

Evaluación del control de malezas con herbicidas preemergentes y del efecto fitotóxico de bentazon en frijol en Zamorano, Honduras

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

presentado por

Luis Raúl Ortiz Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

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

Luis Raúl Ortiz Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

**Evaluación del control de malezas con herbicidas
preemergentes y del efecto fitotóxico de bentazon
en frijol en Zamorano, Honduras**

presentado por

Luis Raúl Ortiz Mejía

Aprobada:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador de Área Temática

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

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

Rommel Reconco, M.B.A.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Ana Margoth Andrews, Ph.D.
Coordinador PIA

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres Luis Raúl y Luisa Evelyn.

A mis hermanos Gabriel, Luis, José, Angel y Luisamara.

A la memoria de mis abuelos y abuelas.

A mis tíos, tías, primos y primas.

A mi hermano mayor Rafael Flor.

A mi linda Nicaragua.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Abelino Pitty por haberme brindado muchos de sus conocimientos, tiempo y amistad. Al Ing. Rogelio Trabanino y al Ing. Rommel Reconco por todo el apoyo, consejos y valiosa contribución en la realización de este trabajo.

A los profesores Miguel Avedillo, Dr. Raúl Espinal e Ing. Wolfgang Pejuán por sus valiosas orientaciones y ayuda en los análisis estadísticos.

A mis compañeros Ernesto Garay, Marco Coronado, Morlan Sánchez, Hugo Barrientos, Alexandra Rivera, Mario López por su ayuda en todo momento.

A Chimino, Lourdes, Carolina y al personal de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos.

Al Ing. Edward Moncada, Ing. Gerardo Murillo y al Ing. Jaime Nolasco.

Al personal de la Zamoempresa de Servicios Agrícolas.

A todas aquellas personas que no se han mencionado y que contribuyeron de alguna manera a la realización de este trabajo, mil gracias a todos ustedes.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco al proyecto Cooperative League of the United States of America (CLUSA) por el financiamiento brindado para continuar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a Zamorano por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Agrónomo.

RESUMEN

Ortiz Mejía, L.R. 2000. Evaluación del control de malezas con herbicidas preemergentes y del efecto fitotóxico de bentazon en frijol. Tesis Ingeniero Agrónomo Zamorano, El Zamorano, Honduras. 21 p.

Las malezas pueden diferir en importancia económica dependiendo de las condiciones de una zona dada. Así los herbicidas liberados comercialmente han sido evaluados bajo condiciones específicas de los países fabricantes, esto se traduce en la necesidad de evaluar los herbicidas bajo las condiciones dadas en nuestro medio. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del control de malezas con Alachlor, Metolachlor, Linuron, Pendimetalina y mezclas de ellos. El ensayo se realizó de junio a septiembre en Zamorano, Honduras. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, las variables medidas fueron porcentaje del control de malezas, componentes de rendimiento y presupuesto parcial de los herbicidas. Se obtuvo mejor control de gramíneas con Alachlor, Metolachlor y Pendimetalina, en cambio el control de hojas anchas fue mejor con Linuron. Probablemente se debe a que Linuron enfoca mejor su control a hojas. El herbicida más rentable fue Alachlor, debido a que el efecto sobre las malezas dio como resultado un rendimiento de 21.4 qq/ha y por tener menor costo. El herbicida que realizó mejor control de gramíneas, hojas anchas y a través del tiempo fue Linuron y el herbicida más rentable fue Alachlor. El control de hojas anchas con bentazon en frijol se ve limitado por el daño que causa éste al cultivo cuando no tiene la segunda hoja trifoliada. Por esta razón se evaluó bentazon a 1.0, 1.5 y 2.0 kg ia/ha en primera, segunda y tercera hoja trifoliada para determinar la dosis y etapa que presente menor daño al frijol. El ensayo se realizó en casa malla y en campo, de septiembre a octubre en Zamorano, Honduras. Las siembras fueron separadas en el tiempo y se aplicó bentazon el mismo día a las tres etapas. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y se evaluó el porcentaje de daño causado por bentazon. Sólo se presentó daño significativo en la primera hoja trifoliada con dosis de 1.5 y 2.0 kg ia/ha. La dosis que causó menor daño fue de 1.0 kg ia/ha y a partir de la segunda hoja trifoliada no se presentó daño en el frijol.

