

Evaluación de glifosato y tres tipos de
azadones manuales en el control de malezas en
lechuga (*Lactuca sativa*)

Marco Antonio Portillo Reyes

ZAMORANO
Departamento de Horticultura
Noviembre, 1999

Evaluación de glifosato y tres tipos de azadones manuales en el control de malezas en lechuga (*Lactuca sativa*)

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

Marco Antonio Portillo Reyes

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 reserva los derechos de autor.

Marco Antonio Portillo Reyes

Zamorano, Honduras
Noviembre, 1999

Evaluación de glifosato y tres tipos de azadones
manuales en el control de malezas en lechuga
(*Lactuca sativa*)

presentado por

Marco Antonio Portillo Reyes

Aprobada:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Odilo Duarte, Ph.D.
Jefe de Departamento

Roni Muñoz, M.Sc.
Asesor

Odilo Duarte, Ph.D.
Coordinador PIA

Luis Cañas, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios Todopoderoso y a la Virgen María por estar siempre conmigo en mi vida.

A mis padres y mis hermanas lo más lindo que Dios me ha dado les dedico este trabajo.

Lo dedico a todas aquellas personas y amigos que me ayudaron en la elaboración y documentación del trabajo.

A mi patria El Salvador.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y la Virgen María por darme la paciencia y fuerza necesaria por salir adelante en mi vida.

A mis padres y hermanas, gracias por ser los ejemplos a seguir en mi vida, por su apoyo moral y económico. Gracias por estar en los buenos y malos momentos conmigo.

A toda mi familia por su apoyo en todo momento.

Al Dr. Abelino Pitty, Ing Roni Muñoz y al Ing. Luis Cañas por aceptar ser mis asesores y por todo el apoyo brindado durante todo este tiempo.

Al Ing. J.M. Miselem, Dr. O. Duarte y a todo el Departamento de Horticultura por su apoyo brindado y gracias por confiar en mi en todo momento.

A mis amigos de El Salvador, en especial a Erika Chahin, Jorge Campos, Leilane Rubio, Javier Mejia, René Barrientos y Andres Choussy, por darme ánimos en todo momento.

A mis compañeros de cuarto año I. Vega, J. Eslaquit, J. Figueroa, R. García, M. Lizanne, B. Zelaya, M. Guerra, R. Sánchez, J. Dante, S. Castro, J. Erazo, C. Charris, J. Barros, M. Castedo, E. Erales y a todos los que por olvido no nombro, saben que cuentan conmigo.

A mi amiga Frances Figueroa por su apoyo brindado en este año.

A mi alma mater por estos cuatro años de estudio, gracias por enseñarme a ver al mundo de forma diferente.

RESUMEN

Portillo, Marco, 1999. Evaluación de glifosato y tres tipos de azadones manuales en el control de malezas en lechuga (*Lactuca sativa*). Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

Las malezas representan un gran obstáculo para la producción agrícola, especialmente en los cultivos de ciclo corto como la lechuga. Los experimentos se realizaron en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Se evaluó la efectividad del glifosato y tres azadones manuales, ambos ensayos se realizaron separados en un área de 345.6 m² cada uno, el lote donde se realizaron poseía una población de malezas homogénea en la que predominaba el coyolillo (*Cyperus rotundus*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*). El ensayo de glifosato tenía tres fechas de aplicaciones de 1, 4 y 7 días antes del trasplante, con la misma dosis de 2.88 kg ia/ha. El ensayo se realizó en un diseño de bloques completamente al azar. Se observó mejor control sobre el coyolillo cuando las aplicaciones fueron realizadas 7 días antes del trasplante (P=0.0630), la fitotoxicidad en la planta de lechuga fue menor en las aplicaciones de 4 y 7 días antes del trasplante (P=0.0512). Los rendimientos fueron mayores cuando la aplicación se hizo 7 días antes del trasplante (P=0.00690). Se recomienda la aplicación 7 días antes de trasplante, ya que tuvo un 77% en disminución de la población de malezas y además tuvo los costos más bajos del ensayo (6,760 Lps/ha). En el ensayo de azadones se probaron los azadones grandes, pequeños y huataca, con un intervalo de deshierba de una y dos semanas para cada azadón y se realizó en un diseño de parcelas divididas. El azadón pequeño es el que mejor resultado de control mostró en la incidencia de coyolillo en el intervalo de la segunda semana, también fue el que mejores resultados mostró en rendimiento (P=0.0512). Se recomendó usar el azadón pequeño en el intervalo de dos semanas.

Palabras claves: *Cyperus rotundus*, cultivos de ciclo corto, fitotoxicidad, *Portulaca oleracea*.

NOTA DE PRENSA

¿ COMO CONTROLAR MEJOR LAS MALEZAS EN HORTALIZAS CON HERBICIDAS O CON AZADONES ?

Se estableció un experimento entre junio y agosto de 1999, donde se probó el herbicida glifosato aplicado 1, 4 y 7 días antes del trasplante y tres tipos de azadones con intervalos de deshierba de una y dos semanas.

La aplicación que mejores resultados mostró sobre el control de malezas y la que mejores rendimientos tuvo fue la aplicación de 7 días antes de trasplante. La aplicación de 1 día antes de trasplante tuvo menor control y demostró mayor número de plantas de lechuga muertas.

El azadón pequeño en intervalos de dos semanas, demostró ser el más eficiente para el control de malezas.

La aplicación 7 días antes de trasplante mostró un beneficio neto más alto que el uso del azadón pequeño, aunque los costos de control fueron más bajos con el uso del azadón que con las aplicaciones del herbicida.

