

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA**

**Evaluación técnica y económica sobre el tiempo  
óptimo de aplicación de glifosato antes del  
transplante, como alternativa de control de malezas  
en pepino y maíz dulce**

Tesis presentada como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo en  
el grado académico de Licenciatura

Por:

**Erick Orlando Naranjo Guachamín**

**Honduras: Junio, 2000**

## RESUMEN

Naranjo Guachamín, Erick Orlando. 2000. Evaluación técnica y económica sobre el tiempo óptimo de aplicación de glifosato antes del transplante, como alternativa de control de malezas en pepino y maíz dulce. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 37 p.

La producción de hortalizas en Centro América es un rubro de importante ingreso, pero riesgoso por su susceptibilidad a insectos, enfermedades y malezas. No es seguro que todos los años existan problemas con insectos o enfermedades, pero si es seguro que existan problemas con malezas. Para solucionar este problema se realizó un estudio técnico y económico de la efectividad de glifosato en la época lluviosa para los cultivos de pepino y maíz dulce en El Zamorano, Honduras. El lote seleccionado tenía una alta infestación de coyolillo (*Cyperus rotundus*) y de verdolaga (*Portulaca oleracea*). Los dos ensayos tuvieron tres fechas de aplicación de tres, seis y nueve días antes del transplante, con una dosis de 2.35 kg de i.a./ha. y un testigo sin aplicación. Se realizó un diseño de bloques completamente al azar. En el maíz dulce el control de coyolillo estadísticamente fue el mismo ( $P=0.5523$ ), al igual que la verdolaga ( $P=0.7440$ ). La fitotoxicidad expresada como altura del maíz no fue representativa ( $P=0.2519$ ), tampoco la densidad poblacional del maíz al final ( $P=0.1577$ ). No hay diferencia en cuanto a rendimientos ( $P=0.5407$ ). Es mejor transplantar el maíz dulce seis días después de la aplicación por presentar los mejores beneficios netos. En el pepino no hay diferencias en el control de coyolillo ( $P=0.0585$ ) y tampoco en la verdolaga ( $P=0.0989$ ). La fitotoxicidad visual fue nula pese a ser un cultivo altamente susceptible y su expresión en altura de la planta ( $P=0.2539$ ) y densidad final ( $P=0.3219$ ), no fue significativa. Tampoco hay diferencia en rendimientos ( $P=0.7402$ ). En el pepino es mejor transplantar seis días después de la aplicación, por reflejar los mejores beneficios netos.

**Palabras claves:** *Cyperus rotundus*, fitotoxicidad, *Portulaca oleracea*, susceptibilidad.

## **NOTA DE PRENSA**

### **¿El mejor control de malezas en hortalizas es con herbicida o con azadones?**

Durante la época de invierno, la eficiencia de control de malezas en la producción de hortalizas constituye uno de los principales problemas para los productores, ya que eleva sus costos en gran medida y afecta negativamente los rendimientos de sus cultivos, por ende, se reduce los beneficios. Por esto se planeó unir los dos tipos de controles, químico y con azadón a fin de solucionar este problema.

Se estableció un experimento, entre septiembre y noviembre de 1999, donde se probó el herbicida glifosato aplicado tres, seis y nueve días antes del transplante de los cultivos de pepino y maíz dulce.

Los resultados indicaron que no existen síntomas que reflejen que las plantas de maíz dulce y pepino transplantadas hayan sido afectadas por el glifosato, y el control sobre las malezas, fue similar tanto para el control mecánico como para el control químico mecánico.

Es mejor aplicar el glifosato seis días antes de los trasplantes ya que controla las malezas por un periodo más prolongado, permitiendo que los cultivos se desarrollen lo suficiente y puedan competir de mejor manera. Además, aquí se reciben las más altas utilidades y se tienen los menores costos, que es lo que le interesa de mayor manera a los productores de hortalizas.

## CONTENIDO

PORTADILLA.....	i
AUTORIA.....	ii
PAGINA DE FIRMAS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES.....	vi
RESUMEN.....	vii
NOTA DE PRENSA.....	viii
CONTENIDO.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	ivx
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 <b>OBJETIVOS</b> .....	2
1.1.1 Objetivo General .....	2
1.1.2 .....	2
Objetivos Específicos.....	2
2. <b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 GENERALIDADES DE LAS MALEZAS.....	3
2.2 MANEJ O DE LAS MALEZAS.....	3
2.3 GLIFOSATO .....	4
2.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	5
2.4.1 Cultivo del maíz dulce.....	5
2.4.2 Cultivo del pepino .....	6
3. <b>MATERIALES y METODOS</b> .....	7
3.1 UBICACION.....	7
3.2 EVALUACION DE GLIFOSATO.....	7
3.3 MANEJO DE LOS CULTIVOS.....	7
3.3.1 .....	7
Manejo del maíz dulce.....	7
3.3.2 Manejo del pepino.....	8
3.4 TOMA DE DATOS .....	9

3.4.1	Toma de datos de malezas .....	9
3.4.2	Toma de datos en el maíz dulce.....	9
3.4.3	Toma de datos en el pepino .....	10
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	10
3.5.1	Diseño experimental para maíz dulce.....	10
3.5.2	Diseño experimental para el pepino .....	10
3.6	ANALISIS EST ADISTICO .....	11
3.7	ANALISIS ECONOMICO.....	11
4.	<b>RESULTADOS y DISCUSION.....</b>	<b>12</b>
4.1	EV ALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO .....	12
4.1.1	Efectividad del glifosato sobre el control de malezas en maíz dulce ... .	12
4.1.2	Efectividad del glifosato sobre el control de malezas en pepino.....	13
4.2	EV ALUACION DE FITOTOXICIDAD DEL GLIFOSA TO SOBRE LOS CULTIVOS .....	15
4.2.1	Efecto de titotoxicidad del glifosato sobre el maíz dulce.....	15
4.2.2	Efecto de titotoxicidad del glifosato sobre el pepino.....	16
4.3	EV ALUACION DE GLIFOSA TO SOBRE EL RENDIMIENTO .....	17
4.3.1	Evaluación de glifosato sobre el rendimiento en el maíz dulce .....	17
4.3.2	Evaluación de glifosato sobre el rendimiento en el pepino .....	17
4.4	ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO .....	19
4.4.1	Análisis económico para maíz dulce .....	19
4.4.2	Análisis económico para pepino .....	23
5.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
6.	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>29</b>
7.	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>30</b>
8.	<b>ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUCCION

En los últimos años la producción de hortalizas en los países en vías de desarrollo se ha incrementado debido a que son cultivos con alta rentabilidad para pequeños, medianos y grandes productores. Pese a ser muy rentables presentan un alto riesgo, ya que son muy susceptibles a problemas de insectos, enfermedades y malezas; por lo que es importante tener un manejo completo del cultivo para obtener las máximas utilidades posibles.

Los agricultores de los países en desarrollo sufren limitaciones económicas y de conocimiento en cuanto al manejo químico de malezas, razón por la que hacen uso del control mecánico con azadones y del deshierbe manual. Los altos costos de los herbicidas y el nivel cultural de los productores, dificultan el proceso de capacitación, dirigido hacia el uso adecuado de los herbicidas y la manera de cómo evitar los efectos secundarios de estos productos químicos (Labrada, 1996).

Las malezas son altamente competitivas en comparación con otras plantas debido a las múltiples características que poseen (Pitty, 1997). Estas características básicamente se encuentran relacionadas con el sistema radical, la velocidad de crecimiento, alelopatía, polinización, germinación, longevidad y latencia de la semilla.

Las prácticas de deshierbe con azadón y manual son eficaces en la época de verano, debido a que el tiempo que las malezas duran como plantas que no afectan al cultivo, es suficiente para que el cultivo se desarrolle y se vuelva competitivo, la efectividad en esta época también es buena ya que las condiciones del suelo facilitan las óptimas deshierbas.

En invierno, las altas condiciones de humedad en las que se encuentra el suelo, dificultan la efectividad del control manual y con azadón; al momento de realizar los deshierbes las estructuras vegetativas se propagan por medio de las herramientas de trabajo<sup>1</sup>, la eficiencia del control también es afectada y esto se refleja en el tiempo que el cultivo se encuentra libre de malezas.

El control químico de malezas sufre limitaciones de uso por la fitotoxicidad de los herbicidas hacia los cultivos en los que se aplican. Las hortalizas se manejan en periodos cortos y con rotación frecuente, lo que las hace muy susceptibles a los residuos de herbicidas en el suelo, afectando su crecimiento, desarrollo y por ende producción.

Debido a esta problemática se han buscado herbicidas que se puedan manejar bajo las condiciones de rotación de cultivos y ciclo corto que presentan las hortalizas. Una alternativa

---

<sup>1</sup>Cardona, F. 1999. Comportamiento de las malezas a las intervenciones con azadón en la época de invierno. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

a utilizar es el glifosato (Roundup®), herbicida sistémico que por su rápida y fuerte fijación a las partículas del suelo, y la descomposición por parte de los microorganismos, lo hacen permanecer inactivo; de esta manera no es tomado por las plantas y tampoco se lixivia hacia el perfil del suelo (Monsanto, s.f.).

En la actualidad el manejo de malezas en países en vías de desarrollo requiere un nuevo enfoque. Los actuales investigadores tratan de elaborar esquemas de manejo de malezas que permita a los pequeños agricultores reducir las pérdidas causadas por este problema (Labrada, 1996).