Palabras claves: Alachlor, Bentazon, daño foliar, Linuron, Metolachlor, Pendimetalina, *Phaseolus vulgaris*, rentabilidad.

NOTA DE PRENSA

CONTROL EFICIENTE DE MALEZAS EN FRIJOL.

El frijol es una planta poco competitiva, y por ello, es de suma importancia combatir oportuna y eficazmente las malezas. Los herbicidas han demostrado ser una herramienta eficiente en el control de las mismas, sin embargo las diferencias en los precios conllevan a tomar la decisión de escoger la opción más rentable.

El control de malezas de hoja ancha en frijol, se ve limitado por las escasas opciones que ofrece el mercado, una de las opciones es bentazon que se aplica cuando la planta tiene mínimo dos hojas trifoliadas, pero en ese momento, las malezas ya han crecido demasiado que su control no es bueno.

Para tratar de dar soluciones a la problemática plateada anteriormente, Zamorano realizó un experimento de junio a septiembre del 2000, donde se evaluó la efectividad en el control de malezas y el costo de los herbicidas alachlor, linuron, metolachlor, pendimetalina y mezcla de ellos. También se evaluó de manera independiente el daño que causa bentazon a tres dosis en primera, segunda y tercera hoja trifoliada.

En el estudio se determinó que el herbicida que controló las malezas de manera eficiente, dando mayor beneficio y al más bajo costo fue alachlor, el cual controló mejor las malezas de hoja angosta que las de hoja ancha. Con bentazon se determinó que la aplicación debe ser cuando la planta tenga dos hojas trifoliadas y que la dosis no debe duplicar la recomendada por la etiqueta.

Los investigadores recomiendan identificar bien las malezas que predominan en sus campos de producción y a partir de ello, seleccionar el herbicida que se ajuste a sus condiciones y que represente una alternativa de bajo costo.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos de los experimentos.....	2
1.1.1 Evaluación de cuatro herbicidas preemergentes en el cultivo del frijol.....	2
1.1.2 Evaluación del efecto fitotóxico de bentazon en tres etapas fisiológicas del frijol.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 Evaluación de cuatro herbicidas preemergentes.....	3
2.2 Evaluación del efecto fitotóxico de bentazon en tres etapas fisiológicas del frijol.....	4
2.2.1 Evaluación en casa malla.....	4
2.2.2 Evaluación en el campo.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1 Evaluación de cuatro herbicidas preemergentes.....	6
3.1.1 Evaluación de la efectividad en el control de malezas.....	6
3.1.2 Análisis económico.....	11
3.2 Evaluación del efecto fitotóxico de bentazon en tres etapas fisiológicas del frijol.....	13
3.2.1 Evaluación en casa malla.....	13
3.2.2 Evaluación en el campo.....	14
4. CONCLUSIONES	16
4.1 Evaluación de cuatro herbicidas preemergentes.....	16
4.2 Evaluación del efecto fitotóxico de bentazon en tres etapas fisiológicas del frijol.....	16

5.	RECOMENDACIONES	17
6.	BIBLIOGRAFÍA	18
7.	ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Herbicidas y dosis utilizados en cada tratamiento, Zamorano, Honduras, 2000.....	4
2.	Porcentaje del control de gramíneas a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	7
3.	Porcentaje del control de hojas anchas a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	7
4.	Porcentaje del control de <i>Digitaria</i> spp. a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	8
5.	Porcentaje del control de <i>Sclerocarpus phyllocephalus</i> a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	9
6.	Porcentaje del control de <i>Nicandra physalodes</i> a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	10
7.	Porcentaje del control de <i>Cyperus rotundus</i> a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.....	10
8.	Vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos de frijol, Zamorano, Honduras.....	11
9.	Costos por herbicida y mezcla de herbicidas aplicados en 90 m ² , Zamorano, Honduras.....	12
10.	Rentabilidad por herbicida y mezcla de herbicidas aplicados en 1 ha de frijol, Zamorano, Honduras.....	12
11.	Porcentaje de daño causado por bentazon a los 3 y 8 días después de la aplicación (dda) en el cultivo del frijol, Zamorano, Honduras.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Daño foliar causado por bentazon 3 días después de la aplicación (dda) en frijol, Zamorano, Honduras..... 13
2. Daño foliar causado por bentazon 8 días después de la aplicación (dda) en frijol, Zamorano, Honduras..... 14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Sistema de evaluación del control de malezas con una escala de 0 a 100% (Adaptado de Pitty y Muñoz, 1993)..... 20
2. Costos fijos en el experimento de herbicidas preemergentes, Zamorano, Honduras..... 21

