

Evaluación de la aplicación de glifosato antes del transplante y tres herbicidas a base de glifosato con y sin quelato sobre el control de *Cyperus rotundus* L.

Randy Atencio Valdespino

301547

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
CARTAGENA 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

Honduras
Diciembre, 2002

301547

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de la aplicación de glifosato antes
del transplante y tres herbicidas a base de
glifosato con y sin quelato sobre el control de
Cyperus rotundus L.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ciencia y Producción Agropecuaria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Randy Atencio Valdespino

Honduras
Diciembre, 2002

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



Randy Atencio Valdespino

Honduras
Diciembre, 2002

DEDICATORIA

A Panamá

A mis seres queridos

Al Instituto Coronel Segundo de Villarreal de la Heróica Villa de Los Santos

A la Escuela Normal Superior Juan Demóstenes Arosemena

Al internado del IFARHU de la ciudad de Chitré

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en el camino

Al Dr. Abelino Pitty

Al Ing. Rony Muñoz

A Anabel Valdespino, Anabel Atencio, Haydee Atencio y Marcelino Atencio por haberme ayudado y confiando en mi todo el tiempo

Al profesor Adam Fernández

Al personal de horticultura por toda la ayuda brindada

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Suizo

A la Fundación Nipón

A la Compañía Monsanto

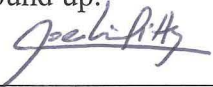
Al IFARHU

RESUMEN

Atencio Valdespino, Randy. 2002. Evaluación de la aplicación de glifosato antes del transplante y tres herbicidas a base de glifosato con y sin quelato sobre el control de *Cyperus rotundus* L. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 33 p.

El coyolillo *Cyperus rotundus* L., las malezas de hojas anchas y las gramíneas afectan muchos cultivos hortícolas reduciendo rendimiento cuando sus poblaciones no son controladas adecuadamente. En la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras se realizaron dos experimentos para controlar malezas en lechuga. Se evaluó la efectividad del glifosato aplicado antes del transplante y la aplicación de tres formulaciones de glifosato con uso de Metalosato. Se aplicó glifosato a 2.6 kg de ia / ha a los 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante. El ensayo se realizó con un diseño de bloques completamente al azar. Todas las aplicaciones de glifosato redujeron la población de coyolillo, pero el testigo con deshierba manual elevó las poblaciones de coyolillo ($P=0.0001$). Las aplicaciones y la deshierba manual redujeron las poblaciones de malezas de hojas anchas y malezas gramíneas. La reducción de malezas por el glifosato fue debido a su translocación en toda la maleza y que fueron aplicadas en un tamaño adecuado. El costo de producción más bajo de las aplicaciones fue a 25 y 30 días antes de transplante (27,032 Lps / ha). El mayor rendimiento económico lo obtuvo la aplicación de 20 días (31,996 Lps / ha). Se recomienda aplicar glifosato en terrenos que tengan altas poblaciones de coyolillo ya que reduce sus poblaciones, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas. En el ensayo de aplicación de los tres formulaciones de glifosato y el uso de Metalosato, se utilizó una dosis de 2.6 kg de ia / ha de glifosato y el Metalosato a 772 cc / ha. Los herbicidas utilizados fueron Rambo, Round up 35,6 SL y Round up Max. El ensayo se realizó con un diseño de bloques completamente al azar. Todas las formulaciones con y sin Metalosato redujeron la población de coyolillo, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas. El uso de Metalosato con glifosato al principio acelera el efecto del herbicida sobre la maleza, pero el glifosato solo causa la misma reducción de malezas. El costo de producción más bajo fue el de la aplicación de Round up Max sin Metalosato (26,972 Lps / ha). El mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó Round up Max sin Metalosato (28,120 Lps / ha). Se recomienda el uso de las tres formulaciones de glifosato, pero el uso de Metalosato no evidencia ser necesario para el mayor aprovechamiento de las formulaciones.

Palabras clave: Coyolillo, lechuga, malezas, Metalosato, Rambo, Round up.


Abelino Pitty, Ph. D.

NOTA DE PRENSA

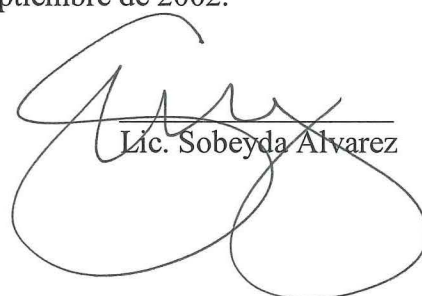
CONTROLE COYOLILLO EN SUS HORTALIZAS

Resultado de dos ensayos utilizando glifosato; uno antes del transplante y otro con tres formulaciones de glifosato y uso del quelato Metalosato con el objetivo de disminuir las poblaciones de coyolillo, malezas de hojas anchas y gramíneas en cultivo de lechuga mostraron que hubo una reducción en la población de malezas de coyolillo, hojas anchas y gramíneas al aplicarlo 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante. Al aplicar los herbicidas Rambo, Round up 35,6 SL y Round up Max con o sin quelato Metalosato se obtuvo una disminución de población de coyolillo, hojas anchas y gramíneas. Los mayores beneficios económicos se obtuvieron con la aplicación de 20 días antes del transplante y el uso de Round up Max sin Metalosato.

El glifosato es un herbicida no selectivo, que actúa sobre todo tipo de malezas. Los quelatos son micronutrientes que promueven un mayor control del glifosato sobre la maleza, pero a medida que ocurre el efecto del glifosato, se obtienen iguales resultados, demostrando ser el glifosato eficiente por sí solo en el control de malezas.

El problema de las malezas en las hortalizas constituye hoy en día el mayor causante de grandes pérdidas en los cultivos por la competencia de nutrientes y espacios que ellas representan, por lo que se trata de buscar métodos económicos y efectivos que ayuden al productor a tolerar este problema.

El problema no sólo se soluciona con aplicar glifosato que ha demostrado ser efectivo en la disminución de malezas, sino utilizar en conjunto aplicaciones de glifosato y prácticas que rompan el ciclo de crecimiento de las malezas. La investigación se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, entre julio y septiembre de 2002.



Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	3
2.2 GENERALIDADES DE LAS MALEZAS.....	3
2.3 MANEJO DE MALEZAS.....	4
2.4 TACTICA QUÍMICA.....	4
2.5 GENERALIDADES DEL GLIFOSATO.....	5
2.5.1 Round up® 35,6 SL.....	6
2.5.2 Round up Max® 68 SG.....	6
2.5.3 Rambo®	6
2.6 APLICACIONES DE HERBICIDAS CON FERTILIZANTES.....	7
2.7 QUELATOS.....	7
2.8 METALOSATO® ALBION.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 EVALUACIÓN DEL GLIFOSATO APLICADO ANTES DEL TRANSPLANTE.....	9
3.1.1 Ubicación del ensayo.....	9
3.1.2 Evaluación del glifosato.....	9
3.1.3 Evaluación económica.....	10
3.2 EVALUACIÓN DE TRES FORMULACIONES DE GLIFOSATO Y	

