha	Tasa de retorno marginal
Halosulfuron	678	36,078	← 30.1
Halosulfuron + Glifosato	915	50,411	
Glifosato	950	53,290	← 82.2

Cuadro 9. Estado de Resultado de una hectárea de pepino con diferentes tratamientos de herbicidas, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Rendimiento Lps		Ingreso Bruto Lps	Costos Lps			Beneficio Neto Lps	Rentabilidad %
	Medio	Ajustado		Fijos	Variables	Totales		
Halosulfuron	39,311	33,414	36,756	27,600	678	28,278	8,478	30
Glifosato	58,011	49,309	54,240	27,600	950	28,550	25,690	90
Glifosato + Glifosato	56,967	48,422	53,264	27,600	1,050	28,650	24,614	86
Halosulfuron + Halosulfuron	14,922	12,684	13,952	27,600	778	28,378	-14,426	-51
Glifosato + Halosulfuron	47,586	40,448	44,493	27,600	915	28,515	15,978	56
Halosulfuron + Glifosato	54,894	46,660	51,326	27,600	915	28,515	22,811	80
Testigo	16,717	14,209	15,630	27,600	0	27,600	-11,970	-43

Rendimiento ajustado al 15% menos del rendimiento promedio

Rendimientos en lb/ha

Ingresos en Lempiras

4. CONCLUSIONES

- En el tratamiento mecánico no se presentaron diferencias estadísticamente entre los pases de rastra cada dos semanas y cada tres semanas, lo que nos indica que obtendríamos el mismo resultado al utilizar cualquiera de los tratamientos.
- El pase de rastra cada dos semanas redujo la población de coyolillo en 72% comparado con un 58% en el pase de rastra cada tres semanas, presentando el tratamiento cada dos semanas un 14% de superioridad en la reducción de la población de coyolillo.
- En el testigo sin pase de rastra se observó también una disminución de 14% en la población de coyolillo, lo que nos indica que en la época seca se produce una mortalidad de los tubérculos de esta maleza debido probablemente a la falta de agua y alta radiación solar presente en la época seca.
- Ningún herbicida presentó diferencias estadísticas significativas entre ellos, al contrario de lo que se esperaba se presentó un aumento de la población de coyolillo con respecto a la población inicial antes de la aplicación de los herbicidas. Esto se debió a que el conteo final se realizó 100 días después del conteo inicial.
- El hecho de no presentar diferencias estadísticas, no significa que los herbicidas no realizaron ningún control sobre coyolillo; la falta de control se presentó por el período de tiempo tan amplio que hubo entre los dos conteos, si este período se hubiera acortado es muy probable que se hubiera encontrado algún control.
- Al evaluar la residualidad de los herbicidas no se encontró evidencia de que estos afectaran la longitud de la planta, sí se encontró diferencia en peso de materia seca, presentando los pesos más altos los tratamientos de glifosato y glifosato dividido en dos aplicaciones. El peso más bajo lo presentó el testigo, seguido por halosulfuron dividido en dos aplicaciones y halosulfuron en una sola aplicación.

5. RECOMENDACIONES

- Si se desean realizar prácticas de manejo para el control de coyolillo durante la época seca es recomendable realizar exposiciones de los tubérculos de esta maleza a la radiación solar, remociones cada dos semanas o tres semanas presentan una reducción significativa en la densidad de coyolillo.
- Al no existir diferencias entre los tratamientos mecánicos, es recomendable realizar aplicaciones de pases de rastra cada tres semanas, esto nos permitirá tener menos costos por la realización de esta labor, se realizarán menos pases de rastra en un periodo de tiempo determinado en comparación con el pase de rastra cada dos semanas.
- Realizar estudios en los que se evalúe además del tiempo de exposición de los tubérculos variables como la distribución de estos en el perfil del suelo en cada uno de los tratamientos utilizados, de esta manera se podrá estimar que porcentaje de los tubérculos se logran exponer a la radiación solar.
- Al realizarse esta práctica en verano es importante tratar de medir la cantidad de suelo que se pierde por la aplicación de rastra.
- Es recomendable evaluar frecuencias de pase de rastra mayores a tres semanas para tratar de determinar hasta que punto podemos ampliar nuestra frecuencia de laboreo del suelo manteniendo el control y reduciendo los costos.
- Es recomendable repetir el ensayo químico, ya que existe bastante evidencia en la literatura sobre el control que estos herbicidas tienen sobre coyolillo, sin embargo, estos estudios están realizados con cultivos anuales y muy pocos se han hecho en cultivos hortícolas.
- En el estudio químico es de suma importancia reducir el tiempo entre la aplicación de los herbicidas y la evaluación de la población de coyolillo.
- De realizarse el ensayo es recomendable no evaluar la fitotoxicidad sobre un solo cultivo, pueden realizarse ensayos con más de un cultivo, esto nos permitirá conocer la susceptibilidad de estos al herbicida, disminuir costos y poder planificar rotaciones de cultivos.

6. BIBLIOGRAFIA

- CASELEY, J. C., 1994. Herbicides. *In* R. Labrada, J.C. Caseley, C. Parker (ed). Weed management for developing countries. p. 219-221
- CRUZ, R. 1995. Manual para el conocimiento técnico del herbicida Semptra
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica, Edición completamente revisada, México D.F., México; CYMMYT.
- DE LA CRUZ, R. y C. GOMEZ. 1976. Alternativa para el control de coquito (*Cyperus rotundus* L) en maíz y sorgo. VIII Seminario Comalí, Resúmenes, Barranquilla, Colombia, pp 2.
- DE LA CRUZ, R. y A. MERAYO,. 1990. Manejo de *Cyperus rotundus* L. en algunas áreas agrícolas tropicales. Revista MIP 16: 41-48.
- DOLL, J. D. 1986. *Cyperus rotundus* L. Ecología, Biología, Fisiología, Morfología e Importancia. *In* Ecología y control de malezas perennes en América Latina, p. 74-83.
- DOLL J. D. 1994. *Cyperus rotundus*. *In* R. Labrada, J.C. Caseley, C. Parker (ed). Weed management for developing countries. p.50-57.
- GAMBOA, W y J VANDERMEER,. 1989. Observaciones preliminares en tres agroecosistemas y la presencia de *Cercospora* sp. En el coyolillo *Cyperus rotundus* L. ISCA, Managua, Nicaragua. Revista MIP. Volume 12:p. 33-36.

GODOY, G.; VEGA, J. y A. PITY. 1995. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. *Cciba*. 36(2):217-229

HOLM, L.; PLUCKNETT, D.; PANCHO, J.; y J HERBERGER. 1977. The World's Worst Weed. Distribution and Biology. p 3-25.

JOHNSON, W. C. Y B. J. MULLINX. 1996 Weed Control and Crop Injury in Cucumber with Halosulfuron-metyl (Resumen). WSSA Abstract 36:18.

MAJEK, B. A.; B. M. BARBOUR; J. GRANDE y W. STALL. 1996 MON 12000 for Weed Control in Cucurbit Crops. (Resumen). WSSA Abstract 36:18.

MONSANTO s.f Manual Tecnico SNT 16 p

VARGAS, M.; SARRIA, M.; STAYER, C.; DINARTE, S.; AKER CH; SOTO, E.; 1990 Labranza en seco para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) en el occidente de Nicaragua: el efecto de método de labranza y tiempo de exposición. In 4^{to} Congreso Nacional MIP, 3^{er} Congreso Internacional. Nicaragua, C.A.