1. INTRODUCCIÓN

El control de las malezas es una de las prácticas más antiguas y costosas de la agricultura. Los métodos de control han evolucionado desde el control manual o mecánico, al control químico y finalmente al biológico. A pesar de la implementación de métodos modernos de control, las malezas siguen siendo uno de los problemas más serios de la agricultura (Pitty y Muñoz, 1993). El control de malezas se refiere a los esfuerzos realizados para reducir, o preferiblemente eliminar el daño que causan al cultivo (Birowo, 1982).

El frijol es una planta poco competitiva y por ello es de vital importancia el combate oportuno y eficaz de las malezas (Alfaro, 1983). El daño más serio de las malezas al cultivo del frijol está asociado a su competencia por espacio, nutrimentos, luz y agua. La época crítica para la competencia es durante las cinco semanas siguientes a la siembra y puede afirmarse que si el cultivo está enyerbado durante su primer mes las pérdidas en el rendimiento serán muy serias, aunque luego se mantenga limpio (Rojas, 1980).

Existen cuatro métodos básicos para controlar malezas: el control cultural, mecánico, químico y biológico. El control químico se basa en el uso de herbicidas capaces de impedir la germinación y el crecimiento de las malezas, en forma total o parcial, sin dañar al cultivo (Alfaro, 1980). La meta de la aplicación de herbicidas es proveer un medio efectivo y económico de controlar las malezas sin dañar el ambiente (Owen, 1997).

Si se decide seguir un programa de control químico su éxito dependerá de las especies de malezas presentes (es muy importante identificarlas), factores ambientales, factores edáficos, el producto, costos, equipo de aplicación, aplicación correcta del herbicida y de la calidad del agua para la aplicación (Fuentes, 1980).

Las aplicaciones de herbicidas pueden ser clasificadas de acuerdo a la época de aplicación, según el área que se aplique y según el lugar que se aplique. Según la época de aplicación se clasifican en aplicaciones presiembras, aplicaciones preemergentes y aplicaciones postemergentes. Según Fuentes (1980), las aplicaciones preemergentes son todas aquellas que se efectúan después de la siembra y antes de la emergencia del cultivo o de las malezas; las aplicaciones postemergentes se realizan cuando ha emergido el cultivo y las malezas, y se recomienda hacerlas cuando las malezas estén en un estado de crecimiento con dos a tres hojas.

Según Moreira y Reconco (1997), existen algunos inconvenientes en el control de malezas ya que no existen muchos herbicidas preemergentes para el control de hoja ancha en frijol, lo cual dificulta su control con los postemergentes.

En frijol, se recomiendan mezclas de herbicidas con el propósito de aumentar el espectro de control o bien reforzar la acción de uno con la de otro de acción similar, disminuir los costos y reducir la posibilidad de residuos que afectan otros cultivos de rotación (Alfaro, 1983).

1.1 OBJETIVOS DE LOS EXPERIMENTOS

1.1.1 Evaluación de cuatro herbicidas preemergentes en el cultivo del frijol

Objetivo general

- Evaluar cuatro herbicidas preemergentes en el cultivo del frijol variedad Tío Canela en época de primera.

Objetivos específicos

- Determinar el herbicida que controla con mayor eficiencia las especies de malezas.
- Determinar la mezcla de herbicidas que controla con mayor eficiencia las especies de malezas.
- Determinar que herbicida o mezcla de herbicidas tiene mayor efecto en los componentes del rendimiento del cultivo.
- Determinar el herbicida o mezcla de herbicidas más rentable.

1.1.2 Evaluación del efecto fitotóxico del bentazon aplicado en tres etapas fisiológicas del frijol

Objetivo general

- Evaluar el herbicida bentazon a tres dosis en primera, segunda y tercera hoja trifoliada en el cultivo del frijol variedad Tío Canela en época de primera.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis que cause menor daño al frijol.
- Determinar en que etapa la planta sufre menor daño por bentazon.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 EVALUACIÓN DE CUATRO HERBICIDAS PREEMERGENTES

El ensayo se realizó de junio a septiembre de 2000 en los lotes de San Nicolás, Zamorano, Honduras. La elevación aproximada es de 800 msnm, con temperatura promedio anual de 22°C y precipitación anual que oscila entre los 1000 a 1200 mm.