	EL USO DE METALOSATO.....	10
3.2.1	Ubicación del ensayo.....	10
3.2.2	Evaluación del glifosato y el quelato.....	10
3.2.3	Evaluación económica.....	11
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	11
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1	CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO ANTES DEL TRANSPLANTE DE LECHUGA.....	12
4.1.1	Evaluación del control de malezas.....	12
4.1.2	Análisis económico.....	14
4.2	EVALUACIÓN DE TRES FORMULACIONES DE GLIFOSATO Y EL USO DE METALOSATO.....	17
4.2.1	Evaluación del control de malezas.....	17
4.2.2	Análisis económico.....	20
4.3	RENDIMIENTO DE COSECHA DE LECHUGA.....	23
4.4	PÉRDIDAS DE PLANTAS.....	23
5.	CONCLUSIONES.....	25
6.	RECOMENDACIONES.....	26
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	27
8.	ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de <i>Cyperus rotundus</i> en cultivos de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.....	13
2.	Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de malezas de hojas anchas y gramíneas en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.....	14
3.	Número de deshierbas realizadas en el cultivo de lechuga en el ensayo de aplicaciones antes del transplante, El Zamorano, Honduras, 2002.....	14
4.	Presupuesto parcial del control de malezas en lechuga con aplicaciones de glifosato antes del transplante, El Zamorano, Honduras, 2002.....	16
5.	Efecto del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con o sin Metalosato en las poblaciones de <i>Cyperus rotundus</i> en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.....	18
6.	Efecto del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con o sin Metalosato en poblaciones de malezas de hojas anchas en cultivo de lechuga. Zamorano, Honduras, 2002.....	19
7.	Efectos del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con y sin Metalosato en las poblaciones de malezas gramíneas en el cultivo de lechuga, Zamorano, Honduras, 2002.....	20
8.	Presupuesto parcial del control de malezas en lechugas con aplicaciones de tres formulaciones de glifosato con o sin Metalosato, El Zamorano, Honduras, 2002.....	22
9.	Población de plantas de lechuga con su pérdidas y rendimientos en el ensayo de aplicaciones antes del transplante.....	24

10.	Población de plantas de lechuga con sus pérdidas y rendimientos en el ensayo de aplicaciones de tres formulaciones de glifosato con o sin Metalosato.....	24
-----	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Costos variables para la producción de una hectárea de lechuga con la aplicación de glifosato antes del transplante.....	31
2.	Costos variables para la producción de una hectárea de lechuga con tres formulaciones de glifosato y uso de Metalosato.....	32
3.	Costos fijos para la producción de una hectárea de lechuga.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye una actividad compleja que conlleva labores de cuidados para los cultivos por factores que la afectan como enfermedades, malezas, cambios climáticos, nutrición y ataque de plagas en general.

Las malezas tienen características que han permitido su sobrevivencia y que constituyan un serio problema para la producción cultivos. En malezas son grandes las cantidades de dinero que se invierten para controlarlas. Los herbicidas son un importante componente de la producción mundial de alimentos.

La Zamoempresa de la Cultivos Intensivos de la Escuela Agrícola Panamericana, se ha dedicado durante muchos años a la producción de hortalizas, realizando investigaciones en el ámbito general de la producción hortícola. La lechuga en particular es una planta muy afectada por las malezas que influyen de manera significativa en los costos de producción, especialmente a la mano de obra.

En años anteriores se han realizado trabajos de graduación con respecto a este problema de las malezas en la lechuga, tal es el caso de Marco Portillo, quien en 1999, realizó una evaluación con el herbicida glifosato y tres tipos de azadones manuales, obteniendo resultados favorables a los 7 días antes del transplante con un 77% de disminución de las malezas y bajos costos en los tratamientos.

Se evaluarán dos ensayos para controlar las malezas en el cultivo de la lechuga utilizando glifosato. En el primero se evalúa el glifosato como preemergente con 30, 25, 20, 15 ó 10 días antes del transplante. El segundo se evalúa el uso de Metalosato[®] que es un producto quelatado con tres distintas formulaciones de glifosato, con y sin el quelato.

El glifosato cuyo nombre químico es N-(fosfonometil)glicina, es absorbido por el follaje y se mueve dentro de la maleza hasta el interior de las raíces, donde afecta el crecimiento y provoca la muerte de los tejidos. Actúan en el nivel de varios sistemas enzimáticos e interfiere en la formación de aminoácidos y otras sustancias importantes (Gómez, 1993).

Los quelatos constituyen fertilizantes orgánicos con moléculas complejas que introducen elementos como el hierro que naturalmente cuesta un poco más a la planta obtenerlos del ambiente, y mediante procesos químicos se obtienen para ponerlos a disposición de la planta.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el control de malezas por medio de tácticas químicas en producción.

1.1.2 Específicos

Evaluar la efectividad de aplicaciones de glifosato a 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante de lechuga.

Determinar cuál de las aplicaciones mostró mejores resultados en rendimiento.

Determinar costos de control químico con herbicida en el control de malezas.

Evaluar la efectividad de la aplicación de tres formulaciones de glifosato con o sin el quelato Metalosato[®].

Determinar el efecto sobre las plantas con presencia y ausencia del quelato.

Determinar costos de control químico con herbicida y con el quelato Metalosato[®] en el control de malezas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) pertenece a la familia Compositae, tribu chichorio, sección scariola. Aunque especies silvestres de lechuga se encuentran diseminadas por todo el mundo, se conoce que se originó en Africa, Asia Menor, el trans-Caucaso, Iran y Pakistan (Montes, s.f).

La lechuga es una planta anual, autógama, de fotoperíodo largo, laticífera con hojas de gran variedad en color, forma y tamaño. El tallo principal es corto y tiene una roseta de hojas grandes. La inflorescencia se manifiesta en capítulos de panojas o corimbos con 15 ó 30 flores.

La raíz es pivotante rodeada de numerosas raíces laterales, constituye un sistema radicular superficial cuyo mayor porcentaje de raíces se encuentra en los primeros 30 cm del suelo (Montes, s.f). La competencia de malezas resulta crítica durante los primeros 30 días (Montes, s.f). En el caso de la operación de deshierba es muy difícil y delicada, tratándose entonces de controlar con herbicidas presiembra.

2.2 GENERALIDADES DE LAS MALEZAS

Las plantas que llamamos malezas son consideradas indeseables solamente porque interfieren con las actividades o intereses del ser humano. Una planta es considerada maleza o una planta benéfica, basada en la percepción de la persona que hace la definición. Una planta que no nos causa daño no la consideramos maleza o mala hierba, sino hasta el momento en que su presencia nos molesta (Godoy y Pitty, 1997).

Las malezas tienen características que las hacen exitosas compitiendo con los cultivos e invadiendo nuevas tierras. Las malezas exitosas son generalmente de crecimiento rápido, son alelopáticas, tienen un sistema radical profundo, aún en condiciones adversas pueden producir gran cantidad de semillas con latencia que pueden permanecer viables mucho tiempo, y se dispersan fácilmente entre los campos de cultivo (Godoy y Pitty, 1997).

Las malezas tienen aspectos negativos en cuanto a costos, causan problemas en cuanto manejo de agua, dificultan las labores agrícolas, son hospederas de plagas, reducen el rendimiento de los cultivos y la calidad del producto (Godoy y Pitty, 1997).

2.3 MANEJO DE MALEZAS

En la supresión de malezas se usan las siguientes tácticas: cultural, mecánica-física, biológica y química (Mero, 1997).

La prevención de las malezas es mejor medida que el control. Sin embargo, la mayoría de los campos agrícolas están ya invadidos de malezas, por lo cual es necesario recurrir a medidas de control. Para aplicar el método más adecuado de control de malezas, es necesario conocer el ciclo de vida, hábito de crecimiento, agresividad, adaptabilidad a diferentes condiciones del ambiente y del suelo y manera de propagación de las malezas (Shenk et al., s.f.).

2.4 TACTICA QUÍMICA

Con el desarrollo de sustancias químicas, capaces de interferir con procesos fisiológicos de las plantas, se logró otro paso notable en los métodos de control de malezas (Shenk et al., s.f.).