Cada día que el control de malezas en hortalizas es un problema más grande, ya que las malezas persisten a lo largo de los años compitiendo con el cultivo, lo que se traduce en reducción del rendimiento y aumento en los costos de control por el costo de la mano de obra y los altos precios de los insumos.

En la actualidad se están desarrollando semillas de lechuga que serán resistentes a herbicidas de amplio espectro para el control de malezas, pero por el momento no hay un herbicida selectivo y el control se está desarrollando con herbicidas que causan residualidad en el suelo y que dañan los cultivos de las rotaciones siguientes.

CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos.....	2
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS MALEZAS.....	3
2.2 MANEJO DE LAS MALEZAS.....	4
2.3 TACTICA MECANICA.....	4
2.4 TACTICA QUIMICA.....	5
2.5 GLIFOSATO.....	6
2.6 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	6
3. MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1 EVALUACION DE GLIFOSATO.....	8
3.2 EVALUACION CON AZADONES.....	9
3.3 ANALISIS ESTADISTICO.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
4.1 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO.....	11
4.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE GLIFOSATO.....	13
4.3 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON TRES AZADONES.....	15
4.4 ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL CON AZADONES.....	16
5. CONCLUSIONES.....	18
6. RECOMENDACIONES.....	19
7. BIBLIOGRAFIA.....	20

8. ANEXOS..... 22

INDICE DE ANEXOS

Anexo

- 1 Costos fijos para la producción de una hectárea de lechuga para el ensayo con glifosato
- 2 Costos fijos para la producción de una hectárea de lechuga para el ensayo con azadones

Los costos de manejos, atrasos en labores agrícolas, envenenamientos de animales y humanos, fuentes de hospederos de plagas, reducciones en los rendimientos y en la calidad del producto, son algunos de los problemas más claros que las malezas provocan.

El éxito de las malezas es atribuido a características que las hacen plantas competitivas, sobresalientes y persistentes, ya que compiten entre si por luz, agua y nutrimentos que son necesarios para su subsistencia. Entre las características que una maleza puede desarrollar para ser competitiva contra otra planta podemos mencionar: capacidad y facilidad de reproducirse, sistema radical profundo, polinización cruzada por el viento, autopolinización, producción de semillas alta y continua, longevidad y latencia de la semilla y facilidad de dispersión (Pitty, 1997).

Debido a las características mencionadas y a los múltiples problemas que las malezas causan, el hombre ha y está desarrollando varias estrategias y tácticas de control sobre las malezas. Entre las estrategias que se conocen se pueden mencionar: prevención, convivencia, erradicación, supresión y manejo. Dentro de cada estrategia podemos encontrar tácticas legales, mecánica-física, químicas, culturales y biológicas (Pitty y Muñoz, 1993).

Por muchos años, el control de malezas se ha realizado por medio de tácticas culturales, empleando herramientas manuales como el azadón. El uso de azadones es una práctica que representa un 70% de ocupación en las prácticas agrícolas, especialmente en el control de malezas y preparación del terreno. Los costos de control con el uso de azadones son más bajos que los de otras tácticas, sólo cuando la mano de obra sea barata. Existen varios tipos de azadones, pero por lo general el mecanismo de control es igual para todos.

Dentro de la táctica química, el método más usado para el control de las malezas son los herbicidas. Estos tienen la finalidad de dar protección a los cultivos, evitando el establecimiento de malezas en áreas de producción y facilitando el establecimiento del cultivo. El uso de herbicidas para el control de malezas aumenta por el alto grado de control que estos poseen, por esa razón cuando se utilizan herbicidas se debe hacer un manejo racional de ellos para lograr alcanzar así las finalidades establecidas, sin llegar a causar daño a la ecología.

Glifosato es recomendado para el control no selectivo de la mayoría de las malezas anuales y perennes en aplicaciones post-emergente, ya que es un producto biodegradado por los microorganismos del suelo. Además glifosato es un herbicida que no deja residuos tóxicos en el suelo que puedan afectar al cultivo establecido.

La búsqueda de alternativas de control ya sea como método particular o como combinación de éstas, podrían contribuir a reducir los problemas que las malezas ocasionan. Lastimosamente muchas evidencias de estudio existen, pero la mayoría de ellas han quedado sólo a nivel de literatura y las aportaciones prácticas han sido pocas lo que está provocando estancamientos con prácticas que han venido perdiendo validez.

Relaciones de este estudio con aplicaciones de glifosato e intervalos de deshierba con azadones, podrían ser aplicables a otros cultivos de ciclo corto, ya que el control de malezas es una práctica casi similar en otros cultivos de ciclo corto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el control de malezas por medio de tácticas culturales y químicas en un campo de producción de lechuga.

1.1.2 Específicos

Evaluar la efectividad de las aplicaciones de glifosato 1, 4 y 7 días antes del trasplante de lechuga.

Determinar cuál de las aplicaciones mostró menores síntomas de fitotoxicidad y mejores resultados en rendimiento.

Evaluar la efectividad de tres azadones manuales (azadón grande, azadón pequeño y huataca) sobre el control de las malezas y determinar cuál resulta el más conveniente.

Determinar el mejor intervalo de deshierba (una y dos semanas) después de trasplantada la lechuga con los tres azadones.