Fruto de esta necesidad es como ha nacido la idea de realizar este estudio, que se enfocará en un plan de manejo de malezas rentable. Se enfocará el control de malezas en cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y maíz dulce (*Zea mays*) que presentan una mayor rentabilidad, pero también los mayores problemas por sus características fenológicas y de competencia.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Mejorar el manejo de malezas en pepino y maíz dulce en Zamorano, basándose en la aplicación de glifosato.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el tiempo ideal de transplante para maíz dulce y pepino luego de la aplicación de glifosato.
- Determinar la eficacia del control de malezas luego de la aplicación de glifosato en maíz dulce y pepino.
- Aumentar los beneficios percibidos en cada cultivo; disminuyendo los costos del control de malezas.
- Obtener un producto de mayor calidad, basándonos en el principio de mejor aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas ya libres de malezas.
- Evaluar la fitotoxicidad del glifosato sobre la producción y el desarrollo del maíz dulce y del pepino.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 GENERALIDADES DE LAS MALEZAS**

No se puede definir maleza de una manera totalmente científica, debido a que esta percepción está dada por las circunstancias de crecimiento (Pitty, 1997). Una maleza es una planta indeseable que crece en lugares en donde se torna competitiva con el cultivo, es decir que crece en donde no se quiere (Cave *et al.*, 1997).

Las malezas tienen características que en cierta forma marcan diferencia con los otros tipos de plantas. Según Cave *et al.* (1997) las malezas deben tener una alta producción de semillas con latencia y deben establecerse rápidamente gracias a su alta capacidad de diseminación y reproducción vegetativa.

En la realidad no existen malezas, tan solo existen plantas, pero calificadas por el hombre dependiendo del lugar en donde crecen. La única característica fisiológica que en realidad marca la diferencia entre las malezas y los cultivos es la latencia (Pitty, 1997), esta característica permite a la semilla permanecer viable y sin germinar por largos periodos de tiempo.

Las malezas no solamente son un problema por la competencia de nutrientes, suelo, agua y luz. También sirven de hospederos a plagas, en algunos casos tienen exudados radicales o foliares que resultan tóxicos para los cultivos, obstaculizan labores de cosecha aumentando los costos de estas operaciones y contaminan la producción (Labrada, 1996). En conclusión la presencia de malezas reduce la eficiencia de los riegos y la fertilización, incrementa la incidencia de plagas y al final los rendimientos y la calidad son afectados negativamente.

El costo de manejo es el que más repercute en los agricultores de la zona tropical americana, el agricultor puede estar seguro que si el año anterior tuvo malezas en su cultivo este año también va a tener problemas.

### **2.2 MANEJO DE LAS MALEZAS**

Si comparamos una explotación hortícola contra una explotación de cultivos extensivos en precio del producto obtenido y periodo de recuperación del capital invertido, notamos que la primera es más ventajosa. Esto permite que en una explotación hortícola se destine una mayor cantidad de dinero en el control de malezas (Gómez, 1993).

El manejo malezas se basa en las tácticas adecuadas que engloban estrategias de prevención, convivencia, erradicación y supresión de malezas (Pitty, 1997). Las tácticas más importante incluyen el control manual, cultural, mecánico, legal y biológico (Gómez, 1993).

El control mecánico va directamente dirigido a manejar las malezas sin manipular directamente el cultivo. Dentro de este control los implementos manuales de mayor uso en los trópicos y subtropicos son el azadón y el machete, llegando en algunos casos a ser las únicas herramientas que el agricultor utiliza (Pitty, 1997).

En malezas perennes hay que hacer un uso mayor de mano de obra con azadón para el control de las mismas, a diferencia de las malezas anuales las cuales son controladas con el azadón de una manera más eficiente, esta diferencia va a marcar la rentabilidad de los cultivos en donde se establezca el control (Pitty, 1997).

Es importante recalcar que no debemos hacer uso indiscriminado de químicos para el control de las malezas. Según Pitty (1997) el uso continuo de herbicidas puede causar resistencia en las malezas, contaminación e intoxicaciones al humano y demás organismos vivos.

Es necesario buscar un herbicida que trabaje de una manera que no afecte ni al ambiente, ni a nuestros cultivos. Como alternativa se puede pensar en el glifosato, el cual por tener una rápida inactivación en el suelo permite sembrar cultivos inmediatamente después de la aplicación (Monsanto, s.f.).

La forma de aplicación de un herbicida está dada por las propiedades físicas y químicas del mismo, estas propiedades dictan la solubilidad del herbicida al momento de la mezcla y la absorción que tendrá el mismo sobre las malezas (McWhorter, 1987).

Por la forma en que el glifosato actúa es necesario que las malezas se encuentren presentes al momento de la aplicación, en algunos casos se recomienda regar el campo días antes de manera que se tenga un mayor control (Labrada, 1996). Las malezas anuales son controladas de manera eficiente siempre y cuando tengan suficiente área foliar, en el caso de las malezas perennes es mejor una aplicación tardía de glifosato para el control de las estructuras vegetativas y de reproducción (Monsanto, s.f.).

### **2.3 GLIFOSATO**

Glifosato es un herbicida desarrollado por Monsanto, es conocido comercialmente como Roundup®, Rival®, Rodeo® ó Jury®; es no selectivo y dirigido para controlar malezas anuales y perennes (Ashton, 1981).

Según Monsanto (s.f.) “El ingrediente activo es la sal isopropilamina de glifosato N-(fosfometil) glicina, este ingrediente se fija rápida y fuertemente a las partículas coloidales, orgánicas (humus) e inorgánicas (arcillas) del suelo y es totalmente biodegradado por los microorganismos y convertido en productos naturales; debido a esto permanece inactivo y no es tomado por las plantas ni lixiviado en el perfil del suelo, incluso en dosis más altas de las recomendadas”.

Es un herbicida no residual, soluble en agua y diseñado para el control post emergente de la mayoría de malezas gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha, tanto anual como perenne (Monsanto, s.f.).

Glifosato pertenece al grupo químico de inhibidores de la síntesis de aminoácidos; su mecanismo de acción se basa en que la enzima 5-enolpiruvil shiquimato-3-fosfato (EPSP) sintasa, es inhibida por el glifosato, esta enzima ya no puede reaccionar con el shikimato 3 fosfato y fosfoenolpiruvato impidiendo la síntesis del ácido shiquímico (Monsanto, s.f.). El ácido shiquímico es precursor para la formación de tres aminoácidos esenciales que son fenilalanina, tirosina y triptofano.

Según Monsanto (s.f.) glifosato se lo utiliza antes de la siembra directa o el trasplante de hortalizas, es un producto sistémico que penetra a través de la cutícula de las hojas y traspasa las paredes y membranas celulares, para ponerse en circulación por el floema junto con los productos de la fotosíntesis. Según Ashton (1981) glifosato en realidad no tiene un efecto directo sobre la respiración, fotosíntesis, síntesis de ADN, síntesis de ARN o síntesis de proteína, pese a que algunos de estos efectos han sido reportados.

Glifosato es vulnerable al lavado por lluvia debido a que por su acción sistémica penetra lentamente en las malezas. Para asegurar un efecto óptimo se recomienda que no llueva por lo menos seis horas luego de la aplicación, esto depende de la dosis que se utiliza, si esta es menor entonces el número de horas sin lluvia se va a incrementar (Monsanto, s.f.).

Bajo condiciones de alta humedad, las plántulas colocadas en el trasplante son dañadas a veces por el contacto con el follaje de malezas tratadas (Labrada, 1996).

La agencia de protección del medio ambiente (EPA) de los Estados Unidos ha establecido la tolerancia del glifosato para más de 140 cultivos anuales y perennes. Para las hortalizas lo permitido es 0.2 ppm (Monsanto, s.f.).

## **2.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO**

### **2.4.1 Cultivo del maíz dulce**

Es una planta monoica, anual, monocotiledónea, herbácea, que se diferencia de los maíces corrientes por su contenido de azúcar, cualidad que se debe a un solo gen. Su raíz es adventicia y en conjunto con los pelos absorbentes cubren los primeros 30 centímetros del suelo. Posee hojas alternas pubescentes y que envuelven los entrenudos, pero varían dependiendo el cultivar (Montes, 1996).

Sus flores son unisexuales, la parte masculina la constituye la panoja y la parte femenina la constituye la mazorca. Los frutos lo constituyen los granos de la mazorca, que son arrugados y en algunos casos son transparentes o translúcidos (Montes, 1996).

Se cultiva a una altura de hasta 4,000 msnm, en su mayoría los cultivares germinan bien a 30°C, se tiene un crecimiento óptimo a temperaturas entre 20 y 25°C, temperaturas superiores a los 35°C pueden afectar la fertilización y germinación del grano de polen. Prefiere suelos francos bien drenados, con buen contenido de materia orgánica y un pH entre 5.6 y 6.8 (Montes, 1993).

La limpieza entre plantas generalmente se realiza con azadón, labor que sirve para controlar malezas y para dar soltura al terreno para mejorar la aireación del cultivo (Montes, 1996).

#### **2.4.2 Cultivo del pepino**

El pepino es una planta herbácea, anual, monoica, ginoica y trioica. Tiene un crecimiento postrado, con una rama o eje principal que da origen a varias ramas laterales. Sus tallos son angulares, cubierto de vellosidades. Hojas redondeadas y lobadas. Su raíz pivotante puede alcanzar un poco más de un metro de profundidad (Montes, 1996).