El término herbicida se ha definido como sustancia química o biológica que mata o retarda significativamente el crecimiento de las plantas. La característica por la cual los herbicidas han sido aceptados, ha sido la de eliminar económicamente algunas especies de plantas, sin causarle daño irreversible a otras; esto es lo que se conoce como selectividad a un cultivo, pudiéndose controlar de esa forma a las especies que son malezas (Rodríguez, 2000).

El control químico de malezas no es el único control por antonomasia ni debe ser considerado el único posible (FAO, 1987). El control químico de malezas presenta ventajas tales como: control rápido, menos engorroso que el control manual, puede aplicarse en períodos en que las condiciones meteorológicas no permiten otros métodos, es selectivo, reduce la erosión con menos laboreo y el tratamiento puede ser económico (FAO, 1987).

La evolución de la lucha química contra las plantas adventicias se inició a fines del siglo pasado, al introducirse el ácido sulfúrico en cultivo de cereales, y después el progreso ha sido constante; se han empleado herbicidas inorgánicos, derivados del petróleo, compuestos nitrados (1932), productos hormonales (desde 1945) y en los últimos 40 años el desarrollo continuo de esta rama pesticida ha sido considerable, dando entrada al uso común de una extensa serie de productos de origen orgánico (Barberá, 1989).

Según Barberá (1989) los herbicidas se pueden clasificar de dos maneras: por su acción sobre las plantas, por su modo de aplicación, por su acción sobre las malas hierbas y por el sistema de aplicación. Los criterios más comunes de aplicación de herbicidas son los siguientes: según sean selectivos o no selectivos, según actúen sobre las hojas o sobre el suelo, según actúen por contacto o por translocación, según su modo de acción y según el

momento de aplicación (FAO, 1987). La aplicación de herbicidas presenta un problema general que es la precisión de limpiar escrupulosamente la maquinaria empleada en estos tratamientos, para evitar que los residuos herbicidas dañen a los cultivos cuando la misma se use en otras aplicaciones (Barberá, 1989).

2.5 GENERALIDADES DEL GLIFOSATO

El glifosato es un herbicida sistémico que actúa en post-emergencia, no selectivo, de amplio espectro, usado para matar plantas no deseadas como pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas (Ferreira, 2001). Es un ácido, pero es comúnmente usado en forma de sales, más comúnmente la sal isopropilamina de glifosato, o sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (Ferreira, 2001).

Glifosato es el único herbicida en el mercado que bloquea la producción de aminoácidos aromáticos (Pitty, 1997). La molécula del glifosato se une a la región de la enzima que se acopla al grupo de fosfato del fosfoenol piruvato. La unión inhibe la vía biosintética del shikimato; ya que detiene la actividad de la enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa, que condensa las moléculas de shikimato-3-fosfato y fosfoenolpiruvato, lo cual detiene la producción de aminoácidos y se reduce el crecimiento sobre la planta (Pitty, 1997).

La absorción del producto por la hojas y partes verdes de la planta es muy rápida, por lo que las lluvias que ocurran 6-8 horas después del tratamiento, poco afectan al herbicida. El glifosato se transloca tanto por el xilema como por el floema, siguiendo el camino preponderante de la savia (Barberá, 1989).

El glifosato causa clorosis, distorsión y necrosis de los tejidos especialmente de los más jóvenes. Los síntomas demoran unas dos semanas en aparecer y primero se ven en los tejidos nuevos porque son los más activos. Las plantas mueren en unas dos semanas, dependiendo de la especie (Pitty, 1997). El glifosato aplicado al suelo se inactiva y es fuertemente adsorbido por arcillas y materia orgánica, pero el mayor responsable de su desaparición en el suelo es la presencia de distintos microorganismos que le degradan con bastante facilidad (Barberá, 1989).

Se han encontrado residuos de glifosato en lechuga, zanahoria y cebada, sembrados un año después de que el glifosato fue aplicado (Ferreira, 2001). Se han realizado investigaciones con dosis de 1.5 a 2.0 kg ia / ha que fue suficiente para lograr la inhibición de la brotación de los tubérculos de coyolillo (Doll y Piedrahita, 1976).

En Zamorano se han llevado a cabo investigaciones utilizando herbicidas para la lechuga y otros cultivos. Se evaluó el uso de glifosato en 1, 4 y 7 días antes de el transplante tomando en cuenta la población de malezas como *Cyperus rotundus* y *Portulaca oleracea* en los ensayos. Según Portillo (1999) se puede utilizar glifosato en lechuga 4 y 7 días antes de transplante como alternativa a la deshierba manual, con buenos resultados. La disminución en población de coyolillo (*Cyperus rotundus*) con aplicaciones de 1, 4 y 7

días antes del transplante fueron 62, 75 y 77%, respectivamente (Portillo, 1999). La maleza *Cyperus rotundus* está muy bien desarrollada para competir por nutrientes, agua y en estados tempranos de crecimiento, por luz ya que invariablemente emerge y crece más rápidamente que el cultivo (Doll, 1986). Las aplicaciones 1, 4 y 7 días antes del transplante presentaron una fitotoxicidad de 17, 12 y 10%, respectivamente. En la evaluación del control de glifosato sobre *Portulaca oleracea*, 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 transplante, respectivamente (Portillo, 1999).

También se han realizado ensayos en pepino (*Cucumis sativus*) con el herbicida glifosato. Se aplicó glifosato 15, 10 y 5 días antes del transplante, donde el uso de glifosato a los 15 y 30 días fue económicamente mayor, ya que se realizó una deshierba menos que en los demás tratamientos (Kaehler, 2000).

2.5.1 Round up® 35,6 SL

Es un herbicida cuyo ingrediente activo es glifosato. Es un líquido soluble que contiene 356 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial. Para sus mezclas con otros productos se prefiere que sean líquidos solubles o concentraciones emulsionables. Es fabricado por la Compañía Monsanto (EDIFARM, 2001).

2.5.2 Round up Max® 68 SG

Es un herbicida cuyo ingrediente activo es el glifosato. Es un gránulo soluble que contiene 680 gr de ingrediente activo por kilogramo de producto comercial. Es fabricado por la Compañía Monsanto (EDIFARM, 2001).

2.5.3 Rambo®

Es un herbicida cuyo ingrediente activo es el glifosato. Es un herbicida genérico líquido soluble que contiene 356 gr de ingrediente activo por litro de producto comercial. Es fabricado por Agroquímica Industrial Rimac.

2.6 APLICACIONES DE HERBICIDAS CON FERTILIZANTES

Los herbicidas han sido aplicados en combinación con los fertilizantes por muchos años, es una manera conveniente y popular (Owen, 1997). Las aplicaciones de herbicidas pueden ser hechas con fertilizantes líquidos y sólidos. Pueden haber diferencias significativas entre el fertilizante y el herbicida para un uso más efectivo. Estas diferencias incluyen la localización del herbicida en el suelo y el tiempo de aplicación. Tal vez el mayor problema para la aplicación de herbicidas es la compatibilidad de ambos, especialmente con los fertilizantes líquidos. Los herbicidas pueden ser física o químicamente incompatibles con los fertilizantes (Owen, 1997).

La adición de urea o sulfato amónico a los caldos de glifosato permite aumentar la eficacia disminuyendo la dosis de producto y este procedimiento ha sido utilizado en distintas ocasiones (Barberá, 1989).

2.7 QUELATOS

Quelato es un término muy sencillo que se refiere a la formación de anillos que incluyen al centro metálico en compuestos de coordinación. La formación de este tipo de compuestos se da cuando un ligante con más de un diente se coordina a un mismo centro metálico (Quelatos, s.f.).