Determinar los costos de control manual con azadón y control químico con herbicida en el control de malezas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS MALEZAS

Muchas son las definiciones que se han venido dando a lo largo de los años, pero nunca se ha llegado a establecer una definición conceptual, ya que según botánicos, científicos, esta definición varía según la percepción de la persona, redundando en un concepto antropocéntrico (Pitty, 1997).

Las plantas que llamamos malezas son consideradas indeseables solamente porque interfieren con las actividades o intereses del ser humano (Pitty, 1997). Existen muchas más definiciones como: plantas que compiten por la humedad del suelo y la radiación solar, plantas que obstaculizan las prácticas diarias del hombre y como una planta que es buena para nada. Ninguna de estas definiciones hace referencia a las características botánicas, ecológicas o fisiológicas para clasificarlas como malezas, porque en la naturaleza realmente no existen malezas, solamente plantas (Pitty, 1997).

La clasificación de malezas se hace con el propósito de agruparlas por similitudes en cuanto a características y comportamiento, para así estudiar e implementar un manejo adecuado (Pitty y Muñoz, 1993). La cita anterior es una forma fácil de entender mejor porqué de la clasificación y porqué del estudio de sus características. Dichas características facilitan la clasificación para poderlas colocar por: ciclo de vida (anuales, bianuales y perennes), sistema binomial ocupado por botánicos (reino, género, especie), por su morfología (angiospermas y gimnospermas) y por el lugar donde crecen.

Las malezas tienen muchas características que las hacen altamente competitivas y persistentes que les permiten tener éxito al crecer juntas con otras plantas (Pitty, 1997). Las características más predominantes son sistema radical profundo, alelopatía, polinización cruzada por el viento, autopolinización, alta y continua producción de semillas, fácil dispersión y longevidad y latencia de semillas. Estas características de las malezas son las que determinan la táctica de control como formas de reproducción, época de crecimiento y ciclo de vida (Klingman *et al.* 1980).

2.2 MANEJO DE LAS MALEZAS

Alrededor de los años 1920, los antiguos productores lograron manejar las malezas con la aplicación de miles de libras de herbicidas inorgánicos como: cloruro de sodio, ceniza de madera, los cuales provocaban asfixia a las malezas (Naegely, 1999).

Los métodos de control han evolucionado del control manual o mecánico, al control químico y finalmente al biológico (Pitty, 1997). Para el combate de plagas en general hay estrategias,

tácticas y procedimientos o prácticas fitosanitarias (Andrews y Quezada, 1989). Se entiende por estrategia como las metas fitosanitarias que se quieren alcanzar ante la amenaza de una maleza o de una colonia de malezas. Existen dos estrategias una de prevención y otra de control (Hernández, 1996). Por tácticas, se entiende como los pasos a seguir para alcanzar las metas o estrategias propuestas. Las tácticas de control de las malezas varían según la naturaleza de la planta (Hernández, 1996).

Según las características de las malezas, se han determinado, cinco tácticas como fitogenética, mecánica, cultural, biológica y química (Pitty y Muñoz, 1993). De las cuales solo hablaremos específicamente de la mecánica y la química.

2.3 TACTICA MECANICA

Durante muchos años y hasta la fecha, la táctica mecánica es el método más utilizado en la agricultura. Esta táctica es muy simple y fácil de aplicar, ya que consiste en el uso de cualquier herramienta que sirva para el control o reducción del ataque de las malezas.

En la mayoría de los casos las tareas o prácticas agrícolas que se desarrollan están basadas en esfuerzos físicos que van acompañados de pequeñas herramientas manuales que ayudan al de trabajo de campo. Son varias las herramientas manuales que existen y dentro de ellas se puede mencionar el azadón, el machete, el rastrillo y hachas.

En las malezas perennes se pueden utilizar hachas o machetes, pero no siempre es un control satisfactorio, ya que al eliminarse las partes aéreas y dejar el tronco, éste rebrota al poco tiempo y la maleza puede establecerse nuevamente (Rivera,1996).

El azadón es una herramienta manual con un papel importante en la producción agrícola, varios son los usos que se le pueden presentar como preparación del terreno, surcado, cosecha de raíces y construcción de drenajes de riego (Rivera,1996).

Existen varias formas y tipos de azadones para trabajar, dentro de los cuales podemos mencionar el azadón grande, el azadón pequeño y la huataca. El azadón es una cuchilla de hierro ligeramente curvada y unida a un cabo o mango de madera, cuya longitud varía dependiendo del productor (Brian *et al.*,1998).

Entre los efectos que produce el azadón para el control de las malezas, no existe suficiente literatura disponible, pero se ha observado que cuando se deshierba con azadón, la maleza es cortada, levantada y dada vuelta, provocando la muerte.

Muchos son los productores que hacen uso de las herramientas manuales en países desarrollados y en desarrollo, pero se observa que el uso de las herramientas manuales ha venido decreciendo por el alto costo de la mano de obra, en especial en los países desarrollados. En los países en vías de desarrollo se tiene una creencia que es económico el uso de herramientas manuales, ya que el costo de la mano de obra es barato, aunque muchas veces se demuestra lo contrario.

2.4 TACTICA QUIMICA

La aplicación de herbicidas es una manera rápida y efectiva para controlar las malezas, pero, el uso de herbicidas no debe ser el centro de un programa de manejo de malezas. El uso continuo de herbicidas puede contaminar el ambiente, causar resistencia a las malezas e intoxicaciones al humano (Pitty y Muñoz,1993). Los herbicidas son los plaguicidas más usados en la agricultura y son los que causan más problemas de fitotoxicidad (Pitty,1995).