La preparación del terreno se hizo en dos pases de rastra y un pase de rallador. Se sembró manualmente el frijol variedad Tío Canela 75 a 0.10 m entre planta y 0.75 m entre fila, teniendo una densidad de 133,333 plantas/ha.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro réplicas. Cada unidad experimental estaba constituida por cinco camas de 0.75 m de ancho por 6 m de largo. La parcela útil para la recolección de los datos en cada unidad experimental fueron las tres camas centrales, eliminándose las camas laterales y 1 m del frente y del fondo, teniendo así un área de parcela útil de 9 m².

Durante todo el ciclo del cultivo, cada unidad experimental recibió las mismas condiciones de manejo (fertilización y control de insectos), la única variación de manejo fue el control de malezas con los herbicidas. Debido a que el experimento se llevó a cabo en época lluviosa no se utilizó ningún sistema de riego. Las parcelas con control mecánico fueron desmalezadas un día previo a cada muestreo y las parcelas de testigo absoluto no se desmalezaron en ninguna etapa del cultivo.

Esta investigación constó de la evaluación de la efectividad de cuatro herbicidas preemergentes y combinaciones de ellos en el control de malezas en el cultivo del frijol. Se utilizaron 12 tratamientos de los cuales 10 fueron herbicidas y dos testigos (Cuadro 1). Los herbicidas utilizados fueron Alachlor (Lazo[®]), Metolachlor (Dual[®] 960), Pendimetalina (Prowl[®] 50 EC) y Linuron (Afolon[®] 47WP) aplicados en 200 L/ha. Se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂ para realizar las aplicaciones en preemergencia dos días después de haber realizado la siembra.

Se realizaron evaluaciones de la efectividad del control de las malezas los días 20, 34 y 46 después de haber aplicado los herbicidas. En cada bloque la evaluación comenzaba con el testigo absoluto (sin control) donde se identificó las especies predominantes del lote, luego se iba a cada tratamiento con herbicida y se contaban las mismas especies de malezas. Se contaba el número de malezas presentes en un marco de 1 m² de área que era ubicado al azar dentro de la parcela útil. Se contabilizó el número total de gramíneas y

hojas anchas, e individualmente las especies *Digitaria* spp., *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Nicandra physalodes* y *Cyperus rotundus*.

Cuadro 1. Herbicidas y dosis utilizados en cada tratamiento, Zamorano, Honduras, 2000.

Tratamientos	Dosis (kg ia/ha)
Alachlor	1.50
Metolachlor	2.00
Pendimetalina	1.00
Linuron	1.00
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50
Metolachlor + Pendimetalina	1.00 + 0.50
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50
Control mecánico (azadón)	No aplicado
Sin control	No aplicado

Para determinar los porcentajes de control de malezas de cada tratamiento se hizo un cálculo tomando como referencia de 0% de control al testigo absoluto y 100% de control al testigo de control mecánico (Anexo 1) (Pitty y Muñoz,1993).

Se realizó una aplicación a todas las unidades experimentales de Endosulfan (Thiodan) para control de insectos chupadores a los 52 días después de la siembra. La cosecha de las parcelas útiles se realizó a los 80 días después de la siembra. De la cosecha se tomaron los datos de número de vainas por planta, número de granos por vaina y posteriormente se pesaron 100 granos a 31% de humedad de cada una de las parcelas.

Para el análisis de la información se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS, 1997); los datos en porcentaje de control de malezas fueron transformados usando la prueba de Box y Cox, utilizando arcoseno. Se realizó un análisis económico por medio de presupuesto parcial de acuerdo a la metodología CIMMYT (1988).

2.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO FITOTÓXICO DE BENTAZON EN TRES ETAPAS FISIOLÓGICAS DEL FRIJOL

2.2.1 Evaluación en casa malla

El experimento se llevó de septiembre a octubre de 2000 en casa malla. La siembra se realizó en bandejas plásticas (32 cm x 32 cm) y el suelo utilizado fue traído de los lotes de las Chorreras de San Nicolás. En cada bandeja se sembraron cinco semillas de la variedad Tío Canela 75.