Tiene tres tipos de flores, masculinas, femeninas y hermafroditas o perfectas, la floración en un inicio es con flores masculinas y luego aparecen las flores femeninas que normalmente nacen individuales de la axila de las hojas. En algunos casos aparecen las hermafroditas (Montes, 1996).

El fruto se lo ha clasificado como una baya alargada, irregularmente cilíndrica. Los frutos adultos conservan una superficie cilíndrica y lisa. Los lóculos se encuentran completamente llenos de semillas. Entre el anillo interno y las paredes externas de los lóculos existe una zona blanquecina llamada pulpa, que es la parte comestible del fruto (Montes, 1996).

El pepino es una planta de clima cálido El período seco el más favorable para el cultivo, pero en la Escuela Agrícola Panamericana se puede sembrar durante todo el año. Se desarrolla bien a temperaturas entre 15 y 25°C y la semilla germina normalmente de 15 a 30°C (Montes, 1993).

Cultivares precoces requieren suelos sueltos, franco arenosos, mientras que para cosechas tardías se recomienda suelos francos o franco limosos. Pero normalmente se adapta a cualquier tipo de suelo, en el cual el pH se mantenga entre 6.8 y 7.5 (Montes, 1993).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 UBICACION**

El experimento se realizó en el lote 13 de los terrenos de zona II, pertenecientes a la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el Valle del río Yeguaré, a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, latitud 14° norte y 87° longitud oeste. La Escuela Agrícola Panamericana se encuentra a una altura de 800 msnm, temperatura media anual de 24°C y precipitación media anual de 1,100 mm.

#### **3.2 EVALUACION DE GLIFOSATO**

Se seleccionó un terreno que tuviera una infestación alta de malezas, entre las principales se tuvo *Portulaca oleracea* y *Cyperus rotundus*. El 10 de septiembre de 1999, un día antes de iniciar el experimento se contó la población de *C. rotundus* y *P. oleracea*, teniendo poblaciones de 163 y 150 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente. En la misma fecha se midió la altura del *C. rotundus*, que en promedio fue de 6 cm. Todo esto se realizó a fin de tener una idea de las condiciones del terreno antes del experimento.

Las aplicaciones de glifosato se realizaron con una bomba de acero inoxidable que trabaja a presión constante a base de CO<sub>2</sub> y con capacidad de 12 L, este tipo de equipo permite que exista una aplicación bien distribuida a lo largo de todo el aguilón. Se usaron cuatro boquillas Teejet 8003VS, trabajando a una presión de 40 psi, a 50 cm de altura del aguilón al piso. Se calibró el equipo a razón de 250 L/ha de agua. Se usó la dosis de 6 L/ha de producto comercial recomendada como la más alta, para control de malezas difíciles como *C. rotundus* (Monsanto, s.f.). Esta dosis fue de 2.35 kg de ia/ha para cada uno de los tratamientos en los que se aplicó el herbicida. Finalmente se procedió a hacer la aplicación tres, seis y nueve días antes del transplante de los dos cultivos.

#### **3.3 MANEJO DE LOS CULTIVOS**

##### **3.3.1 Manejo del maíz dulce**

Se sembró el maíz dulce el 10 de septiembre en el invernadero perteneciente a la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana usándose la variedad “Challenger” (Asgrow).

Se transplantó el 20 de septiembre de 1999 en un sistema de doble hilera por cama, 1.80 m entre surco y 25 cm entre planta, la población inicial fue de 44,445 plantas por hectárea. El 9 de octubre de 1999 se aplicaron 80 lb/ha de urea.

El riego se programó según las necesidades del cultivo; tomando en cuenta que nos encontrábamos en la época de lluvia en promedio se regaba una hora cada cuatro días. El deshije se hizo el 20 de octubre de 1999, labor destinada para mejorar la calidad del fruto, gracias a que los nutrimentos del suelo transformados en energía en la planta son destinados en su mayoría al fruto y no al follaje.

Entre las plagas insectiles que atacaron al maíz dulce se encontraron: Crisomélidos, controlado con profenofos (Curacrón); cogollero (*Spodoptera frugiperda*), controlado con thiodicarb (Larvín), clorpirifos etil (Lorsban) y foxim (Volatón granulado); helioverpa (*Helicoverpa* sp.), controlado con methomyl (Lannate), *Bacillus thuringiensis* (Dipel) y esfenvalerato (Halmark).

La cosecha se realizó el 11 de noviembre de 1999. Debido a la uniformidad de los frutos, se realizó una sola cosecha, los datos de rendimiento se recolectaron en la planta de cosecha de la Escuela Agrícola Panamericana.

### **3.3.2 Manejo del pepino**

El pepino fue sembrado el 4 de septiembre de 1,999 en el mismo invernadero y se usó la variedad "Poinsett" (Peto seed). Se transplantó el 20 de septiembre de 1999 en un sistema de dos hileras simples y una doble por cada cama. El distanciamiento entre surco fue de 1.80 m y el distanciamiento entre planta fue de 25 cm, la población inicial fue de 29,630 plantas por hectárea. El 9 de octubre de 1999 se aplicó 80 lb/ha de urea. El riego también se programó según las necesidades del cultivo, en promedio se regaba una hora cada cuatro días.

Se estaquilló el 3 de octubre de 1999 a un distanciamiento de 2 m entre estacas, se pusieron postes al inicio y al final de cada hilera. Se lanzaron cuatro líneas de tutoreo por cada cama, el 7 de octubre de 1999 las dos primeras y el 16 de octubre de 1999 las dos últimas.

Entre las plagas insectiles que atacaron al cultivo de pepino se encontraron: Cortador (*Agrotis* sp.), controlado con foxim (Volatón granulado); crisomélidos controlado con clorpirifos etil (Lorsban), profenofos (Curacrón); áfidos (*Aphis* sp.), controlado con oxamyl (Vydate), bifentrin (Talstar) y endosulfan (Thiodan); diaphania (*Diaphania* sp.), controlado con methomyl (Lannate) y bifentrin (Talstar); spodoptera (*Spodoptera frugiperda*) controlado con methomyl (Lannate) y oxamyl (Vydate).

En cuanto a enfermedades, se tuvo la presencia de anillos concéntricos similares a tizón temprano (*Alternaria solani*) para lo cual se aplicó Metalaxyl + Mancozeb (Ridomil mz) y también oxiclورو de cobre (Cobre).

La cosecha se realizó desde el 1 de noviembre de 1999 hasta el 27 de noviembre de 1999 se cosechó los lunes, miércoles y sábados, 12 cosechas en total. Los datos se recolectaron en la planta de cosecha de la Escuela Agrícola Panamericana.

## **3.4 TOMA DE DATOS**

### **3.4.1 Toma de datos de malezas**

Para tener una idea clara de las condiciones de campo infestado de malezas antes del experimento se decidió tomar medidas de densidad poblacional, clasificarla por especies (*C. rotundus* y *P. oleracea*) y además medir la altura inicial del *C. rotundus*, la cual se midió desde la base del tallo hasta el extremo más alto de la hoja más desarrollada. Cada una de estas muestras se tomaron en áreas de 0.25 m<sup>2</sup>, una en cada hilera y distanciadas 1.25 m desde el centro de la misma. Esta operación se realizó un día antes de cada aplicación de glifosato para los tratamientos con control químico y un día antes del transplante en el control manual (testigo).

Para evaluar y comparar los controles químicos y el manual sobre la presión de malezas existentes en el terreno, se midió el número total de plantas y se las clasificó por especie (*C. rotundus* y *P. oleracea*). Esta operación se realizó dentro de la parcela experimental en donde se tomaban dos muestras en áreas de 0.25 m<sup>2</sup>, una en cada hilera y distanciadas 1.25 m desde el centro de la hilera. Este procedimiento se hizo un día antes del deshierbe con azadón, dictada por las necesidades del cultivo y a criterio del investigador, el cual engloba en cierta parte la experiencia del mismo en el manejo de malezas en cultivos hortícolas, la disponibilidad de mano de obra y por último las condiciones del suelo al momento de decidir hacer las intervenciones; la experiencia del investigador es un parámetro representativo y práctico<sup>1</sup>.

### **3.4.2 Toma de datos en el maíz dulce**

A fin de medir la fitotoxicidad que el glifosato puede causar sobre el cultivo, se midió la población al transplante, a los 18 días y 38 días. En estos últimos dos datos recolectados, se midió la altura, tomada desde la base de la planta hasta el nudo ya formado de la hoja verdadera más joven.

Para los datos de rendimiento se contó el número de frutos totales, comerciales y no comerciales, además se pesaron los rendimientos totales, comerciales y no comerciales. Un fruto de maíz dulce sin pelar es catalogado como comercial cuando tiene un tamaño de 25 cm de largo y 2.5 cm de ancho tomado en la base, además no debe presentar daño en el fruto causado especialmente por *Helicoverpa zea* (Gusano elotero).

### **3.4.3 Toma de datos en el pepino**

Para medir la fitotoxicidad del glifosato sobre un cultivo altamente susceptible como el pepino, se decidió medir la población al transplante, a los 18 y 38 días. De igual forma en estas dos últimas tomas de datos, se midió la altura del cultivo, tomada desde la base de la planta el brote de crecimiento más alto.