El objetivo principal del uso de herbicida es reducir o eliminar la presencia de malezas que pueden reducir la productividad y retrasar las actividades agrícolas diarias (Hernández,1996). La meta de la aplicación de herbicidas es proveer un medio efectivo y económico de controlar las malezas, sin dañar el medio ambiente (Pitty,1997).

El control químico puede manipular la composición de la comunidad de malezas, pero el manejo no adecuado de herbicidas puede hacer inefectivo su uso o elevar los costos de producción innecesariamente (Monroy,1991). Si se aplica menos de la dosis requerida

no se controlan las malezas. Si se aplica una dosis muy alta se puede dañar el cultivo actual o tener problemas de residualidad con el cultivo siguiente (Pitty,1995).

Los criterios para la selección del herbicida y el método de aplicación, dependen de características que están determinadas según la planta, el herbicida y el área a aplicar (Hernández,1996).

2.5 GLIFOSATO

Glifosato, conocido comercialmente como Roundup[®], Rival[®], Rodeo[®], Jury[®] es un herbicida no selectivo, sin residualidad, de amplio espectro, altamente efectivo utilizado en postemergencia para el control de malezas anuales y perennes de raíces profundas (Hernández,1996).

Su ingrediente activo que es glifosato y su nombre químico es una sal isopropilamina de glifosato N-(fosfometil) glicina, este ingrediente activo se fija fuertemente a las partículas de arcilla y es totalmente biodegradado por los microorganismos del suelo a productos naturales, sin dejar ningún residuo que pueda afectar cultivos ya establecidos o sembrados inmediatamente después de su aplicación (Monsanto, sf).

El mecanismo de acción del glifosato es que inhibe la enzima 5-enolpiruvil shiquimato-3-fosfato (EPSP) sintasa, esta enzima facilita la reacción del shiquimato 3-fosfato y fosfoenolpiruvato en el proceso de síntesis del ácido shiquímico, el cual es precursor común para la formación de tres aminoácidos que solamente sintetizan las plantas: fenilalanina, tirosina y triptofano. El glifosato bloquea la síntesis del ácido shiquímico y por consiguiente, la producción de estos tres aminoácidos esenciales, e indispensables para la producción de proteínas que la planta requiere para la formación de tejidos nuevos

(Monsanto, sf).

La agencia para la protección del medio ambiente (EPA) de los Estados Unidos ha establecido las tolerancias para el glifosato de Monsanto en más de 140 cultivos anuales y perennes. En el caso de las hortalizas lo permitido es 0.2 ppm (Monsanto, sf).

Según los avances de la biotecnología, Monsanto está realizando estudios en la Universidad de Florida, en los que están probando una línea de lechuga que es tolerante al herbicida glifosato. Según Monsanto, esta semilla de lechuga que es tolerante al glifosato estará lista para salir al mercado en el 2003 (Naegely y Greenleaf,1999).

2.6 GENERALIDADES DEL CULTIVO

La lechuga es un cultivo anual, poco resistente a suelos ácidos con pH de 5.0. EL pH ideal es 6.0, tolera salinidad, necesita de buen drenaje y buena luminosidad. En su etapa juvenil, contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Las hojas son lisas, sin pecíolos, el extremo puede ser redondo o rizado, el tallo es pequeño y no se ramifica, el color de la planta dependerá de su cultivar

(Montes,1996).

Una limitante de producción de lechuga es la temperatura, su óptimo es entre 16 a 22 °C. En clima frío la cabeza tiende a ser de mayor tamaño y compacta, al contrario en temperaturas altas la cabeza es de menor tamaño, floja y de sabor amargo. Esta condición se acentúa si la planta sufre de sequía. El suelo es otra limitante, la lechuga se adapta a varios tipos de suelos, de preferencia que sean francos o francos arenosos con buen drenaje, ya que el cultivo es muy sensible a exceso de humedad. El fotoperíodo es otra limitante que bajo condiciones de luminosidad de día largo (más de 12 horas) y acompañado de temperaturas altas (superiores a los 26° C) la lechuga emite su tallo floral, es decir, tiene una floración prematura (Montes,1996).

La competencia de malezas resulta crítica para el cultivo durante los primeros 30 días (Montes,1996). El control de las malezas es normalmente realizado con herramientas manuales, en lugares donde la mano de obra es barata. Otra alternativa de control es en base a herbicidas pre-siembra y post-emergente a la maleza.

3. MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en los terrenos de la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana, entre mayo y agosto de 1999. El Zamorano está ubicado en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 800 m.s.n.m, latitud de 14° norte, longitud de 81° oeste, tiene una temperatura promedio de 23° C y una precipitación media anual de 1,100 mm.

El lote seleccionado fue en Zona III en el lote # 40, la selección del terreno fue realizada en forma visual y por la alta población de malezas. Las malezas más abundantes eran *Cyperus rotundus* y *Portulaca oleracea*.

Se utilizó el cultivar de lechuga Ithaca, ya que este presenta las mejores condiciones de adaptación y de producción en El Zamorano.

3.1 EVALUACION DEL GLIFOSATO

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro bloques y tres tratamientos. La parcela tenía 10.8 m de ancho por 32 m de largo (345.6 m²). Cada unidad experimental tenía cuatro camas de 0.90 m por 8 m de largo (28.8 m²).