Se hicieron tres siembras separadas en el tiempo, sembrando cuatro bandejas por día. La segunda siembra se realizó cinco días después de la primera y la tercera siembra a los cuatro días después de la segunda.

A los 29 días después de la primera siembra se aplicó bentazon a 1, 1.5 y 2 kg ia/ha en las etapas de primera, segunda y tercera hoja trifoliada. Se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂ para realizar las aplicaciones a 250 L/ha.

En cada etapa se muestreó el daño foliar causado por bentazon y se comparaba con el testigo absoluto de su etapa respectiva para determinar el porcentaje de daño. Los muestreos se realizaron a los tres y ocho días después de la aplicación.

2.2.2 Evaluación en el campo

Esta investigación constó de la evaluación del efecto fitotóxico de bentazon aplicado en primera, segunda y tercera hoja trifoliada del frijol. El ensayo se realizó de septiembre a octubre del 2000 en las Chorreras de San Nicolás, Zamorano, Honduras. Se sembró manualmente sobre las camas a una distancia de 0.10 m entre planta y 0.75 m entre fila.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro réplicas. Cada unidad experimental estaba constituida por una cama de 0.75 m de ancho por 2 metros de largo, con un área de 1.5 m². El experimento contó con doce tratamientos, teniendo un total de 48 unidades experimentales y un área total experimental de 72 m².

La aplicación se realizó con una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO₂ a los 29 días después de la primera siembra. Los muestreos se realizaron visualmente a los tres y ocho días después de la aplicación del herbicida. Para determinar el porcentaje de daño causado por el herbicida se comparaba cada unidad experimental de cada etapa con la etapa respectiva del testigo absoluto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EVALUACIÓN DE CUATRO HERBICIDAS PREEMERGENTES

3.1.1 Evaluación de la efectividad en el control de malezas

El control de gramíneas a los 20 días después de la aplicación (dda) fue superior al 90% con todos los herbicidas utilizados y el control mecánico, no así con el testigo sin control (Cuadro 2). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los herbicidas y el control mecánico.

A los 34 dda el control fue mayor al 91% con todos los herbicidas aplicados y el control mecánico, a excepción de Linuron y el testigo absoluto. Linuron sólo tuvo diferencias significativas con el control mecánico, Alachlor + Pendimetalina, Pendimetalina + Metolachlor y el testigo sin control (Cuadro 2).

A los 46 dda el control en promedio fue superior al 90% con todos los herbicidas y el control mecánico, no así con Linuron y el testigo sin control que fueron estadísticamente diferentes entre sí y de los demás herbicidas aplicados (Cuadro 2).

El enfoque de control de los herbicidas utilizados es principalmente a especies gramíneas, a excepción de Linuron. Se observó que al mezclar Linuron con los demás herbicidas no se tenía un efecto significativo en el control de gramíneas.

La disminución que presentó Linuron con las mezclas de Alachlor + Pendimetalina y Pendimetalina + Metolachlor podrían estar relacionadas a los sitios de acción dentro de la planta.

El control de hojas anchas a los 20 días después de la aplicación (dda) fue mayor al 60% con las aplicaciones de Alachlor + Linuron, Alachlor + Metolachlor, Alachlor + Pendimetalina, Linuron, Metolachlor, Pendimetalina + Linuron y Control Mecánico, no encontrándose diferencias significativas entre ellos (Cuadro 3). Con los demás herbicidas aplicados el control fue entre 45 y 60% (no diferentes significativamente entre ellos), y fueron estadísticamente diferentes del testigo sin control.

Cuadro 2. Porcentaje del control de gramíneas a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	92 a ^{&}	96 ab	93 a
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	97 a	94 ab	81 a
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	97 a	94 ab	93 a
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	96 a	98 a	98 a
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	91 a	86 b	36 b
Metolachlor	2.00	97 a	97 ab	99 a
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	93 a	97 ab	99 a
Pendimetalina	1.00	98 a	96 ab	98 a
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	97 a	92 ab	97 a
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	98 a	100 a	100 a
Sin control		0 b	0 c	0 c

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

A los 34 dda el control de las hojas anchas con los herbicidas aplicados fue inferior al 35%, no mostrándose diferencias significativas entre ellos y el testigo sin control, a excepción de Linuron que fue diferente del testigo sin control (Cuadro 3).

A los 46 dda no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los herbicidas aplicados y el testigo sin control, a excepción de Linuron (Cuadro 3). El control mecánico y Linuron fueron diferentes significativamente.