Para los datos de rendimiento se contó el número de frutos totales, comerciales y no comerciales, además se pesaron los rendimientos totales, comerciales y no comerciales. Un fruto de pepino es catalogado como comercial cuando tiene un tamaño entre 15 y 20 cm, 5 cm

---

<sup>1</sup> Cardona, F. 1999. Criterios para intervenciones con azadón para control de malezas. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

de ancho medido en la parte media del fruto, además debe tener una superficie lisa y un color verde uniforme.

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **3.5.1 Diseño experimental para maíz dulce**

Se usó un diseño experimental de Bloques completamente al azar (BCA) que es el recomendado para este tipo de experimentos (Geigy, 1981).

El área del experimento tenía cuatro repeticiones distanciadas un metro; en cada repetición habían cuatro tratamientos, tres de los cuales tenían aplicado glifosato tres, seis y nueve días antes del transplante y una sin aplicación, que cumplía la función de testigo. Cada tratamiento incluido dentro de cada repetición constituye una unidad experimental, la cual contiene la parcela experimental comprendida en este caso por la cama central (doble hilera) y distanciada un metro en cada borde, es de aquí de donde se extrajeron los datos (Anexo 1).

El área del experimento medía 14.4 m de ancho y 35 m de largo (504 m<sup>2</sup>), cada repetición medía 14.4 m de ancho y 8 m de largo (115.2 m<sup>2</sup>), cada unidad experimental medía 5.4 m de ancho y 8 m de largo (43.2 m<sup>2</sup>) y cada parcela experimental medía 1.8 m de ancho y 8 m de largo (14.4 m<sup>2</sup>) (Anexo 1).

#### **3.5.2 Diseño experimental para el pepino**

Se usó el mismo diseño experimental (BCA). Cada área del experimento tenía cuatro repeticiones también distanciadas un metro; en cada repetición habían cuatro tratamientos, tres de los cuales tenían aplicado glifosato tres, seis y nueve días antes del transplante y una sin aplicación, que cumple con la misma función mencionada anteriormente. Cada tratamiento incluido dentro de cada repetición constituye una unidad experimental, la cual contiene la parcela experimental de donde se extrajeron los datos, esta parcela está compuesta por las dos hileras centrales y distanciada un metro en cada borde (Anexo 2).

La parcela medía 21.6 m de ancho y 35 m de largo (756 m<sup>2</sup>), cada repetición medía 21.6 m de ancho y 8 m de largo (172.8 m<sup>2</sup>), cada unidad experimental medía 3.6 m de ancho y 8 m de largo (28.8 m<sup>2</sup>) y cada parcela experimental medía 1.8 m de ancho y 8 m de largo (14.4 m<sup>2</sup>) (Anexo 2).

### **3.6 ANALISIS ESTADISTICO**

Los datos se analizaron en el programa “Statistical Analysis System” (SAS), para los dos cultivos. Se usó un análisis de residuales de homogeneidad de varianzas y de normalidad. El criterio de rechazo utilizado fue de  $\alpha=0.05$ . Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), aquí se observó si existían diferencias significativas entre los tratamientos, para finalizar se hizo una prueba Tukey para el análisis de comparación de medias.

### **3.7 ANALISIS ECONOMICO**

La evaluación económica se realizó con un presupuesto parcial, utilizando la metodología del CIMMYT (1988). El costo variable que se utilizó era el de mano de obra, para establecer la comparación correspondiente con respecto al testigo. Los ingresos fueron calculados con precios altos, medio y bajo tomados de la base de datos de los años 1999 y 2000 de la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana.

Para los dos cultivos se tomaron como costos fijos todas las labores que se aplicaron de forma equitativa a todos los tratamientos y como costos variables las labores independientes de aplicación del glifosato (mano de obra y costo del glifosato) y de deshierbas adicionales según las necesidades del cultivo (mano de obra) para cada tratamiento.

Se realizó un análisis de dominancia entre todos los tratamientos y se finalizó con un análisis marginal para establecer el tratamiento que nos brindará mejores beneficios. (CIMMYT, 1988).

Para la amortización de algunos insumos se tomó el periodo de vida útil del mismo y se dividió para el total de veces que los cultivos pueden estar en el campo durante un año calendario, en el caso del pepino se dividió para cinco y en el caso del maíz dulce para siete.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO

#### 4.1.1 Efectividad del glifosato sobre el control de malezas en maíz dulce

La población final de *C. rotundus*, a los 28 días después del transplante, no presentó diferencia significativa para ninguno de los tratamientos ( $P=0.5523$ ). La diferencia estadística no es notable, debido a que el coeficiente de variación es bastante elevado (56.9%), esto indica que los valores poblacionales se desvían en un casi un 57% del promedio de toda la población de *C. rotundus* (Cuadro 1). Se decidió tomar estos datos 28 días después del transplante ya que el glifosato actúa entre 15 y 30 días después de la aplicación causando necrosis o muerte total de la parte aérea y subterránea de las malezas (Monsanto, s.f.); para esta fecha ya habían pasado 31, 34 y 37 días de la aplicación en los tratamientos con glifosato, por lo tanto se tuvo mayor seguridad de que todas las malezas habían sido expuestas y afectadas.

Se encontró diferencia significativa ( $P=0.0097$ ) en la disminución de la población de *C. rotundus*, el tratamiento que se aplicó nueve días antes del transplante fue el que peor control tuvo (34%) (Cuadro 1). Esto es porque a los a los nueve días antes del transplante ha germinado menos *C. rotundus* y el herbicida solo controla lo que ha nacido (Monsanto, s.f.), mientras que a los tres días antes del transplante ha germinado más *C. rotundus*.

**Cuadro 1.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Cyperus rotundus* en maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Población (plantas/m <sup>2</sup> )		Disminución de la población %
	Inicial	28 ddt <sup>2</sup>	
3 dat <sup>1</sup>	163	45 a <sup>3</sup>	72 a
6 dat	137	47 a	66 a
9 dat	113	75 a	34 b
Control manual	191	55 a	71 a

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del transplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P<0.05$ ).

Población a los 28 ddt ( $cv=56.9\%$ ,  $s=31.6$ )

Disminución de la población ( $cv=23.4\%$ ,  $s= 14.2$ )

Se estableció una comparación entre los deshierbes con azadón luego de la aplicación de glifosato, contra el control manual. El control manual requiere deshierbes más frecuentes (13 días), mientras que el tratamiento en que se aplicó glifosato tres días antes del trasplante puede llegar a durar mucho tiempo sin necesidad de deshierbes (38 días). El número de deshierbes por ciclo es menor en los tratamientos en donde se aplicó el glifosato tres y seis días antes del trasplante (Cuadro 2). Esto se debe a la diferencia en los controles y a las condiciones de alta humedad en que se encuentra el suelo en la época de lluvias. El glifosato elimina por completo a las estructuras de las malezas existentes en ese momento, mientras que el control manual requiere de mayor número de deshierbes para controlar las malezas (Cuadros 1 y 2).

**Cuadro 2.** Altura inicial del *Cyperus rotundus* y efecto del uso de glifosato sobre el número de días a primera deherba y el número de deshierbes en maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Altura inicial		Número de deshierbes en el ciclo
	(cm)	Primera desherba dda <sup>2</sup> (días)	
3 dat <sup>1</sup>	6	38	4
6 dat	2	35	4
9 dat	1	22	5
Control manual	10	13	6

<sup>1</sup> dat (días antes del trasplante).

<sup>2</sup> dda (después de aplicado el glifosato).

En el control de *P. oleracea*, no se encontró diferencia significativa (P=0.7440). La disminución de la población inicial contra la final no presentó diferencia significativa (P=0.8605), este valor fue el mismo en todos los tratamientos (95%) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Portulaca oleracea* en maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Población (plantas/m <sup>2</sup> )		Disminución de la población %
	Inicial	28 ddt <sup>2</sup>	
3 dat <sup>1</sup>	150	8 a <sup>3</sup>	95 a
6 dat	132	7 a	95 a
9 dat	113	6 a	95 a
Control manual	164	8 a	95 a

<sup>1</sup> dat (días antes del trasplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del trasplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Población a los 28 ddt (cv=43.9%, s=3.2)

Disminución de la población (cv=2.0%, s= 1.9)

#### 4.1.2 Efectividad del glifosato sobre el control de malezas en pepino

La población final de *C. rotundus* a los 28 días después del trasplante, no presentó diferencia significativa (P=0.0585); tampoco existe diferencia significativa en la diferencia porcentual de la población de *C. rotundus* (P=0.1053).

Esta diferencia estadística no es notoria, debido a que el coeficiente de variación es alto, en el control de *C. rotundus* (66.2%), y en la disminución porcentual del mismo (41.5%). Este coeficiente, nos indica el valor porcentual de la diferencia, que la mayoría de los valores tienen con respecto al promedio, de la población a los 28 días después del trasplante, y el promedio de la disminución porcentual (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Cyperus rotundus* en pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Población (plantas/m <sup>2</sup> )		Disminución de la población %
	Inicial	28 ddt <sup>2</sup>	
3 dat <sup>1</sup>	117	30 a <sup>3</sup>	74 a
6 dat	107	35 a	67 a
9 dat	67	41 a	40 a
Control manual	186	95 a	49 a

<sup>1</sup> dat (días antes del trasplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del trasplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Población a los 28 ddt (cv=66.2%, s=33.3)

Disminución de la población (cv=41.5%, s=23.9)

El control manual requiere deshierbes más seguidos que cuando se aplica glifosato. El glifosato aplicado tres y seis días antes del trasplante, por ser más eficiente, requiere menos deshierbes, lo cual va a afectar a los costos por deshierbe. Aplicando glifosato nueve días antes del trasplante no hay diferencia en el número de deshierbes, pero sí en el rendimiento, indicando que el cultivo se encontró libre de malezas en sus estadíos tempranos y esto le permitió desarrollarse de mejor manera (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Altura inicial del *Cyperus rotundus* y efecto del uso de glifosato sobre el número de días a primera dehierba y el número de dehierbes en pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Altura inicial (cm)	Primera dehierba dda <sup>2</sup> (días)	Número de dehierbes en el ciclo
3 dat <sup>1</sup>	7	38	4
6 dat	5	35	4
9 dat	2	22	5
Control manual	10	13	6

<sup>1</sup> dat (días antes del trasplante).