Se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂, este tipo de bomba permitió hacer la aplicación más exacta de la cantidad de agua a utilizar. Se utilizaron cuatro boquillas Teejet 8003VS, presión de 40 psi, 250 L de agua/ha. La dosis fue de 2.88 kg de ia/ha para cada tratamiento, esta dosificación es equivalente a 6 L del producto comercial. Todas las aplicaciones fueron realizadas de 7:00 a 9:00 AM. Los tratamientos fueron la aplicación del glifosato 1, 4 y 7 días antes del trasplante de lechuga.

El 24 de junio, se aplicó bifentrina contra las larvas de *Spodoptera frugiperda*, las poblaciones encontradas en las aplicaciones de 1, 4 y 7 días antes del trasplante fueron 416, 270, 189 larvas/m², se decidió hacer la aplicación como una medida de control preventivo para evitar daños de larvas sobre las plántulas de lechuga.

El 26 de junio se hizo el trasplante a 30 cm entre plantas en forma de tres bolillos, la población inicial era de 73,958 plántulas/ha. La aplicación de urea 46% fue hecha el 22 de julio, los riegos se realizaron en base a la distribución de lluvias y al criterio del investigador.

La toma de datos de la incidencia inicial de malezas se tomó un día antes de cada aplicación. El conteo de malezas por especie se realizó en las dos camas centrales en un área de un metro cuadrado. Para medir el efecto del glifosato sobre la incidencia de malezas, se volvió a medir la cantidad de malezas antes de realizar la única deshierba del ensayo, la cual se realizó 28 días después del trasplante. Los datos de rendimiento por

tratamiento, fueron sacados en la planta de post cosecha de la Escuela Agrícola Panamericana.

Para la evaluación económica se realizó un presupuesto parcial. La metodología utilizada fue la del CIMMYT (1988). Se consideró como costo variable, el costo de la mano de obra para la deshierba. Para el cálculo de los ingresos se ocuparon tres precios, alto, medio y bajo, estos fueron obtenidos de los precios del año 1998 y 1999 de la sección de horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana.

3.2 EVALUACION CON AZADONES

Se utilizó un diseño de parcelas dividida con ocho bloques y tres tratamientos por bloque. La parcela principal eran los intervalos de deshierba (una y dos semanas) y la subparcela eran los azadones. El ensayo tenía 10.8 m de ancho por 32 m de largo (345.6 m²). Cada unidad experimental tenía cuatro camas de 0.90 m entre cama con 4 m de largo (14.4 m²).

En cada intervalo de deshierba, se evaluaron tres azadones: azadón grande, azadón pequeño y huataca. El número de malezas por bloque, se determinó el día de la deshierba con cada azadón. En el intervalo de una semana se realizaron tres deshierbas y en el intervalo de dos semanas se hicieron dos deshierbas. Los tiempos de deshierba para cada azadón fueron tomados para determinar el tiempo usado por cada azadón. La fertilización y los riegos fueron a criterio del investigador. Los rendimientos fueron medidos en la planta de post cosecha de la Escuela Agrícola Panamericana.

En la evaluación económica, fue utilizada la metodología del CIMMYT (1988), realizando presupuestos parciales y análisis de sensibilidad. Los costos variables fueron: el costo de la mano de obra para la deshierba y el costo de cada azadón.

En ambos ensayos los precios de los insumos son los que actualmente se registran en el mercado nacional y el costo de la mano de obra es el salario mínimo establecido por el gobierno de Honduras.

3.3 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos de ambos ensayos fueron obtenidos de las dos camas centrales de cada tratamiento, con el propósito de eliminar el efecto de borde y minimizar los errores experimentales.

La información fue analizada por el programa “Statistical Analysis System” (SAS), para ambos ensayos. Ambos ensayos fueron sometidos a análisis residuales de homogeneidad de varianza y de normalidad. El criterio de rechazo utilizado fue de un $\alpha = 0.05$.

Con el análisis de varianza (ANDEVA), se observó si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, después se hizo un análisis de comparación de media utilizando la prueba SNK.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO

En el conteo de coyolillo a los 25 días después del trasplante, no hubo diferencia estadística ($P=0.0630$) entre las poblaciones finales. La disminución en población de coyolillo con las aplicaciones de 1, 4 y 7 días antes del trasplante fueron 62, 75 y 77%, respectivamente (Cuadro 1).

A pesar de no haber diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sí se puede observar diferencias en los porcentajes de disminución de la densidad poblacional de coyolillo. Es probable que esto se haya debido a que el conteo final se hizo 25 días después del trasplante, sin embargo, los tratamientos se aplicaron 1, 4, y 7 días antes del trasplante, debido a esto los tratamientos tenían 26, 29 y 32 días, respectivamente después de la aplicación del glifosato. El Manual Técnico de Monsanto (s.f.), indica que la necrosis o muerte total de la parte aérea y subterránea de las malezas ocurre 15 a 30 días después de la aplicación, por lo que podemos asumir que en la aplicación del glifosato un día antes del trasplante se pudo haber tomado como plantas sanas malezas que aún no presentaban síntomas de fitotoxicidad o que estaban por morir. Pero en la aplicación del glifosato 7 días antes del trasplante, el conteo de coyolillo se hizo 32 días después de haberse aplicado el glifosato, por lo que es probable que todas o la mayoría de las plantas a esa fecha hubieran sido controladas.

Cuadro 1. Efecto del uso de glifosato en la poblaciones de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 1999.

Aplicaciones Días antes del Trasplante.	Poblacion (plantas/m ²)		Disminución de población %
	Inicial	Final	
1	398	153	62
4	395	100	75
7	388	89	77

En la evaluación del control de glifosato sobre *Portulaca oleracea*, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P=0.0908$). Al igual que en coyolillo, se encontró diferencias en los porcentajes de disminución de la población final, de 73, 98 y 86% en las aplicaciones 1, 4 y 7 días antes del trasplante, respectivamente (Cuadro 2).