Cuadro 3. Porcentaje del control de hojas anchas a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	60 b ^{&}	8 bc	0 c
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	73 ab	20 bc	0 c
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	63 ab	14 bc	0 c
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	74 ab	17 bc	0 c
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	95 ab	34 b	81 b
Metolachlor	2.00	63 ab	12 bc	3 c
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	53 b	5 bc	0 c
Pendimetalina	1.00	45 b	4 bc	0 c
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	71 ab	19 bc	15 c
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	47 b	22 bc	9 c
Sin control		0 c	0 c	0 c

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

Linuron es un herbicida con un espectro de control de malezas enfocado principalmente a hojas anchas, lo que explica la diferencia entre su efectividad y la del resto de herbicidas aplicados. A pesar de enfocar más su control a hojas anchas, también realiza un control eficiente de las especies gramíneas durante los 34 dda (época crítica del cultivo del frijol), sin diferenciarse significativamente de la efectividad de los herbicidas utilizados para el control de gramíneas.

Linuron también posee la característica de una mayor persistencia en el suelo en comparación con los otros herbicidas aplicados, lo que justifica su efectividad en el control de malezas hojas anchas a través del tiempo (Weed Science Society of America, 1989).

El control de *Digitaria* spp. a los 20 días después de la aplicación de los herbicidas fue mayor al 88%, no encontrándose diferencias significativas entre ellos y el control mecánico, pero sí con el testigo sin control (Cuadro 4).

A los 34 dda el control fue superior al 84% para todos los herbicidas aplicados (Cuadro 4). Sólo Linuron mostró diferencias significativas con el control mecánico y Pendimetalina + Metolachlor. El testigo sin control tuvo diferencias estadísticamente significativas con todos los herbicidas aplicados y el control mecánico.

A los 46 dda el control fue mayor al 80% para todos los herbicidas aplicados, sin encontrar diferencias significativas entre ellos y el control mecánico, a excepción de Linuron que sólo controló 32% y fue diferente significativamente de los demás (Cuadro 4). El testigo sin control fue diferente significativamente de todos los herbicidas aplicados y del control mecánico. No se observaron diferencias estadísticas en el control de *Digitaria* spp. por el efecto de mezclar a Linuron con los demás herbicidas.

Cuadro 4. Porcentaje del control de *Digitaria* spp. a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	99 a ^{&}	99 ab	93 a
Alachlor + Linuron	0.75+ 0.50	99 a	96 ab	81 a
Alachlor + Metolachlor	0.75+ 1.00	100 a	92 ab	98 a
Alachlor + Pendimetalina	0.75+ 0.50	100 a	97 ab	98 a
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	89 a	85 b	32 b
Metolachlor	2.00	100 a	96 ab	100 a
Metolachlor + Linuron	1.00+ 0.50	98 a	97 ab	99 a
Pendimetalina	1.00	99 a	96 ab	100 a
Pendimetalina + Linuron	0.50+ 0.50	99 a	94 ab	98 a
Pendimetalina + Metolachlor	0.50+ 1.00	100 a	100 a	100 a
Sin control		0 b	0 c	0 c

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

El control de *Sclerocarpus phyllocephalus* a los 20 días después de la aplicación (dda) fue mayor al 74% cuando se aplicó con Alachlor, Alachlor + Metolachlor, Alachlor + Pendimetalina, Linuron y Pendimetalina + Linuron, no encontrándose diferencias significativas entre ellos y el control mecánico (Cuadro 5). El testigo sin control no mostró diferencias significativas con la aplicación de Pendimetalina, no así con los demás tratamientos.

A los 34 dda sólo el control con Alachlor, Linuron y Pendimetalina + Linuron resultaron ser diferentes significativamente del testigo sin control (Cuadro 5). A los 46 dda sólo se encontraron diferencias significativas entre Linuron y el control mecánico, los demás herbicidas no fueron diferentes estadísticamente del testigo sin control.

El efecto de un herbicida también puede variar de acuerdo a la susceptibilidad o tolerancia que puedan presentar las especies de malezas, observando este patrón en los comportamientos de las malezas *Sclerocarpus phyllocephalus* y *Nicandra physalodes*.