<sup>2</sup> dda (después de aplicado el glifosato).

No se encontró diferencia significativa en el control de *P. oleracea* ( $P=0.0989$ ), la población expresada en porcentaje si sufre modificaciones, pero tampoco es significativa ( $P=0.2113$ ), teniéndose valores de 94, 88, 93 y 93 para los tratamientos con aplicación de glifosato 3, 6 y 9 días antes del trasplante y par el control manual respectivamente(Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones de *Portulaca oleracea*, en pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Población (plantas/m <sup>2</sup> )		Disminución de la población
	Inicial	28 ddt <sup>2</sup>	%
3 dat <sup>1</sup>	165	12 a <sup>3</sup>	93 a
6 dat	154	18 a	88 a
9 dat	142	9 a	94 a
Control manual	170	12 a	93 a

<sup>1</sup> dat (días antes del trasplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del trasplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P<0.05$ ).

Población a los 28 ddt ( $cv=37.6\%$ ,  $s=5.3$ )

Disminución de la población ( $cv=4.3\%$ ,  $s=4.0$ )

La efectividad del glifosato para el control de *P. oleracea* es superior al del *C. rotundus*, esto se debe a que la *P. oleracea* carece de estructuras reproductivas subterráneas (tubérculos y rizomas) como las que tiene el *C. rotundus*, lo cual le dan un mayor índice de sobrevivencia a la fuerte dosis que se aplicó (6 L/ha).

## 4.2 EVALUACION DE FITOTOXICIDAD DEL GLIFOSATO SOBRE LOS CULTIVOS

### 4.2.1 Efecto de fitotoxicidad del glifosato sobre el maíz dulce

Visualmente no se encontraron síntomas de fitotoxicidad en ninguna planta. En estudios anteriores en los que se aplicó glifosato como alternativa de control de malezas en lechuga, se encontró fitotoxicidad, entendiéndose que el glifosato pudo permanecer en las malezas hasta el momento del trasplante, como las plantas se encontraban en contacto directo con las malezas, tenían un contacto directo con el glifosato y eran afectadas (Portillo, 1999).

El experimento se realizó en la época de lluvia, no llovió durante las aplicaciones y se cumplió con el tiempo libre de lluvia luego de la aplicación, recomendado por la casa comercial. Sin embargo, las lluvias en los días siguientes pudieron eliminar el glifosato que se encontraba en las hojas y que no había sido absorbido por la planta, llegando este herbicida al suelo y desactivarse por la rápida y fuerte fijación del glifosato a las arcillas del suelo (Monsanto, s.f.). Esta rápida inactivación nos permite sembrar o en este caso transplantar incluso hasta tres días luego de una aplicación; esto se pudo comprobar ya que la población de plantas a los 18 días después del trasplante no presentó diferencia significativa para ningún tratamiento ( $P=0.2407$ ); de igual manera sucedió en la población de plantas a los 38 días, las diferencias no fueron significativas ( $P=0.1577$ ).

En el cultivo se buscó un efecto de fitotoxicidad reflejado en la altura de las plantas, sin embargo a los 18 días luego del transplante no se encontró diferencia significativa en ninguno de los tratamientos para el maíz dulce (P=0.2519). A los 38 días sucedió lo mismo (P=0.4036) (Cuadro 7).

El tamaño del cultivo no fue afectado por el uso de glifosato, la diferencia se debe a la menor competencia por nutrientes entre malezas y cultivo en los tratamientos aplicados seis y nueve días antes del transplante. En el control manual se nota que la competencia es muy superior comparado con los otros tratamientos debido a que las malezas pasaron más tiempo compartiendo la misma área con el cultivo (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones y altura del maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Altura del maíz dulce (cm)		Número de planta/ha	
	18 ddt <sup>2</sup>	28 ddt	18 ddt	28 ddt
3 dat <sup>1</sup>	15 a <sup>3</sup>	84 a	22,917 a	21,528 a
6 dat	13 a	63 a	27,083 a	26,389 a
9 dat	13 a	58 a	25,000 a	24,306 a
Control manual	12 a	54 a	22,917 a	22,222 a

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del transplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Altura del maíz dulce a los 18 ddt (cv=14.2%, s=1.9)

Altura del maíz dulce a los 28 ddt (cv=17.6%, s=11.4)

Número de plantas/ha a los 18 ddt (cv=12.8%, s=3,138)

Número de plantas/ha a los 28 ddt (cv=12.9%, s=3,036)

#### 4.2.2 Efecto de fitotoxicidad del glifosato sobre el pepino

La población de plantas de pepino a los 18 días después del transplante no presentó diferencia significativa para ningún tratamiento (P=0.3702), tampoco hubo diferencia a los 38 días después del transplante (P=0.3219). Pese a que el pepino es muy susceptible a herbicidas se pudo comprobar la inactivación del glifosato al contacto con el suelo (Monsanto, s.f.).

No se encontró diferencia significativa en la fitotoxicidad reflejada en la altura, ni a los 18 días (P=0.2539), ni a los 38 días después del transplante (P=0.7217) (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Efecto del uso de glifosato en las poblaciones y altura del pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Altura del pepino (cm)		Número de plantas/ha	
	18 ddt <sup>2</sup>	28 ddt	18 ddt	28 ddt
3 dat <sup>1</sup>	15 a <sup>3</sup>	114 a	15,277 a	13,889 a
6 dat	13 a	110 a	19,444 a	19,444 a
9 dat	14 a	109 a	18,750 a	18,055 a
Control manual	13 a	104 a	18,056 a	17,361 a

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

<sup>2</sup> ddt (días después del transplante).

<sup>3</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ).

Altura del pepino a los 18 ddt (cv=9.2%, s=1.2)

Altura del pepino a los 28 ddt (cv=11.7%, s=12.7)

Número de plantas/ha a los 18 ddt (cv=22.5%, s=4,031)

Número de plantas/ha a los 28 ddt (cv=22.4%, s=3,850)

## 4.3 EVALUACION DE GLIFOSATO SOBRE EL RENDIMIENTO

### 4.3.1 Evaluación de glifosato sobre el rendimiento en el maíz dulce

Los rendimientos de maíz dulce no presentaron diferencia significativa para ningún tratamiento en: peso total ( $P=0.5407$ ), peso comercial ( $P=0.7940$ ), peso no comercial ( $P=0.3123$ ), número de frutos totales ( $P=0.0963$ ), número de frutos comerciales ( $P=0.1648$ ) ni número de frutos no comerciales ( $P=0.3999$ ).

El rendimiento no es afectado estadísticamente por el tipo de control que tengamos, ya sea químico o mecánico. Sin embargo, la diferencia es notoria, obteniéndose rendimientos más altos en los tratamientos aplicados con glifosato. Esta diferencia no se refleja estadísticamente debido a que el coeficiente de variación es algo elevado (20.5%). El mayor rendimiento es para el tratamiento aplicado nueve días antes del transplante. (Cuadro 9).

### 4.3.2 Evaluación de glifosato sobre el rendimiento en el pepino

Para el pepino sucedió algo similar, ya que tampoco se encontró diferencia significativa en las medidas agronómicas que se hicieron. El peso total ( $P=0.7492$ ), peso comercial ( $P=0.5932$ ), peso no comercial ( $P=0.5932$ ), número de frutos totales ( $P=0.7402$ ), número de frutos comerciales ( $P=0.6508$ ) y número de frutos no comerciales ( $P=0.2032$ ).

El coeficiente de variación en cuanto a rendimientos totales es de 27.4%, lo suficientemente alto para no permitir observar estadísticamente las diferencias de rendimientos. Los mayores rendimientos son para los tratamientos aplicados con glifosato, dentro de estos el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento aplicado seis días antes del transplante (Cuadro 10).