La mayor disminución en la población de verdolaga, se pudo haber debido a que esta maleza no presenta estructuras reproductivas subterráneas como ocurre con coyolillo que presenta tubérculos, por lo que el porcentaje de disminución de la densidad poblacional fue mayor ya que no hubo una sobrevivencia debido a estructuras reproductivas subterráneas.

Cuadro 2. Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Portulaca oleracea*, El Zamorano, Honduras, 1999.

Aplicaciones Días antes del trasplante.	Poblacion (plantas/m ²)		Disminución de población %
	Inicial	Final	
1	41	11	73
4	51	1	98
7	36	5	86

Hubo diferencia significativa ($P=0.0512$) entre las poblaciones de lechuga que presentaron síntomas de fitotoxicidad. Las aplicaciones 1, 4 y 7 días antes del trasplante presentaron una fitotoxicidad de 17, 12 y 10% respectivamente. La mayor fitotoxicidad se presenta cuando el tratamiento se aplicó 1 día antes del trasplante, lo que nos indica que a pesar de ser el glifosato uno de los herbicidas de más rápida absorción, este puede haber permanecido en el follaje de las malezas, afectando las plantas de lechuga al momento del trasplante. Existe una relación de disminución en el porcentaje de fitotoxicidad a medida que el tiempo entre la aplicación del glifosato y el trasplante es mayor. La producción de lechuga se vio afectada por el daño fitotóxico, obteniéndose los rendimientos más bajos en las aplicaciones que hubo más fitotoxicidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Plantas de lechuga con síntomas de fitotoxicidad por glifosato y reducciones en el rendimiento, El Zamorano, Honduras, 1999.

Aplicación Días antes del Trasplante	Poblacion (plantas/ha)		Fitotoxicidad %	Rendimiento (kg/ha)
	Inicial	Con fitotoxicidad		
1	71,130	12,163 a	17	2,421 c
4	70,833	8,160 b	12	8,350 b
7	71,528	6,771 b	10	12,275 a

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

4.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS GLIFOSATO

La deshierba manual se realizó a los 28 días después del trasplante, cuando el glifosato se aplicó 7 días antes del trasplante el tiempo requerido para las labores de deshierba fue menor, lo que contribuyó a disminuir los costos de mano de obra (Cuadro 4).

El análisis marginal indica que las aplicaciones 1 y 4 días antes del trasplante resultaron dominadas por la aplicación 7 días antes del trasplante, ya que presentó los mayores beneficios netos y los costos más bajos (Cuadro 4).

Las aplicaciones de 1 y 4 días antes del trasplante tuvieron resultados negativos en sus beneficios netos de producción, aunque tuvieron un efecto severo de control sobre las

Cuadro 4 Presupuesto parcial del control de malezas en lechuga con aplicaciones de glifosato, El Zamorano, Honduras, 1999.

Días de aplicación	Ingresos					Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)		
	Rendimiento (kg/ha)		Beneficio bruto (Lps/kg)			Fijos	Variables	Total	0.88	2.82	5.30
	medio	ajustado †	0.88	2.82	5.30 ‡						
Antes del Trasplante											
1	2,800	2,380	2,094	6,712	12,614	24,139	630	24,769	(22,675)	(18,057)	(12,155)
4	9,823	8,350	7,348	23,546	44,253	24,139	420	24,559	(17,211)	(1,013)	19,694
7	14,441	12,275	10,802	34,615	65,057	24,139	336	24,475	(13,673)	10,140	40,582

† Rendimientos ajustados al 15% menos del rendimiento medio

‡ Precios por kg son 0.88, 2.82 y 5.30 Lps, respectivamente.

malezas.

4.3 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON TRES AZADONES

No existió diferencia estadística ($P=0.8490$) en la disminución de la población de coyolillo, al deshierbar a intervalos de una y dos semanas. Al realizar la deshierba con una semana de intervalo la disminución de la población de coyolillo con el azadón pequeño, grande y huataca fue 80, 80 y 86%, respectivamente. En el intervalo de dos semanas la disminución fue 65, 59 y 52%, respectivamente (Cuadro 5).

Que no haya existido diferencia al deshierbar cada una o dos semanas, quiere decir que hay un efecto de retraso sobre el crecimiento de las malezas, pudiendose haber debido esto a que cuando se deshierba, el azadon provoca una remoción de la tierra la cual expone a los tubérculos al sol, el cual posteriormente comienza a deshidratar los tubérculos llegando a reducir su brotamiento y provocarle la muerte.

Vargas *et al.*(1990) encontraron que un período de tiempo de dos a tres días de exposición al sol redujeron la población de coyolillo en 50%; al exponerlos al sol por 10 o más días la reducción aumentó hasta 90%.

Cuadro 5. Efecto del uso de tres azadones en intervalos de una y dos semanas de deshierba en las poblaciones de *Cyperus rotundus* (plantas/m²), El Zamorano, Honduras, 1999.

Azadones	Intervalo de deshierba (semanas)					
	Una			Dos		
	Inicial	Final	Disminución (%)	Inicial	Final	Disminución (%)
Pequeño	49	10	80	63	22	65
Grande	54	11	80	64	26	59
Huataca	63	9	86	61	29	52

En el tiempo empleado para realizar las labores de deshierba se encontró diferencia estadística significativa ($P=0.001$), entre usar el azadón pequeño, el azadón grande y la huataca. El azadón pequeño fue el que ocupó menos tiempo para deshierba, debido a que por su menor tamaño es más fácil de manipularlo en cualquier etapa de crecimiento de la lechuga (Cuadro 6).