El control de *Nicandra physalodes* fue mayor al 88% para todas las aplicaciones (Cuadro 6). No se encontraron diferencias significativas entre las aplicaciones de los herbicidas y el control mecánico. El testigo sin control fue significativamente diferente de todas las aplicaciones realizadas y del control mecánico.

A los 34 días el control fue de 100% para todas las aplicaciones realizadas y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas y el control mecánico, no así con el testigo sin control (Cuadro 6).

Cuadro 5. Porcentaje del control de *Sclerocarpus phyllocephalus* a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	81 abc ^{&}	69 abc	0 c
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	69 abcd	38 bcd	0 c
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	75 abcd	35 bcd	0 c
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	77 abcd	56 abcd	0 c
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	92 ab	95 ab	77 b
Metolachlor	2.00	63 bcd	34 bcd	0 c
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	44 cd	27 bcd	0 c
Pendimetalina	1.00	34 de	29 cd	0 c
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	75 abcd	67 abc	4 c
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	38 cd	34 bcd	3 c
Sin control		0 e	0 d	0 c

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

Cuadro 6. Porcentaje del control de *Nicandra physalodes* a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	96 a ^{&}	100 a	95 ab
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	100 a	100 a	45 bc
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	92 a	100 a	100 a
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	100 a	100 a	71 ab
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	92 a	100 a	94 ab
Metolachlor	2.00	89 a	100 a	100 a
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	97 a	100 a	100 a
Pendimetalina	1.00	96 a	100 a	100 a
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	100 a	100 a	87 ab
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	97 a	100 a	100 a
Sin control		0 b	0 a	0 c

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

A los 46 días no se encontraron diferencias significativas entre las aplicaciones con herbicidas y el control mecánico, a excepción de Alachlor + Linuron que no fue significativamente diferente del testigo sin control (Cuadro 6).

En el control de *Cyperus rotundus* a los 20 días después de la aplicación (dda) sólo Alachlor y Alachlor + Pendimetalina no presentaron diferencias significativas con respecto al control mecánico, el control con los demás herbicidas aplicados no fue diferente significativamente del testigo sin control (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje del control de *Cyperus rotundus* a los 20, 34 y 46 días después de la aplicación (dda), Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Muestreos (dda)		
Herbicidas	kg ia/ha	20	34	46
Alachlor	1.50	52 ab ^{&}	48 ab	44 b
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	18 b	25 b	25 b
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	9 b	33 b	25 b
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	42 ab	30 b	25 b
Control mecánico		100 a	100 a	100 a
Linuron	1.00	9 b	25 b	25 b
Metolachlor	2.00	0 b	33 b	28 b
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	15 b	29 b	25 b
Pendimetalina	1.00	11 b	47 ab	25 b
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	0 b	25 b	25 b
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	24 b	47 ab	46 b
Sin control		0 b	0 b	0 b

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

A los 34 dda Alachlor, Pendimetalina y Pendimetalina + Metolachlor no mostraron diferencias significativas con el control mecánico, el control con los demás herbicidas no presentó diferencias estadísticas significativas con el testigo sin control (Cuadro 7). El factor común en el control de *Cyperus rotundus* a los 20 y 34 dda es Alachlor, probablemente es que actúa mejor en el control de ciperáceas en comparación a Pendimetalina. A los 46 dda el control con las aplicaciones de los herbicidas no fue significativamente diferente del testigo sin control (Cuadro 7).

En cuanto a los componentes de rendimiento el mayor número de vainas se presentó con la aplicación de Linuron, sin encontrar diferencias estadísticas significativas con el control mecánico; las aplicaciones con los demás herbicidas no fueron significativamente diferentes del testigo sin control (Cuadro 8). Las diferencias encontradas podrían explicarse por que en este ensayo solamente se muestreó de manera individual a 4 especies de malezas, sin tomar en consideración la habilidad competitiva de éstas.

No se encontraron diferencias significativas en el número de granos por vaina para las aplicaciones de los herbicidas y los testigos (Cuadro 8). No se encontraron diferencias en los pesos de 100 granos de las parcelas aplicadas con herbicidas y la testigo sin control, no así con el control mecánico.