**Cuadro 9.** Efecto del uso de glifosato en el rendimiento en libras y número de frutos para el cultivo de maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Rendimiento (lb/ha)			Número de frutos		
	Comercial	No comercial	Total	Comercial	No comercial	Total
3 dat <sup>1</sup>	4,745 a <sup>2</sup>	2,315 a	7,060 a	13,426 a	4,398 a	17,824 a
6 dat	4,861 a	3,820 a	8,681 a	13,658 a	8,796 a	22,454 a
9 dat	6,019 a	3,009 a	9,028 a	18,982 a	6,944 a	25,926 a
Control manual	4,861 a	3,357 a	8,218 a	13,657 a	8,565 a	22,222 a

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

<sup>2</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Rendimiento: comercial (cv=59.8%, s=3,063); no comercial (cv=17.2%, s=537); total (cv=15.1%, s=1,243)

Número de frutos: comercial (cv=21.1%, s=3,150); no comercial (cv=46.4%, s=3,329); total (cv=15.1%, s=3,338)

**Cuadro 10.** Efecto del uso de glifosato en el rendimiento en libras y número de frutos para el cultivo de pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Rendimiento (lb/ha)			Número de frutos		
	Comercial	No comercial	Total	Comercial	No comercial	Total
3 dat <sup>1</sup>	33,449 a <sup>2</sup>	9,664 a	43,113 a	55,208 a	17,709 a	72,917 a
6 dat	34,490 a	11,690 a	46,180 a	57,060 a	23,496 a	80,556 a
9 dat	26,504 a	13,658 a	40,162 a	46,991 a	26,504 a	73,495 a
Control manual	29,108 a	8,623 a	37,731 a	45,833 a	19,213 a	65,046 a

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

<sup>2</sup> Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Rendimiento: comercial (cv=29.8%, s=9,204); no comercial (cv=29.8%, s=3,251); total (cv=27.4%, s=11,452)

Número de frutos: comercial (cv=29.6%, s=15,177); no comercial (cv=27.7%, s=6,019); total (cv=26.7%, s=19,94)

#### 4.4 ANALISIS ECONOMICO DE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE MALEZAS CON GLIFOSATO

Los dos cultivos presentaron pérdida debido a que al momento del transplante las plantas estaban muy grandes y esto afectó al maíz (se quedó enano) y al pepino (quemadura de tallo), esto afectó la densidad poblacional que en el caso del maíz dulce se redujo casi un 50% y en el caso del pepino casi un 40%, por ende los rendimientos por área fueron bajos (Cuadros 7 y 8). Esta producción no difiere mucho de la que normalmente obtenida en esta época del año<sup>1</sup>, por lo que se debería poner más cuidado en densidades poblacionales para maíz dulce y pepino en esta época del año.

##### 4.4.1 Análisis económico para maíz dulce

Se usaron tres diferentes precios por libra (alto, medio y bajo) obtenidos de los registros de la planta de cosecha perteneciente a la unidad de producción hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana

Cuando el maíz dulce se vende a precio bajo (Lps 3.50 la libra), medio (Lps 6.99 la libra) y alto (Lps 10.00 la libra) se tiene los mejores beneficios cuando se aplica glifosato seis y nueve días antes del transplante (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Presupuesto parcial de control de malezas en maíz dulce con aplicaciones de glifosato, El Zamorano, Honduras, 2000.

Concepto	Deshierbe manual	3 dat <sup>1</sup>	6 dat	9 dat
Rendimiento medio (lb/ha)	8,218	7,060	8,681	9,028
Rendimiento ajustado <sup>†</sup> (lb/ha)	6,985	6,001	7,379	7,674
Beneficios brutos de campo (Lps <sup>2</sup> /ha)				
Precio alto (Lps. 10.00)	69,850	60,010	73,789	76,738
Precio medio (Lps. 6.99)	48,825	41,947	51,578	53,640
Precio bajo (Lps. 3.50)	24,448	21,004	25,826	26,858
Costo del herbicida (Lps/ha)	0	1,080	1,080	1,080
Costo de mano de obra para aplicar herbicida (Lps/ha)	0	96	96	96
Costo de mano de obra para deshierbe (Lps/ha)	3,151	0	0	1,530
Total de costos que varían (Lps/ha)	3,151	1,176	1,176	2,706
Beneficios netos (Lps/ha)				
Precio alto (Lps. 10.00)	66,699	58,835	72,613	74,033
Precio medio (Lps. 6.99)	45,674	40,771	50,403	50,934
Precio bajo (Lps. 3.50)	21,297	19,828	24,650	24,153

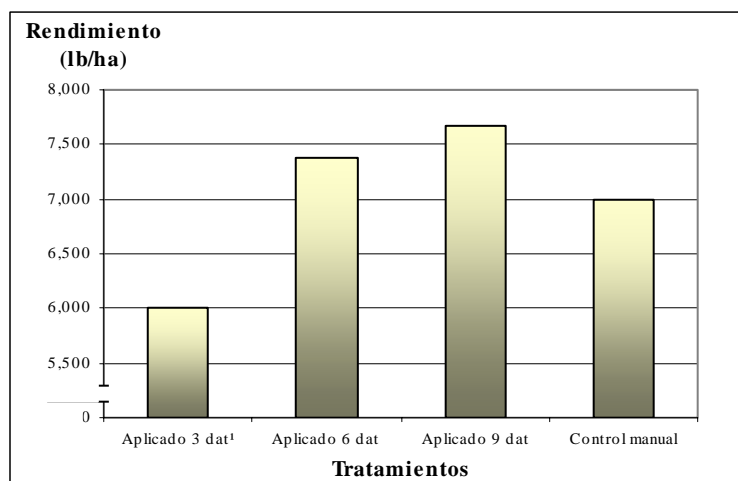
<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

<sup>†</sup> Rendimientos ajustados al 15 % menos del rendimiento medio

<sup>1</sup> Ordóñez, J. 1999. Rendimientos promedios para maíz dulce y pepino en la época lluviosa. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

En rendimientos existe superioridad al aplicar glifosato seis y nueve días antes del transplante, comparando con el control manual y cuando se aplica glifosato tres días antes del transplante (Figura 1).



**Figura 1.** Efecto del glifosato y el control manual en los rendimientos del maíz dulce.  
<sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

Para el análisis marginal es necesario que se haga un análisis de dominancia para los tres tipos de precios. En los precios medio (Lps 6.99 la libra) y alto (Lps10.00 la libra) el único valor dominado se refleja solo cuando se controló de forma manual. Con precio bajo (Lps 3.50 la libra) los valores dominados son cuando se aplicó nueve días antes del transplante y el control manual (Cuadro 12).

El análisis marginal con el precio alto, nos indica que los costos marginales en que incurrimos al pasar de un tratamiento aplicado tres días antes del transplante a un tratamiento aplicado seis días antes del transplante son nulos; es mejor pasar el tratamiento que se aplica seis días antes del transplante por tener beneficios netos más altos. Al pasar de un tratamiento aplicado seis días antes del transplante a uno aplicado nueve días antes del transplante se incurren en costos por 1,529 lempiras, pero se obtiene un beneficio bruto de 2,949 lempiras (93% de tasa de retorno marginal). Cuando se vende a precio alto el mejor tratamiento es el que se aplicó nueve días antes del transplante (Cuadro13) (Figura 2).

**Cuadro 12.** Análisis de dominancia en la evaluación de glifosato y el control manual en maíz dulce, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamiento	Precio†	Total de costos	Beneficios	
		que varían (Lps <sup>2</sup> /ha)	netos (Lps/ha)	
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	alto	1,176	58,835	
Aplicación 6 dat	alto	1,176	72,613	
Aplicación 9 dat	alto	2,706	74,033	
Deshierbe manual	alto	3,151	66,702	D <sup>3</sup>
-----				
Aplicación 3 dat	medio	1,176	40,771	
Aplicación 6 dat	medio	1,176	50,403	
Aplicación 9 dat	medio	2,706	50,934	
Deshierbe manual	medio	3,151	45,676	D
-----				
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	bajo	1,176	19,828	
Aplicación 6 dat	bajo	1,176	24,650	
Aplicación 9 dat	bajo	2,706	24,153	D
Deshierbe manual	bajo	3,151	21,298	D

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

<sup>3</sup> D (Valor dominado)

† Precios alto (Lps 10.00), medio (Lps 6.99) y bajo (Lps 3.50).

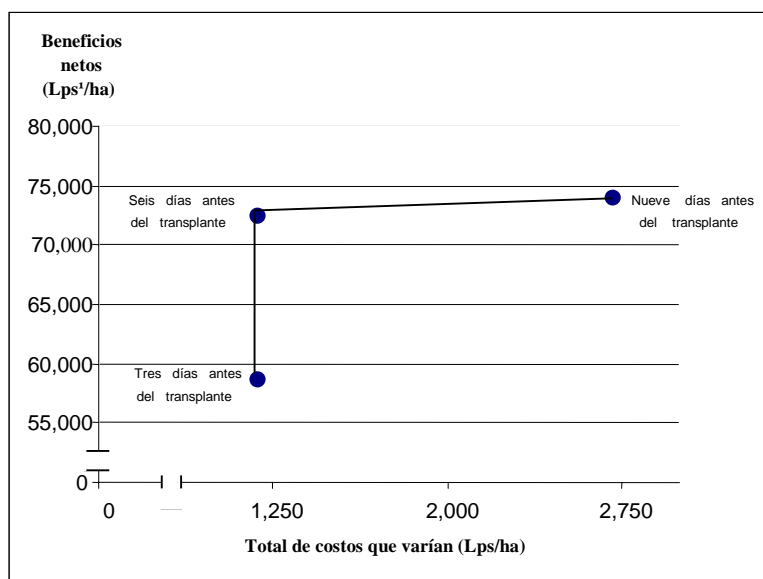
**Cuadro 13.** Análisis marginal del uso de glifosato antes del transplante en el pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamiento	Precio <sup>3</sup>	Costos		Beneficios		Tasa de retorno marginal
		Totales que varían (Lps <sup>2</sup> /ha)	Marginales (Lps/ha)	Netos (Lps/ha)	Netos marginales (Lps/ha)	
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	alto	1,176	] 0 ] 1,529	58,835	] 13,778 ] 1,420	Indefinido 93%
Aplicación 6 dat	alto	1,176				
Aplicación 9 dat	alto	2,705				
-----						
Aplicación 3 dat	medio	1,176	] 0 ] 1,529	40,771	] 9,632 ] 531	Indefinido 35%
Aplicación 6 dat	medio	1,176				
Aplicación 9 dat	medio	2,705				
-----						
Aplicación 3 dat	bajo	1,176	] 0	19,828	] 4,822	Indefinido
Aplicación 6 dat	bajo	1,176				