El fenómeno de la quelación consiste en la combinación del elemento metálico con grupos o moléculas orgánicas que le rodean y envuelven, quedando el metal quelado sustraído a las reacciones iónicas típicas del mismo. De los quelatos se obtiene gran partido en agricultura, pues permiten introducir en el torrente de la savia, elementos que serían difícilmente asimilables de férrica; o con microelementos (zinc, manganeso, cobre, magnesio, etc.) que se administran a la planta también en forma de quelatos para su rápida y fácil absorción (Barberá, 1989).

La formación de quelatos genera compuestos de mayor estabilidad en comparación con sus análogos que no formen quelatos, este efecto de incremento de estabilidad se llama “Efecto Quelato” (Quelatos, s.f.).

El requisito más evidente para que los anillos que se formen no debe de estar muy tensionados, un anillo con muy pocos miembros producirá una gran tensión y por lo tanto una ruptura muy fácil. Por el contrario, un anillo de muchos miembros, también produce tensión en el anillo, además de que disminuye la probabilidad de la unión del segundo grupo donador del par electrónico durante el proceso de formación del anillo dando como resultado una menor estabilidad. Los anillos más estables son los de 5 miembros (Quelatos, s.f.).

En la actualidad los quelatos son la forma más eficaz de corregir clorosis y esto es así por su especial forma de acción, diferente al del resto de los fertilizantes. Mientras que en cualquier otro tipo de fertilizante el principio activo es el propio elemento que van a aportar, en los quelatos férricos esto no es así. En el caso de los quelatos de hierro, deben incrementar la solubilización de hierro, transportarlo hacia la raíz de la planta, ahí deben ceder el hierro, y la parte orgánica del quelato debe volver a solubilizar más hierro. Es aquí donde el quelato actúa diferente a los demás fertilizantes (Lucena, 2002).

La eficacia de un quelato dependerá, por tanto de la capacidad que éste tenga en realizar estos cuatro procesos y de resistir a los factores contrarios como el alto pH, bicarbonato, competencia por otros metales, adsorción sobre los materiales del suelo y resistencia a la degradación de la molécula orgánica (Lucena, 2002).

Entre los quelatos más comunes encontramos ácido etilendiamina tetracético (EDTA), ácido hidroxietilendiamina-tetracético (HEDTA), ácido dietilentríminapentacético (DTPA), ácido di-hidroxifenilacético etilendiamina (EDDHA), ácido ciclohexano diaminatetracético (CDTA), trietanolamina (TEA), nitritotriacético (NTA), ácido etilenglicol-bis (2-amino-etil eter) tetra acético (EGTA) (Mortvedt et al., 1983).

2.8 METALOSATO® ALBION

Es un proceso químico-biológico en el cual el mineral o ión metálico está suspendido entre dos aminoácidos, rodeados de proteína vegetal hidrolizada, idéntico al proceso natural que desarrollan los seres vegetales; los cuales pueden ser absorbidos y translocados muy fácilmente, pues su tamaño es inferior a los 10 angstrom y su peso molecular es muy inferior a los 1000 daltons. (BIOAGRO, s.f.).

Desde el punto de vista químico METALOSATO® albion es una sustancia constituida por un ión metálico y una molécula orgánica, que conforma una estructura heterocíclica anular. Esta estructura protege al mineral para que éste no entre en reacciones químicas indeseadas. METALOSATO® albion aporta a la planta la energía en forma de trifosfato de adenosine (ATP) que es la forma más pura de energía biológica existente en el proceso de fotosíntesis (BIOAGRO, s.f.).

Una óptima nutrición mineral, da a los organismos vivos lo siguiente: longevidad, resistencia a las enfermedades, rápido crecimiento, mayor energía y funcionamiento óptimo. Los elementos menores en Metalosato® albion cumplen funciones importantes pero se usan en menores cantidades, siendo indispensables para una excelente nutrición vegetal, actuando como cofactores enzimáticos en sistema inmunológico (Cu, Zn, Fe), producción de energía (Mg y Mn), sistema hormonal (Fe, Mn, Zn, Cu y Mg), y reproducción (Cu, Mn, Zn y Mg) (BIOAGRO, s.f.).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 EVALUACIÓN DEL GLIFOSATO APLICADOS ANTES DEL TRANSPLANTE

3.1.1. Ubicación del ensayo

El estudio fue realizado en los terrenos de zona II de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, entre julio y septiembre de 2002. El lote seleccionado en zona II fue el lote # 17. Las malezas más abundantes fueron *Cyperus rotundus*, *Digitaria* spp., *Portulaca oleracea*, *Nicandra physalodes*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus* spp. La maleza *Commelina diffusa* se encontraba en pequeñas poblaciones. Se utilizó el cultivar de lechuga Ithaca.

3.1.2. Evaluación del glifosato

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques y seis tratamientos, incluyendo el testigo. La parcela tenía 5.4 metros de ancho por 48 m de largo (259.2 m²). Cada unidad experimental tenía tres camas de 1.8 metros por 8 metros de largo (14.4 m²).

Se aplicó el herbicida con una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂. El aguilón de la bomba tenía cuatro boquillas Teejet 8003VS, presión 40 psi, 250 L de agua / ha. Las aplicaciones fueron realizadas entre las 7:00 a 8:00 AM. Los tratamientos fueron la aplicación de glifosato a 2.6 kg de ia / ha a 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante de lechuga y un testigo con deshierba manual.

El 7 de agosto se transplantó a 30 cm entre plantas en forma de tresbolillos, la población inicial era de 71,296 plántulas / ha. El fertilizante se aplicó en fracciones por fertirrigación. Los riegos se realizaron en base a la distribución semanal de lluvias.

Las muestras de malezas se agruparon en *Cyperus rotundus*, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas. Para tomar los datos de incidencia de malezas se tomó un día antes de cada aplicación. El 26 de agosto, un día antes de la primera deshierba, se tomaron los datos de población de malezas de coyolillo, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas, para medir el efecto del glifosato sobre la incidencia de malezas antes de realizar la primera deshierba del ensayo a los 20 días después del transplante. El conteo de malezas por especie se realizó en todos los tratamientos en un área de un metro cuadrado. La cosecha fue realizada 35 días después del transplante.

3.1.3 Evaluación económica

Para la evaluación económica se utilizó la metodología del CIMMYT, la cual consistió en realizar un presupuesto parcial con costos diferenciales (CIMMYT, 1988). Se consideró como costo variable el costo de la mano de obra para la deshierba, las aplicaciones de herbicida y el precio del herbicida (Anexo 1). Para el cálculo de los ingresos se utilizaron tres precios obtenidos de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de la Escuela Agrícola Panamericana del año 2002.

3.2 EVALUACIÓN DE TRES FORMULACIONES DE GLIFOSATO Y EL USO DE METALOSATO

3.2.1. Ubicación del ensayo

El estudio fue realizado en los terrenos de zona II de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, entre julio y septiembre de 2002. El lote seleccionado en zona II fue el lote # 17. Las malezas más abundantes fueron *Cyperus rotundus*, *Digitaria* spp., *Portulaca oleracea*, *Nicandra physalodes*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus* spp. La maleza *Commelina diffusa* se encontraba en pequeñas poblaciones. Se utilizó el cultivar de lechuga Ithaca.

3.2.2. Evaluación del glifosato y el quelato

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques y siete tratamientos, incluyendo el testigo. La parcela tenía 5.4 metros de ancho por 42 m de largo (226.8 m²). Cada unidad experimental tenía tres camas de 1.8 metros por 6 metros de largo (10.8 m²).

Para la aplicación del herbicida se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂. El aguilón de la bomba tenía cuatro boquillas Teejet 8003VS, presión 40 psi, 250 L de agua / ha. La dosis fue de 2.6 kg de ia / ha para cada formulación de glifosato. El Metalosato se aplicó a 772 cc / ha. Las aplicaciones fueron realizadas entre las 7:00 a 8:00 AM. Los tratamientos fueron la aplicación de tres formulaciones de glifosato, Round up Max[®], Round up 35.6 SL[®] o Rambo[®] y el uso del quelato Metalosato[®] albion.