Que no existiera diferencia entre el tiempo que se utilizó con el azadón grande y huataca, se pudo haber debido al tamaño de la cuchilla, ya que esta es más grande, lo cual provoca

que la deshierba fuera más lenta, ya que se debe de cuidar que las cabezas de lechuga no sufran ningún tipo de daño.

Cuadro 6. Días utilizados para deshierbar una hectárea de lechuga con tres azadones en intervalos de una y dos semanas, El Zamorano, Honduras, 1999.

Azadones	Intervalo de deshierba (semanas)			
	Una		Dos	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Pequeño	7.47	3.13 b	6.02	3.85 b
Grande	7.47	5.30 a	7.23	6.02 a
Huataca	7.95	5.78 a	6.02	6.27 a

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

4.4 ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL CON AZADONES.

El azadón pequeño en intervalos de deshierba de una semana, fue el que menos días utilizó para la deshierba, esta reducción se ve reflejado en el análisis de presupuesto parcial, sin embargo, en el costo total que varía no fue el tratamiento con los costos más bajos

En el intervalo de deshierba de dos semanas, también el azadón pequeño tuvo menos días para la deshierba, aunque también al igual que en el intervalo de una semana, este tratamiento no tuvo los costos más bajos. En el intervalo de deshierba de dos semanas los costos fueron más bajos que en el de una semana en cuanto a la mano de obra para deshierba, ya que en el intervalo de dos semanas se realizaron dos deshierbas, mientras que en el de una semana se realizaron tres deshierbas (Cuadro 7).

Cuadro 4 Presupuesto parcial del control de malezas en lechuga con aplicaciones de glifosato, El Zamorano, Honduras, 1999.

Días de aplicación	Ingresos					Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)		
	Rendimiento (kg/ha)		Beneficio bruto (Lps/kg)			Fijos	Variables	Total	0.88	2.82	5.30
Antes del Trasplante	medio	ajustado †	0.88	2.82	5.30 ‡						
1	2,800	2,380	2,094	6,712	12,614	24,139	630	24,769	(22,675)	(18,057)	(12,155)
4	9,823	8,350	7,348	23,546	44,253	24,139	420	24,559	(17,211)	(1,013)	19,694
7	14,441	12,275	10,802	34,615	65,057	24,139	336	24,475	(13,673)	10,140	40,582

† Rendimientos ajustados al 15% menos del rendimiento medio

‡ Precios por kg son 0.88, 2.82 y 5.30 Lps, respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Evaluación de la aplicaciones con glifosato 1, 4 y 7 días antes del trasplante.

La aplicación 7 días antes de trasplante, demostró mejor control sobre *C. rotundus* y *P. oleracea*. Presentó un efecto leve en cuanto a fitotoxicidad en plántulas de lechuga. Era de esperarse que los mayores rendimientos de lechuga se presentaran, por esta razón resulta ser económicamente rentable hacer aplicaciones 7 días antes de trasplante.

La aplicación 1 día antes de trasplante, presentó mayor fitotoxicidad, aunque el efecto de control es similar a la aplicación de 7 días antes del trasplante.

Las aplicaciones de 4 y 7 días antes del trasplante con glifosato, pueden ser una alternativa viable de control de malezas en lugares donde el costo de la mano de obra es alto.

Evaluación de tres azadones en intervalos de deshierba de una y dos semanas.

El uso de azadones pequeño, grande y huataca, demostró ser la táctica de control más viable para el control de malezas.

El azadón pequeño usado en intervalos de deshierba de una y dos semanas, demostró efectos similares en el control de malezas, aunque económicamente es preferible el uso del azadón pequeño en intervalos de dos semanas.

El azadón grande y la huataca, demostraron efecto de control de malezas en las etapas tempranas de la lechuga, aunque en etapas de mayor crecimiento la labor de deshierba se hacia más difícil.

Económicamente, el uso de azadones para el control de malezas en lechuga es el método más barato de control.

6. RECOMENDACIONES

Utilizar la aplicación de glifosato 4 y 7 días antes de trasplante como alternativa cuando haya escasez de mano de obra para deshierba.

Evaluar nuevamente el glifosato en aplicaciones pre trasplante, con diferentes días y con dosis más bajas.

Realizar otro estudio donde se evalúen otros herbicidas sistémicos o herbicidas de contacto en diferentes dosis.

Continuar con el control manual con azadones, siempre y cuando haya disponibilidad de mano de obra.

Utilizar el azadón pequeño en intervalos de dos semanas de deshierba.

Evaluar solamente el azadón pequeño, pero con intervalos de deshierba más espaciados.

Realizar un estudio en que se evalúe la combinación de ambas tácticas de control de malezas en hortalizas.