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

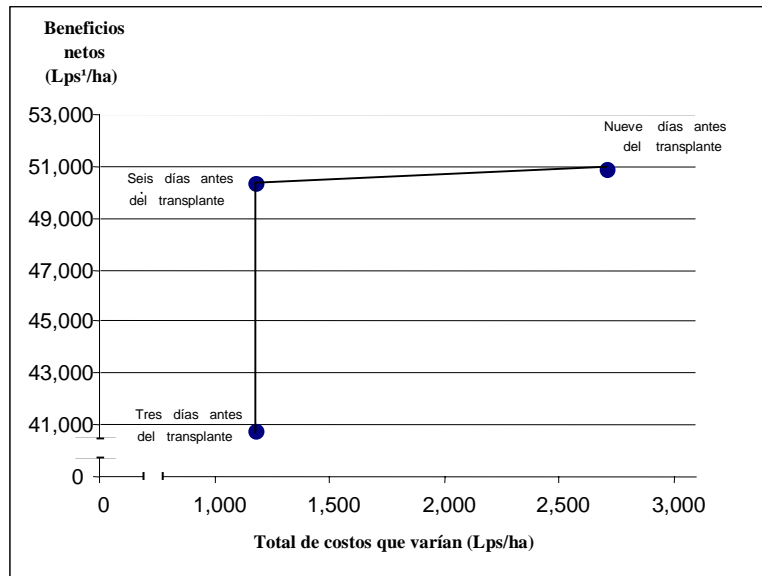
<sup>3</sup> Precios alto (Lps 10.00), medio (Lps 6.99) y bajo (Lps 3.50).



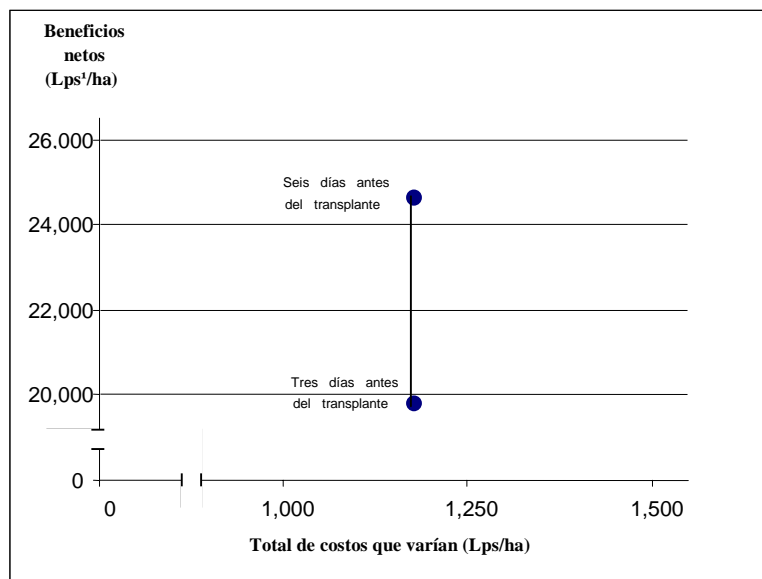
**Figura 2.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del maíz dulce a precio alto (Lps 10.00). <sup>1</sup>Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

Cuando el precio es medio (Lps 6.99), al pasar de un tratamiento aplicado tres días antes del transplante a uno aplicado seis días antes del transplante no se incurre en nuevos costos, pero eliminamos el aplicado tres días antes del transplante por tener los menores beneficios netos. Al pasar de un tratamiento aplicado seis días antes del transplante a uno aplicado nueve días antes del transplante se incurren en costos marginales de 1,529 lempiras, pero ahora solo se recibe 2,060 lempiras de beneficio bruto (tasa de retorno marginal de 35%), que no es suficiente como para elegir este como el mejor tratamiento. Entonces para un precio medio del maíz dulce es mejor aplicar glifosato seis días antes del transplante (Cuadro 13) (Figura 3).

Cuando el precio es bajo (Lps 3.50), al pasar de un tratamiento aplicado tres días antes del transplante a uno aplicado seis días antes del transplante, no se incurre en nuevos costos que varían. En este caso lo mejor es aplicar seis días antes del transplante por presentar los mejores beneficios netos (Cuadro 13) (Figura 4).



**Figura 3.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del maíz dulce a precio medio (Lps 6.99). <sup>1</sup>Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.



**Figura 4.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del maíz dulce a precio bajo (Lps 3.50). <sup>1</sup>Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

#### 4.4.2 Análisis económico para pepino

Se usaron precios alto, medio y bajo; 1.32, 0.87 y 0.52 lempiras la libra, respectivamente. Los beneficios netos no cambiaron la tendencia en ninguno de los precios; siempre se obtuvo el mejor beneficio cuando se aplicó seis días antes del transplante, seguido de los tratamientos cuando se aplicó tres y nueve días antes del transplante; el beneficio más bajo fue para el control manual (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Presupuesto parcial de control de malezas en pepino con aplicaciones de glifosato, El Zamorano, Honduras, 2000.

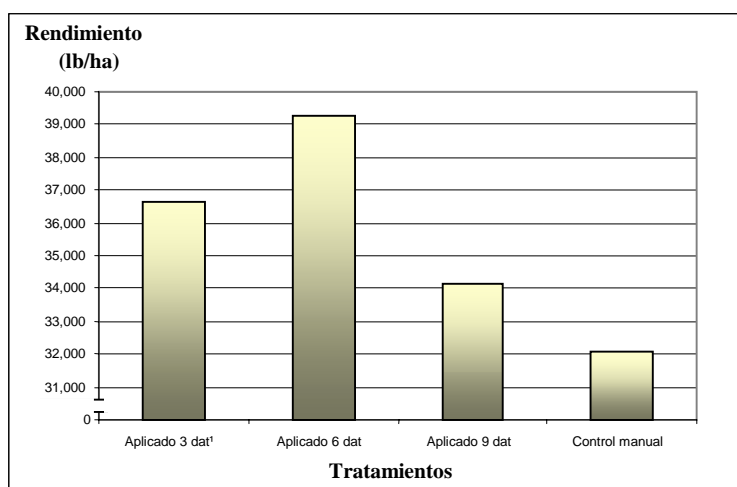
Concepto	Deshierbe manual	3 dat <sup>1</sup>	6 dat	9 dat
Rendimiento medio (lb/ha)	37,731	43,113	46,180	40,162
Rendimiento ajustado <sup>†</sup> (kg/ha)	32,071	36,646	39,253	34,138
Beneficios brutos de campo (Lps <sup>2</sup> /ha)				
Precio alto (Lps. 1.32)	42,334	48,373	51,814	45,062
Precio medio (Lps. 0.87)	27,902	31,882	34,150	29,700
Precio bajo (Lps. 0.52)	16,677	19,056	20,412	17,752
Costo del herbicida (Lps/ha)	0	1,080	1,080	1,080
Costo de mano de obra para aplicar herbicida (Lps/ha)	0	96	96	96
Costo de mano de obra para deshierbe (Lps/ha)	2,674	0	0	2,226
Total de costos que varían (Lps/ha)	2,674	1,176	1,176	3,402
Beneficios netos (Lps/ha)				
Precio alto (Lps. 1.32)	39,660	47,197	50,638	41,660
Precio medio (Lps. 0.87)	25,228	30,707	32,975	26,298
Precio bajo (Lps. 0.52)	14,003	17,880	19,236	14,350

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

<sup>†</sup> Rendimientos ajustados al 15 % menos del rendimiento medio

Los mayores rendimientos fueron cuando se aplicó seis días antes del transplante y el más bajo fue para el control manual (Figura 5).



**Figura 5.** Efecto del glifosato y el control manual en los rendimientos del pepino. <sup>1</sup> dat (días antes del transplante).

En todos los precios la dominancia fue sobre el deshierbe manual y cuando se aplicó nueve días antes del transplante, los beneficios netos más se dieron cuando se aplicó tres y seis días antes del transplante (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Análisis de dominancia en la evaluación de glifosato y el control manual en pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

<b>Tratamiento</b>	<b>Precio†</b>	<b>Total de costos que varían (Lps<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>Beneficios netos (Lps/ha)</b>	
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	alto	1,176	47,197	
Aplicación 6 dat	alto	1,176	50,638	
Deshierbe manual	alto	2,674	39,660	D
Aplicación 9 dat	alto	3,402	41,660	D <sup>3</sup>
-----				
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	medio	1,176	30,707	
Aplicación 6 dat	medio	1,176	32,975	
Deshierbe manual	medio	2,674	25,228	D
Aplicación 9 dat	medio	3,402	26,298	D
-----				
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	bajo	1,176	17,880	
Aplicación 6 dat	bajo	1,176	19,236	
Deshierbe manual	bajo	2,674	14,003	D
Aplicación 9 dat	bajo	3,402	14,350	D

<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

<sup>3</sup> D (Valor dominado)

† Precios alto (Lps 1.32), medio (Lps 0.87) y bajo (Lps 0.52).