El 7 de agosto se realizó el transplante a 30 cm entre plantas en forma de tresbolillos, la población inicial era de 71,296 plántulas / ha. El fertilizante se aplicó en tres fracciones por fertirrigación, los riegos se realizaron en base a la distribución semanal de lluvias.

Las malezas se agruparon en *Cyperus rotundus*, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas. Para tomar los datos de incidencia de malezas se tomó la población de malezas un día antes de cada aplicación. El 26 de agosto, un día antes de la primera deshierba, se tomaron los datos de población de malezas para medir el efecto del glifosato sobre la incidencia de malezas antes de realizar la primera deshierba del ensayo a los 20 días

después del transplante. El conteo de malezas por especie se realizó en todos los tratamientos en un área de un metro cuadrado. La cosecha fue realizada 35 días después del transplante.

3.2.3 Evaluación económica

Para la evaluación económica se utilizó la metodología del CIMMYT, la cual consistió en realizar un presupuesto parcial con costos diferenciales (CIMMYT, 1988). Se consideró como costo variable la aplicación del herbicida, mano de obra para la deshierba y los precios de los herbicidas aplicados (Anexo 2). Para el cálculo de los ingresos se utilizaron tres precios obtenidos de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de la Escuela Agrícola Panamericana del año 2002.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información de los ensayos fue analizada mediante el programa "Statistical Analysis System" (SAS). Fueron sometidos a análisis residuales de homogeneidad de varianza y de normalidad. El criterio utilizado fue de $\alpha = 0.05$. Con el análisis de varianza (Andeva) se observó si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, para luego hacer un análisis de comparación múltiple de medias con la prueba SNK. En el ensayo con Metalosato se realizó un análisis factorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO ANTES DEL TRANSPLANTE DE LECHUGA

4.1.1 Evaluación del control de malezas

En el conteo de coyolillo a los 20 días después del transplante hubo diferencia estadística ($P=0.0001$) entre las poblaciones finales de los tratamientos con glifosato y el control manual. La disminución de la población de coyolillo con aplicaciones de glifosato de 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante fue de 92, 90, 92, 89 y 76%, respectivamente, pero no hubo diferencia estadística entre ellas (Cuadro 1). En la deshierba manual la población subió 189% (Cuadro 1).

Todas las aplicaciones con glifosato antes del transplante redujeron la población de coyolillo. Las aplicaciones de 10, 15 y 20 días antes del transplante controlaron más malezas debido a que los tubérculos del coyolillo tuvieron más tiempo para emerger para ser expuestas y afectadas por el glifosato en comparación con las aplicaciones en 25 y 30 días donde todavía había tubérculos sin emerger al momento de la aplicación (Cuadro 1).

El objetivo principal del control de malezas con azadón es agotar las reservas de alimentos por medio de la repetida eliminación de los brotes. Sin embargo, la escarda de las plantas nocivas perennes provoca, a menudo, enraizamiento más profundo (Arias, 1998). La deshierba manual aumentó la población de coyolillo debido a que al azadonear se remueve malezas promoviendo su germinación (Kaehler, 2000). La rapidez con que el coyolillo alcance un alto grado de dominancia dependerá de la frecuencia de las labores de preparación del terreno, de los cultivos sembrados y de los herbicidas utilizados (De la Cruz y Merayo, 1988).

Cuadro 1. Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Cyperus rotundus*, en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.

Aplicaciones días antes del transplante	Población (Plantas / m ²)		Cambios de población %
	Inicial	Final	
10	25	2	- 92 b †
15	19	2	- 90 b
20	24	2	- 92 b
25	18	2	- 89 b
30	17	4	- 76 b
Deshierba	18	52	+ 189 a

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

En la evaluación de malezas de hojas anchas no hubo diferencia significativa ($P=0.6081$) entre las poblaciones finales. La disminución de la población de malezas de hojas anchas con 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante fueron 20, 38, 40, 40 y 57%, respectivamente (Cuadro 2). En la deshierba manual la población disminuyó 48% (Cuadro 2).

Todas las aplicaciones de glifosato disminuyeron la población de malezas de hojas anchas. La deshierba manual controló las malezas de hojas anchas debido a que su punto de crecimiento está arriba, por lo tanto si se corta con machete sera más fácil matarlas que a las gramíneas (Godoy y Pitty, 1997). En los tratamientos de 25 y 30 días antes del transplante el efecto mulch o residuos de malezas muertas ya había pasado y el área se encontraba limpia. En tanto en los tratamientos de 10, 15 y 20 días antes del transplante, un día antes del transplante presentaban un mulch.

En gramíneas no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P=0.6940$) entre las poblaciones finales. La disminución de la población de malezas gramíneas con 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante fueron 56, 64, 57, 79 y 83%, respectivamente (Cuadro 2). En la deshierba manual la población disminuyó 80% (Cuadro 2).

Todas las aplicaciones de glifosato redujeron la población de gramíneas, debido a que hubo suficiente tiempo al glifosato para actuar sobre la planta, la cual tiene su punto de crecimiento bajo el suelo o muy cerca del suelo (Godoy y Pitty, 1997). Los síntomas de fitotoxicidad del glifosato demoran unas dos semanas en aparecer, las plantas mueren en dos semanas dependiendo de las especie (Pitty, 1997). Pero a pesar de ello la población de malezas no se redujo tanto debido a los días entre la aplicación y la primera deshierba manual, puede ser que arriba de los 25 días las malezas tuvieron más tiempo para germinar.

En todos los tratamientos la maleza *Commelina diffusa* presentó tolerancia al glifosato, pero debido sus poblaciones bajas, fueron controladas por la deshierba manual.

Cuadro 2. Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de malezas de hojas anchas y gramíneas en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.

Aplicaciones días antes del transplante	Hojas anchas		Cambios de población	Gramíneas		Cambios de población
	(Plantas / m²)			(Plantas / m²)		
	Inicial	Final		Inicial	Final	
10	40	32	- 20	39	17	- 56
15	47	29	- 38	50	18	- 64
20	47	28	- 40	30	13	- 57
25	37	22	- 40	47	10	- 79
30	44	19	- 57	64	11	- 83
Deshierba	44	23	- 48	44	9	- 80

Se realizaron dos deshierbas para las aplicaciones de 30 y 25 días antes del transplante, debido a que estos tratamientos no tenían malezas al momento del transplante, ya que las malezas de hojas anchas y gramíneas presentes carecían de estructuras reproductivas subterráneas (tubérculos y rizomas).

Para las aplicaciones de 20, 15 y 10 días se necesitó una deshierba antes del transplante y dos después de los 20 días del transplante debido a la presencia de mulch o residuo vegetal (Cuadro 3). El testigo necesitó una deshierba manual antes del transplante y tres después del transplante, porque el crecimiento de coyolillo era constante, pero se redujo el crecimiento de malezas de hojas anchas y gramíneas.

Cuadro 3. Número de deshierbas realizadas en el cultivo de lechuga en el ensayo de aplicaciones antes del transplante, El Zamorano, Honduras, 2002.

Aplicaciones días antes del transplante	Deshierba		
	antes del transplante	después del transplante	total
10	1	2	3
15	1	2	3
20	1	2	3
25	0	2	2
30	0	2	2
Deshierba	1	3	4

4.1.2 Análisis económico

Los rendimientos obtenidos fueron ajustados 15% menos en el rendimiento medio y se utilizaron precios de 1.10, 3.30 y 5.50 Lps / kg. La aplicación 20 días antes del transplante mostró mayor beneficio neto (33,675 Lps / ha) y los costos más bajos fueron mostrados por los tratamientos de 25 y 30 días (27,032 Lps / ha) que también tuvieron buenos resultados con respecto a las aplicaciones, pero tomando en consideración todo el ensayo los costos más bajos de producción fueron los de la deshierba manual (26,700 Lps / ha) (Cuadro 4).