7. BIBLIOGRAFIA

- **ANDREWS, K.L y J.R. QUEZADA.** 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 3-20 p.
- **ARIAS, C.** 1998. Determinación de la efectividad del control de malezas con azadón, glifosato y fluazifop para preparación de sitio en plantaciones forestales. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 23-30 p.
- **BRIAN, G.** 1998. Ergonomic evaluation of hand-hoes for hillside weeding and soil preparation in Honduras. Zamorano Academic Press, Ceiba, 39 : 183 - 189 p
- **CASELEY, J.C.** 1994. Herbicides. Weed management for developing countries. Rome, FAO. 219 p.
- **CIMMYT.** 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México D.F.. 79 p.
- **HERNADEZ, M.** 1996. Evaluación de dosis y métodos de aplicación de glifosato para control del carbón (*Mimosa tenuiflora* (willd) Pour). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 48 p.
- **MONTES, A.** (s.f). Cultivos de hortalizas en el trópico. Zamorano Academic Press, Honduras. 91-102 p.
- **MONSANTO.** s.f. Manual Técnico. S.N.T 16 p.
- **MONROY, J.A.** 1991. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la efectividad de herbicidas pre-emergente y la composición de las comunidades de malezas. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras 24 - 51 p.
- **NAEGELEY S y G. GREENLEAF.** 1999. Get Ready. American Vegetable Growers, 47 : 10 - 11 p.
- **PITTY, A y MUÑOZ R.** 1993. Guía práctica para el manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 223 p.
- **PITTY, A.** 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano Academic Press, Honduras. 29-32 p.
- **PITTY, A.** 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 300 p.
- **RIVERA, A.** 1996. Evaluación ergonómica de cuatro diseños de azadones en el combate de malezas sobre diferentes pendientes. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 26 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Costos fijos para la producción de una hectárea de lechuga para el ensayo con
glifosato

Descripción	Unidad	Cantidad	Costos	
			Unidad	Totales
<u>Maquinaria</u>				
Rastrear	Hora	2.00	215.47	431.94
Surcar	Hora	1.50	173.26	260.00
Bomba de riego	Hora	2.40	100.00	240.00
<u>Insumos</u>				
Terreno	ha	1.00	1,000.00	1,000.00
Fertilizante	qq	6.70	98.00	657.00
Plántulas	c/u	73,900.00	0.25	18,475.00
Cal dolomítica	Bolsa	9.90	34.96	346.00
<u>Mano de Obra</u>				
Trasplante	Hr/hombre	42.00	42.00	1,764.00
Fertilización	Hr/hombre	6.00	42.00	252.00
Riego	Hr/hombre	3.00	42.00	126.00
Aplicaciones	Hr/hombre	2.00	42.00	84.00
COSTOS TOTALES				24,139.94

Anexo 2 Costos para la producción de una hectárea de lechuga para el ensayo con azadones

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	
			Unidad	Totales
Maquinaria				
Rastrear	Hora	2.00	215.47	431.94
Surcar	Hora	1.50	173.26	260.00
Bomba de Riego	Hora	2.40	100.00	240.00
<u>Insumos</u>				
Terreno	ha	1.00	1,000.00	1,000.00
Fertilizante	qq	6.70	98.00	657.00
Plántulas	c/u	73,900.00	0.25	18,475.00
Cal dolomítica	Bolsa	9.90	34.96	346.00
<u>Mano de Obra</u>				
Trasplante	Hr/hombre	35.00	42.00	1,470.00
Fertilización	Hr/hombre	6.00	42.00	252.00
Riego	Hr/hombre	3.00	42.00	126.00
Encalador	Hr/hombre	2.00	42.00	84.00
COSTOS FIJOS TOTALES				24,341.94

Cuadro 4 Presupuesto parcial del control de malezas en lechuga con aplicaciones de glifosato, El Zamorano, Honduras, 1999.

Días de aplicación	Ingresos					Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)		
	Rendimiento (kg/ha)		Beneficio bruto (Lps/kg)			Fijos	Variables	Total	0.88	2.82	5.30
	medio	ajustado [†]	0.88	2.82	5.30 [‡]						
1	2,800	2,380	2,094	6,712	12,614	24,139	630	24,769	(22,675)	(18,057)	(12,155)
4	9,823	8,350	7,348	23,546	44,253	24,139	420	24,559	(17,211)	(1,013)	19,694
7	14,441	12,275	10,802	34,615	65,057	24,139	336	24,475	(13,673)	10,140	40,582

[†] Rendimientos ajustados al 15% menos del rendimiento medio

[‡] Precios por kg son 0.88, 2.82 y 5.30 Lps, respectivamente.

Cuadro 7 Presupuesto parcial del control de malezas en lechuga con el uso de azadones pequeño, grande y huataca en intervalo de Una y dos semanas, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Intervalo	Azadón	Ingreso				Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)			
			Rendimiento kg/ha		Beneficio bruto Lps/kg			Fijos	Variable	Total	0.88	2.82	5.30
			medio	ajustado [†]	0.88	2.82	5.30 [‡]						
Una	Pequeño	11,449	10,419	9,168	29,380	55,219	23,341	488	23,829	(14,661)	5,551	31,390	
	Grande	9,836	8,951	7,877	25,241	47,439	23,341	505	23,846	(15,969)	1,395	23,593	
	Huataca	6,740	6,133	5,397	17,296	32,507	23,341	549	23,890	(18,493)	(6,594)	8,617	
Dos	Pequeño	10,286	9,360	8,237	26,396	49,609	23,341	698	24,039	(15,802)	2,357	25,570	
	Grande	8,852	8,055	7,089	22,716	42,693	23,341	715	24,056	(16,967)	(1,340)	18,637	
	Huataca	6,066	5,520	4,858	15,567	29,256	23,341	759	24,100	(19,242)	(8,533)	5,156	

[†] Rendimientos ajustados al 9% menos del rendimiento medio

[‡] Precios por kg son 0.88, 2.82 y 5.30 Lps, respectivamente.