El análisis marginal indica que para todos los precios al pasar de un tratamiento aplicado tres días antes del transplante a uno aplicado seis días antes del transplante no se incurren en más costos marginales, sin embargo es mejor aplicar glifosato seis días antes del transplante por presentar los mejores beneficios (Cuadro 16) (Figuras 6, 7 y 8).

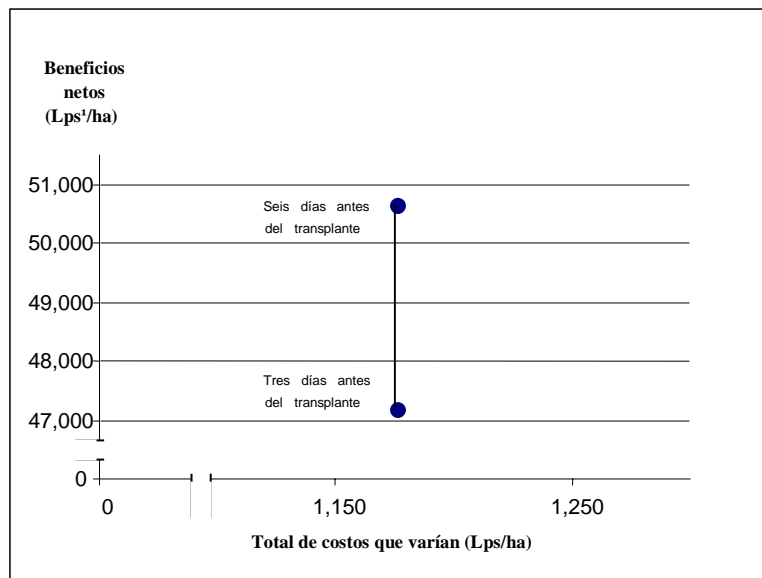
**Cuadro 16.** Análisis marginal del uso de glifosato antes del transplante en el pepino, El Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamiento	Precio <sup>3</sup>	Costos		Beneficios		Tasa de retorno marginal
		Totales que varían (Lps <sup>2</sup> /ha)	Marginales (Lps/ha)	Netos (Lps/ha)	Netos marginales (Lps/ha)	
Aplicación 3 dat <sup>1</sup>	alto	1,176	} 0	47,197	} 3,441	Indefinido
Aplicación 6 dat	alto	1,176		50,638		
Aplicación 3 dat	medio	1,176	} 0	30,707	} 2,268	Indefinido
Aplicación 6 dat	medio	1,176		32,975		
Aplicación 3 dat	bajo	1,176	} 0	17,880	} 1,356	Indefinido
Aplicación 6 dat	bajo	1,176		19,236		

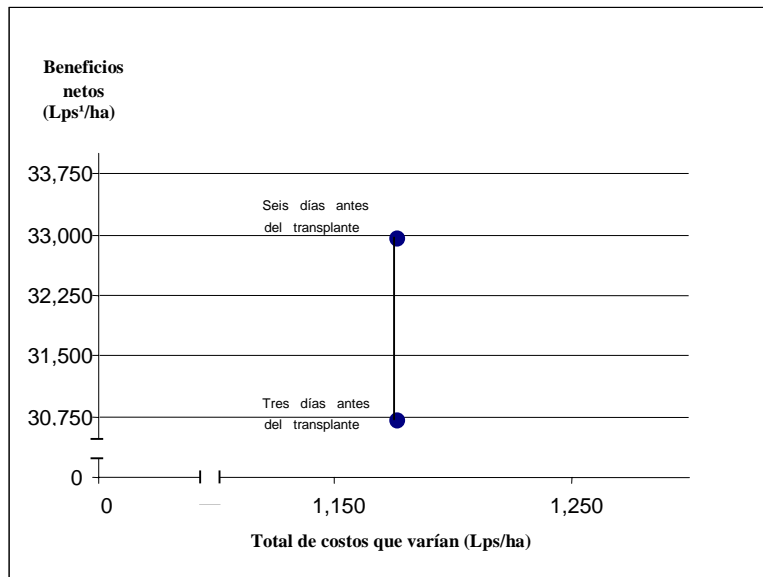
<sup>1</sup> dat (días antes del transplante)

<sup>2</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

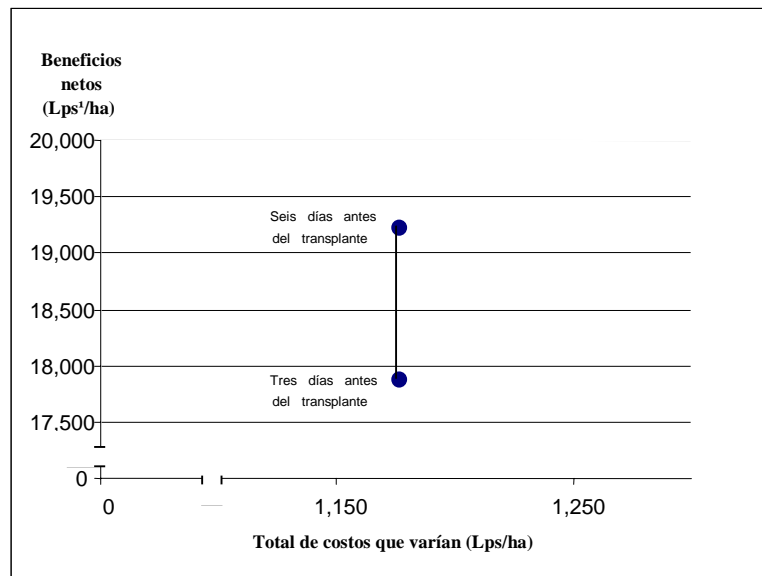
<sup>3</sup> Precio alto (Lps 1.32), medio (Lps 0.87) y bajo (Lps 0.52).



**Figura 6.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del pepino a precio alto (Lps 1.32). <sup>1</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.



**Figura 7.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del pepino a precio medio (Lps 0.87). <sup>1</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.



**Figura 8.** Curva de beneficios netos sobre la aplicación de glifosato antes del transplante del pepino a precio bajo (Lps 0.52). <sup>1</sup> Tasa de cambio 14.5 Lps por 1 US\$.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ El método de manejo de malezas basado en la aplicación de glifosato antes del transplante es una buena alternativa, ya que sirve de apoyo al control manual normalmente usado en la época de invierno en los cultivos de pepino y maíz dulce.
- ✓ El glifosato aplicado seis días antes del transplante es la mejor alternativa de control ya que no causó fitotoxicidad ni al maíz dulce ni al pepino y controló las malezas de una manera eficiente y eficaz.
- ✓ La diferencia en cuanto al beneficio neto entre el control mecánico químico comparado contra el control manual convencional es clara y debería ser tomada en cuenta para futuros experimentos y para manejos de los cultivos hortícolas.
- ✓ En el maíz dulce la aplicación de nueve días antes del transplante es la mejor alternativa económica cuando el precio es alto (Lps 10.00) y la aplicación de seis días antes del transplante es la mejor cuando los precios son medio (Lps 6.99) y bajo (Lps 3.50).
- ✓ En el pepino la aplicación de seis días antes del transplante es la mejor alternativa económica sin variar conforme lo hacen los precios.
- ✓ La calidad de los frutos tanto de pepino como de maíz dulce, no fue afectada. A pesar de que el pepino es un cultivo muy susceptible a los herbicidas.
- ✓ El glifosato es un herbicida que puede ser utilizado en la producción de hortalizas como alternativa para el control de malezas en la época de lluvia, sin complicaciones en lo que se refiere a fitotoxicidad ya sea directa o reflejada en producción y calidad de frutos de maíz dulce y pepino.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar otro estudio aplicando glifosato seis días antes del transplante con dosis más bajas en los mismos cultivos de este estudio.
- Realizar otro estudio aplicando glifosato seis días antes del transplante utilizando dosis más bajas y diferentes tiempos de aplicación antes del transplante en un cultivo altamente rentable como tomate.
- Realizar un estudio en los mismos cultivos aplicando glifosato seis días antes del transplante y utilizar las densidades adecuadas en el campo.
- Realizar un estudio aplicando glifosato en cultivos como cebolla, zanahoria y lechuga que pueden ser sembrados en forma directa.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, F. 1981. Mode of action of herbicides. New York, Estados Unidos de América. 525 p.
- CAVE, R.*et al.* 1997. Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas; Un manual para extensionistas. Tegucigalpa, Honduras. 156 p.
- CYMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D.F. 79 p.
- GEIGY, C. 1981. Manual para ensayo de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza. Werner Purtener. 45-72 p.
- GOMEZ, J. 1993. Control químico de la maleza. México, D.F., Trillas 250 p.
- LABRADA, R. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia. 406 p.
- McWHORTER, C. 1987. Methods of applying herbicides. Estados Unidos de América. 358 p.
- MONSANTO. sf. Manual Técnico de Round up. Bogotá, Colombia. 28 p.
- MONTES, A. 1996. Cultivo de hortalizas en el trópico. Zamorano Academic Press, Honduras, 208 p.
- MONTES, A. 1993. Cultivo de hortalizas; Guía práctica. Zamorano Academic Press, Honduras. 81 p.
- PITTY, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 300 p.
- 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.