Las aplicaciones de 10, 15 y 20 días antes del transplante tuvieron iguales costos de producción (27, 320 Lps / ha). Las aplicaciones de 10 y 15 días antes del transplante tuvieron en la mayoría de sus resultados negativos en sus beneficios netos de producción dando beneficios sólo al precio de 5.50 Lps / kg, pero debemos tomar en cuenta que tuvieron efectos similares en el control de malezas que las otras aplicaciones.

Cuadro 4. Presupuesto parcial del control en lechuga con aplicaciones de glifosato antes del transplante, El Zamorano, Honduras, 2002.

Días	Rendimiento (kg / ha)		Ingresos (Lps)			Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)		
	antes	ajustado [†]	1.10	3.30	5.50 [‡]	Fijos	Variables	Total	1.10	3.30	5.50
10	8,733	7,423	8,166	24,497	40,828	25,052	2,268	27,320	(19,154)	(2,823)	13,508
15	8,944	7,602	8,362	25,087	41,811	25,052	2,268	27,320	(18,958)	(2,233)	14,491
20	13,047	11,090	12,199	36,597	60,995	25,052	2,268	27,320	(15,121)	9,277	33,675
25	11,679	9,927	10,920	32,760	54,601	25,052	1,980	27,032	(16,112)	5,728	22,569
30	12,626	10,732	11,806	35,417	59,028	25,052	1,980	27,032	(15,226)	8,385	31,996
Deshierba	9,996	8,496	9,346	28,038	46,730	25,052	1,648	26,700	(17,354)	1,338	20,030

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

[‡]Precios son 1.10, 3.30 y 5.50 Lps / kg.

4.2 EVALUACIÓN DE TRES FORMULACIONES DE GLIFOSATO Y EL USO DE METALOSATO

4.2.2 Evaluación del control de malezas

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.6258$) sobre la población de coyolillo, está disminuyé con Rambo, Round up 35,6 SL o Round up Max en 79, 90 y 76%, respectivamente (Cuadro 5). Utilizar o no Metalosato no presentó diferencia estadística significativa ($P=0.2077$), la población de coyolillo con o sin Metalosato, disminuyó 78 y 85%, respectivamente (Cuadro 5).

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.6160$) entre las poblaciones finales con respecto a la aplicación de los herbicidas con o sin Metalosato. La disminución de la población de coyolillo con Rambo con Metalosato, Rambo sin Metalosato, Round up 35,6 SL con Metalosato, Round up 35,6 SL sin Metalosato, Round up Max con Metalosato o Round up Max sin Metalosato fue 78, 79, 88, 92, 72 y 80%, respectivamente (Cuadro 5).

Todos los herbicidas con o sin Metalosato redujeron la población de coyolillo. No se encontró diferencia entre usar o no Metalosato con las formulaciones de glifosato. El Metalosato puede ayudar a penetrar al glifosato al mezclarse por sus características químicas, ya que el Metalosato tiene un tiempo de absorción de cuatro horas (BIOAGRO, sf.) al final el efecto del glifosato sobre el coyolillo fue el mismo en todas las aplicaciones.

El daño sobre el follaje del coyolillo en las aplicaciones con Metalosato se dio de manera más uniforme que el que no lo utilizaba, esto debido a que la función que se buscaba con su uso era la de que los aminoácidos naturales del quelato tienen habilidades de asociarse con algunos agroquímicos en la solución de aspersión y llevarlos fácilmente dentro de la planta (BIOAGRO, s.f.).

Cuadro 5. Efecto del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con o sin Metalosato en las poblaciones de *Cyperus rotundus* en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento		Población (Plantas / m ²)		Cambios de población
		Inicial	Final	
Herbicida	Metalosato			%
Rambo		19	4	- 79
Round up 35,6 SL		31	3	- 90
Round up Max		25	6	- 76
	con	23	5	- 78
	sin	27	4	- 85
Herbicida	× Aditivo			
Rambo	con	18	4	- 78
Rambo	sin	19	4	- 79
Round up 35,6 SL	con	25	3	- 88
Round up 35,6 SL	sin	37	3	- 92
Round up Max	con	25	7	- 72
Round up Max	sin	25	5	- 80

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.5770$) sobre la población de malezas de hojas anchas, disminuyendola con las aplicaciones de Rambo, Round up 35,6 SL o Round up Max en 43, 50 y 51%, respectivamente (Cuadro 6). Usar o no Metalosato no presentó diferencia estadística significativa ($P=0.7043$) disminuyendo la población de malezas de hojas anchas con y sin Metalosato en 50 y 47%, respectivamente (Cuadro 6).

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.8452$) en las aplicaciones de los herbicidas con o sin Metalosato, la disminución de las población de malezas de hojas anchas con Rambo con Metalosato, Rambo sin Metalosato, Round up 35,6 SL con Metalosato, Round up 35,6 SL sin Metalosato, Round up Max con Metalosato o Round up Max sin Metalosato fueron de 45, 41, 40, 59, 60 y 42%, respectivamente (Cuadro 6).

Todos los herbicidas con o sin Metalosato redujeron la población de malezas porque al tener las malezas de hojas anchas mayor superficie foliar el glifosato es absorbido por el follaje moviéndose dentro de la maleza hasta el interior de las raíces donde afecta el crecimiento y provoca la muerte de los tejidos (Gómez, 1993).

Cuadro 6. Efecto del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con o sin Metalosato en las poblaciones de malezas de hojas anchas en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento		Población (Plantas / m ²)		Cambios de población %
		Inicial	Final	
Herbicida	Metalosato			
Rambo		42	24	- 43
Round up 35,6 SL		46	23	- 50
Round up Max		59	29	- 51
	Con	48	24	- 50
	Sin	49	26	- 47
Herbicida	×	Aditivo		
Rambo	con	38	21	- 45
Rambo	sin	46	27	- 41
Round up 35,6 SL	con	45	27	- 40
Round up 35,6 SL	sin	46	19	- 59
Round up Max	con	62	25	- 60
Round up Max	sin	55	32	- 42

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.6474$) sobre la población de malezas gramíneas, disminuyendola las aplicaciones de Rambo, Round up 35,6 SL o Round up Max en 66, 58 y 66%, respectivamente (Cuadro 7). Usar o no Metalosato no presentó diferencia estadística significativa ($P=0.3046$) disminuyendo la población de malezas gramíneas con o sin Metalosato en 59 y 69%, respectivamente (Cuadro 7).

No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.4346$) entre las poblaciones finales de las malezas gramíneas con Rambo con Metalosato, Rambo sin Metalosato, Round up 35,6 SL con Metalosato, Round up 35,6 SL sin Metalosato, Round up Max con Metalosato o Round up Max sin Metalosato que fueron de 61, 72, 44, 68, 68 y 64%, respectivamente (Cuadro 7).

Todos los herbicidas con o sin Metalosato redujeron la población de malezas gramíneas. El efecto del Metalosato sobre malezas de hojas anchas y gramíneas se puede dar porque el efecto potencializador en el proceso de la fotosíntesis en las malezas puede ayudar a que se distribuya de mejor manera el Metalosato (BIOAGRO, s.f), pero no se encontro ninguna diferencia al usarlo o no.

Cuadro 7. Efecto del uso de tres formulaciones de glifosato aplicados con o sin Metalosato en las poblaciones de malezas gramíneas en cultivo de lechuga, El Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento		Población (Plantas / m ²)		Cambios de población %
		Inicial	Final	
Herbicida	Metalosato			
Rambo		38	13	- 66
Round up 35,6 SL		31	13	- 58
Round up Max		32	11	- 66
	con	32	13	- 59
	sin	35	11	- 69
Herbicida	×	Aditivo		
Rambo	con	33	13	- 61
Rambo	sin	43	12	- 72
Round up 35,6 SL	con	25	14	- 44
Round up 35,6 SL	sin	37	12	- 68
Round up Max	con	38	12	- 68
Round up Max	sin	25	9	- 64

4.2.2. Análisis económico

Los rendimientos tomados fueron ajustados 15% menos del rendimiento medio y se utilizaron precios de 1.10, 3.30 y 5.50 Lps / kg.

La deshierba manual se realizó a los 20 días después del transplante, todos los tratamientos con herbicida necesitaron tres deshierbas, mientras que el tratamiento que sólo llevaba control manual cuatro deshierbas. Todas las aplicaciones de los tres herbicidas con y sin Metalosato tuvieron iguales costos de mano de obra. En todos los tratamientos hubo efecto mulch o residuos de malezas muertas (Kaehler, 2000), lo cual ayudó a retrasar la germinación de malezas, pero a la vez representó un costo de deshierba porque debido a la cantidad de mulch se tuvo la necesidad, un día antes del transplante, de limpiar el área.

La aplicación de Round up Max sin Metalosato obtuvo la mayor ganancia cuando el precio era de 3.30 y 5.50 Lempiras (6,083 y 28,120 Lps / ha), considerando que tuvo pérdidas en el precio de 1.10 Lempiras (15,953 Lps / ha). Ninguno de los tratamientos obtuvo ganancias al precio de 1.10 Lempiras. El costo de producción más bajo con o sin Metalosato fue el del Round up Max sin Metalosato (26, 972 Lps / ha).

Las aplicaciones de Rambo con Metalosato y de Round up Max con Metalosato tuvieron resultados negativos en los precios de 1.10 y 3.30 Lps / kg, pero tuvieron ganancia a precio de 5.50 Lps / kg. La reducción sobre las poblaciones de malezas fue similar con todos los herbicidas con o sin Metalosato.

Cuadro 8. Presupuesto parcial del control en lechuga con aplicaciones de tres formulaciones de glifosato con o sin Metalosato, El Zamorano, Honduras, 2002

Aplicaciones de Herbicida Con y sin Metalosato	Rendimiento (kg / ha)		Ingresos (Lps)			Costos (Lps)			Beneficio neto (Lps)		
	medio	ajustado [†]	1.10	3.30	5.50 [‡]	Fijos	Variables	Total	1.10	3.30	5.50
Rambo con	8,979	7,632	8,395	25,185	41,976	25,052	2,213	27,625	(18,870)	2,080	14,711
Rambo sin	10,522	8,944	9,838	29,514	49,190	25,052	1,966	27,018	(17,180)	2,496	22,172
Round up 35,6 SL con	9,820	8,347	9,182	27,546	45,910	25,052	2,213	27,265	(18,083)	281	18,645
Round up 35,6 SL sin	9,820	8,347	9,182	27,546	45,910	25,052	1,966	27,018	(14,690)	528	18,892
Round up Max con	6,173	5,247	5,772	17,315	28,858	25,052	2,167	27,219	(18,301)	(9,904)	1,639
Round up Max sin	1,785	10,017	11,019	33,055	55,092	25,052	1,920	26,972	(15,953)	6,083	28,120

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

[‡]Precios son 1.10, 3.30 y 5.50 Lps / kg.

301547

4.3 RENDIMIENTOS DE COSECHA DE LECHUGA

No hubo diferencia significativa ($P=0.3564$) en el rendimiento total entre tratamientos (Cuadro 9). El rendimiento mayor lo mostró el tratamiento de aplicación 20 días antes del transplante (13,047 kg / ha).

En el ensayo utilizando Rambo, Round up 35,6 SL o Round up Max y el uso de Metalosato no hubo diferencia significativa ($P=0.7655$) en el rendimiento total entre tratamiento (Cuadro 10). El rendimiento mayor se obtuvo al aplicar Round up Max sin Metalosato (11,785 kg / ha).

4.4 PÉRDIDAS DE PLANTAS

No hubo diferencia significativa ($P=0.5759$) entre las poblaciones de lechuga que presentaron pérdidas. Las aplicaciones de 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante presentaron daños de 8, 21, 7, 24 y 17%, respectivamente (Cuadro 9). La deshierba manual tuvo daños en plantas en 18% (Cuadro 9).

En el ensayo con tres formulaciones de glifosato, con o sin Metalosato se obtuvo lo siguiente: No hubo diferencia estadística significativa ($P=0.8437$) entre las poblaciones de lechuga que presentaron pérdidas. En las aplicaciones de Rambo con Metalosato, Rambo sin Metalosato, Round up 35,6 SL con Metalosato, Round up 35,6 SL sin Metalosato, Round up Max con Metalosato o Round up Max sin Metalosato los daños fueron 24, 5, 8, 26, 27 y 24%, respectivamente (Cuadro 10).

Los daños se debieron a que un alto porcentaje de plantas no alcanzó la cosecha, debido a enfermedades que afectan el cultivo como virosis, cabeza deforme, cabeza espirada, cabeza vacía, floración prematura y patógenos que causan pudrición (Montes, s.f.). También a que la operación de deshierba es muy difícil y delicada (Montes, s.f.), por lo cual ocurren muchos daños a las plantas durante la deshierba. Conforme se aproxima la cosecha, la frecuencia de riego debe ir disminuyendo para evitar pudriciones y ataques de patógenos (Montes, s.f.). Las plantas fueron afectadas por las lluvias que cayeron antes de la cosecha.

Cuadro 9. Población de plantas de lechuga con sus pérdidas y rendimientos en el ensayo de aplicaciones de glifosato antes del transplante.

Aplicación antes del transplante	Población (Plantas / ha)			Porcentaje de pérdidas	Rendimiento (kg / ha)
	Inicial	Final	Pérdidas		
10	71,296	65,278	6,018	8	12,626
15	71,065	56,019	15,046	21	11,679
20	71,296	66,435	4,861	7	13,047
25	70,833	53,935	16,898	24	8,944
30	71,065	59,259	11,806	17	8,733
Deshierba	70,833	57,870	12,963	18	9,996

Cuadro 10. Población de plantas de lechuga con sus pérdidas y rendimientos en el ensayo de aplicaciones de tres formulaciones de glifosato y el uso de Metalosato.

Aplicación de herbicidas con o sin Metalosato	Población (Plantas / ha)			Porcentaje de pérdidas	Rendimiento (kg / ha)
	Inicial	Final	Pérdidas		
Ranbo con	71,296	54,012	17,284	24	8,979
Ranbo sin	70,988	67,284	3,704	5	10,522
Round up 35,6 SL con	70,679	64,815	5,864	8	9,820
Round up 35,6 SL sin	70,988	52,469	18,519	26	9,820
Round up Max con	71,296	52,161	19,135	27	6,173
Round up Max sin	70,988	54,012	16,976	24	11,785

5. CONCLUSIONES

Evaluación de aplicación de glifosato 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante.

Todas las aplicaciones de glifosato antes del transplante redujeron las poblaciones de coyolillo, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas .

El control con el azadón subió las poblaciones de coyolillo, controló malezas de hojas anchas y malezas gramíneas.

El costo de producción más bajo entre las aplicaciones de glifosato fue el de 25 y 30 días antes del transplante, pero el testigo de deshierba manual tuvo un costo mucho más bajo.

El mayor rendimiento en cosecha y económico fue la aplicación de glifosato a los 20 días después del transplante.

Evaluación de tres formulaciones de glifosato y el uso de Metalosato.

Todas las aplicaciones de Rambo, Round up 35,6 SL o Round up Max y el uso de Metalosato disminuyeron la población de coyolillo, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas.

Al final de las evaluaciones no existió diferencia entre añadir Metalosato para mejorar la efectividad de glifosato o no añadirlo.

Los costos de producción más bajos y rendimientos económicos se obtuvieron con el tratamiento Round up Max sin Metalosato.

6. RECOMENDACIONES

Utilizar la aplicación de glifosato de 10, 15, 20, 25 ó 30 días antes del transplante como alternativa cuando haya escasez de mano de obra.

Utilizar glifosato en terrenos invadidos por coyolillo para controlar sus poblaciones.

Evaluar otros herbicidas sistémicos que disminuyan poblaciones de coyolillo, malezas de hojas anchas y malezas gramíneas antes del transplante de hortalizas.

Evaluar otros productos quelatados para observar sus efectos con glifosato y otros herbicidas buscando métodos más efectivos para el efecto de los herbicidas sobre las malezas.

7. BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. 1998. Determinación de la efectividad del control de malezas con azadón, glifosato y fluazifop, para preparación de sitio en plantaciones forestales. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57 p.

Barberá, C. 1989. Pesticidas agrícolas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. p. 40 – 494.

BIOAGRO. s.f. Metalosato. Laboratorios Albion. 18 p.

CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un Manual de Evaluación Económica. México D.F. México: CIMMYT. 78 p.

De la Cruz, R.; Merayo, A. 1988. El *Cyperus rotundus* en algunas áreas tropicales. In Seminario-Taller. “*Rottboellia cochinchinensis* Lour” y “*Cyperus rotundus* L.” Distribución, problemas e impacto económico en Centroamérica y Panamá. Proyecto MIP-CATIE / Honduras. 21 p.

Doll, J. 1986. *Cyperus rotundus* L. : Ecología, biología, morfología e importancia. Ecología y Control de Malezas Perennes en América Latina. FAO, Roma (Italia). no. 74: p. 74 – 93.

Doll, J.; Piedrahita, W. 1976. Acción del Glifosato en la brotación de tubérculos de “Coquito” (*Cyperus rotundus* L.). Trabajos y Resúmenes. ALAM / ASAM (Arg.).Tomo IV. p. 113 – 125.

EDIFARM. 2001. VADEAGRO®. Centroamérica, Panamá y R. Dominicana. Guatemala, Gua. 668 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1987. Manejo de malezas. Manual del instructor. Colección FAO: Capacitación, N° 12. Roma, Italia. FAO. 160 p.

Ferreira, W. 2001. Glifosato. UITA, Secretaría Regional Latinoamericana. (En línea). Montevideo, Uru. Consultado 20 de agosto 2002. Disponible: http://ambientenews.com.ar/a_news/50.htm.

Godoy, G.; Pitty, A. 1997. Importancia y características de las malezas. *In* Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p. 3 – 26.

Gómez, J. 1993. Control químico de la maleza. México, D.F. Trillas. 250 p.

Kaehler, J. 2000. Evaluación técnica y comparativa de dos métodos de control de malezas en el cultivo del pepino. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 23 p.

Lucena, J. 2002. La calidad de los quelatos de hierro en el mercado nacional. Nuevas metodologías analíticas para su caracterización (Apartados 1. al 2.) (En línea). Madrid, España. Consultado 17 de agosto del 2002. Disponible <http://www.infoagro.com/abonos/quelatos>

Mero, H. 1997. Estrategias y táticas para el control de malezas. *In* Pitty, A. ed. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p. 95 – 118.

Montes, A. s.f.. Cultivos de hortalizas en el trópico. Zamorano Academic. Press, Honduras. 91-102 p.

Mortvedt, J.; Giordano P.; Lindsay, W. 1983. Micronutrientes en agricultura. Trad. por Cristina Vaqueiro Garibay. México, D. F. A.G.T. Editor S.A. p. 127 – 152.

Owen, M. 1997. Herbicidas: aplicaciones, formulaciones y deriva. *In* Pitty, A. ed. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p. 134 – 159.

Pitty, A. 1997. Modo de acción de los herbicidas. *In* Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p. 243 – 270.

Portillo, M. 1999. Evaluación de glifosato y tres tipos de azadones manuales en el control de malezas en lechuga. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 21 p.

Quelatos. s.f. Química Inorgánica. Departamento de Química. UNAM. (En línea). México. Consultado 15 de agosto 2002. Disponible: <http://depa.pquim.unam.mx/QI/ncoord/quelato.htm>.

Rodríguez, E. 2000. Capítulo 6: Protección y Sanidad Vegetal. Sección 2 Combate y Control de Malezas. (En línea). Venezuela. Consultado 20 de agosto 2002. Disponible: <http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/html/tineo.html>.

Shenk, M.; Fischer, A.; Valverde, B. s.f. Principios básicos sobre el manejo de malezas. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 41 – 47 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Costos variables para la producción de una hectárea de lechuga con la aplicación de glifosato antes del transplante.

Descripción	Aplicaciones antes del transplante					
	10 [†]	15	20	25	30	Deshierba
<u>Mano de obra</u>						
Aplicaciones de herbicida	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	0.00
Deshierba	1,120.00	1,120.00	1,408.00	1,408.00	1,408.00	1,648.00
<u>Insumo</u>						
Round up Max	798.00	798.00	798.00	798.00	798.00	0.00
Total	1,980.00	1,980.00	2,268.00	2,268.00	2,268.00	1,648.00

[†]Costos dados en Lempiras.

Anexo 2. Costos variables para la producción de una hectárea de lechuga con tres formulaciones de glifosato y el uso de Metalosato.

Descripción	Tratamiento						
	Rambo [†]		Round up 35.6 SL		Round up Max		Deshierba
	Metalosato		Metalosato		Metalosato		
	con	sin	con	sin	con	sin	
Mano de obra							
Aplicaciones de herbicida	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	0.00
Deshierba	1,104.00	1,104.00	1,104.00	1,104.00	1,060.00	1,060.00	1,648.00
Insumo							
Rambo	800.00	800.00					0.00
Roundup 35.6 SL			800.00	800.00			0.00
Round up Max					798.00	798.00	0.00
Metalosato	247.00		247.00		247.00		0.00
Total	2,213.00	1,966.00	2,213.00	1,966.00	2,167.00	1,920.00	1,648.00

[†]Costos dados en Lempiras.

Anexo 3. Costos fijos para la producción de una hectárea de lechuga.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (Lps)	
			Unidad	Total
<u>Maquinaria</u>				
Arado	Hora	1.00	420.00	420.00
Rastrear	Hora	2.00	420.00	820.00
Surcar	Hora	1.00	420.00	630.00
Bomba de riego	m³	770.00	2.30	1,779.00
Acarreo de plantas	Hora	2.00	64.00	128.00
Transporte de cosecha	Hora	10.00	66.00	660.00
Subtotal				4,437.00
<u>Insumos</u>				
Fertilizante	kg	500.00	2.40	1,210.00
Plantulas	Individual	80,986	0.22	17,817.00
Subtotal				19,027.00
<u>Mano de obra</u>				
Transplante	Hr/Hombre	72.00	9.00	648.00
Riego y				
Fertirrigación	Hr/Hombre	43.00	9.00	387.00
Cosecha	Hr/Hombre	36.00	9.00	324.00
Puesta y Eliminación de				
Manguera	Hr/Hombre	26.00	9.00	234.00
Subtotal				1,593.00
Total				25,057.00