Cuadro 8. Vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos de frijol, Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Vainas	Granos por	Peso de 100
Herbicidas	kg ia/ha	por planta	vaina	Granos (g)
Alachlor	1.50	10.75 ab ^{&}	3.75 a	23.2 ab
Alachlor + Linuron	0.75 + 0.50	9.25 ab	4.00 a	20.7 ab
Alachlor + Metolachlor	0.75 + 1.00	10.00 ab	3.75 a	21.6 ab
Alachlor + Pendimetalina	0.75 + 0.50	8.50 ab	3.75 a	20.0 b
Control mecánico		14.75 a	3.75 a	24.1 a
Linuron	1.00	14.75 a	4.25 a	23.0 ab
Metolachlor	2.00	11.00 ab	3.75 a	21.8 ab
Metolachlor + Linuron	1.00 + 0.50	11.25 ab	4.00 a	19.7 b
Pendimetalina	1.00	8.75 ab	4.00 a	21.4 ab
Pendimetalina + Linuron	0.50 + 0.50	10.50 ab	4.00 a	21.8 ab
Pendimetalina + Metolachlor	0.50 + 1.00	8.75 ab	4.25 a	21.1 ab
Sin control		7.25 b	4.00 a	20.0 b

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

3.1.2 Análisis económico

Los costos fijos se mantuvieron constantes para todos los tratamientos del experimento (Anexo 2) y los costos variables los representan los costos individuales de cada herbicida y las mezclas usados para hacer el presupuesto parcial.

Cuadro 9. Costos por herbicida y mezcla de herbicidas aplicados en 90 m², Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Unidad	Cantidad	Costo ensayo (Lps [§])	
			Unidad	Total
Alachlor	ml	62.50	0.08	5.00
Metolachlor	ml	42.00	0.12	5.04
Alachlor + Metolachlor	ml + ml	31.25 + 21.00	0.08 + 0.12	5.02
Metolachlor + Pendimetalina	ml + g	21.00 + 18.00	0.12 + 0.19	5.94
Pendimetalina	ml	36.00	0.19	6.84
Alachlor + Pendimetalina	ml + ml	31.25 + 18.00	0.08 + 0.19	5.92
Linuron	g	42.50	0.34	14.45
Metolachlor + Linuron	ml + g	21.00 + 21.25	0.12 + 0.34	9.75
Pendimetalina + Linuron	ml + g	18.00 + 21.25	0.19 + 0.34	10.65
Alachlor + Linuron	ml + g	31.25 + 21.25	0.08 + 0.34	9.73
Control manual	hr	12.00	6.04	72.50

[§]= Lempiras (1 dólar= 15.08 Lempiras)

Para efecto del análisis económico los rendimientos fueron estimados para una hectárea, que es una medida base en términos agronómicos (Cuadro 10).

Solo el tratamiento de control mecánico fue tomado en cuenta en el análisis económico, el testigo sin control fue utilizado en el estudio solamente como punto de referencia para evaluar la efectividad de los herbicidas en el control de las malezas.

Cuadro 10. Rentabilidad por herbicida y mezcla de herbicida aplicado en 1 ha de frijol, Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Costo Total/ha	Rendimiento qq/ha ^o	Ingreso (Lps [§])		Rentabilidad (%)
			Bruto	Neto	
Alachlor	555.56	21.44	8,575	8,019	1443
Metolachlor	560.00	20.61	8,245	7,685	1372
Alachlor +Metolachlor	557.78	18.57	7,426	6,869	1231
Metolachlor + Pendimetalina	660.00	17.98	7,194	6,534	990
Pendimetalina	760.00	17.17	6,867	6,107	804
Alachlor + Pendimetalina	657.78	14.61	5,845	5,187	789
Linuron	1,605.56	33.05	13,219	11,613	723
Metolachlor + Linuron	1,082.78	20.32	8,128	7,045	651
Pendimetalina + Linuron	1,182.78	20.99	8,395	7,212	610
Alachlor + Linuron	1,080.56	17.56	7,022	5,941	550
Control manual	8,055.56	30.55	12,222	4,166	52

^o= Quintales por hectárea

[§]= Lempiras (1 dólar= 15.08 Lempiras)

Para la obtención de los ingresos brutos se le dio el precio de 400 Lps/qq de frijol según el precio registrado en el mercado de Tegucigalpa en los meses octubre- noviembre de 2000.

El herbicida que presentó una mayor rentabilidad fue Alachlor, en cambio Alachlor + Linuron fue lo menos rentable (Cuadro 10). Estos resultados se deben a que el efecto que tuvo Alachlor sobre las malezas dio como resultado un rendimiento de 21.44 qq/ha. La mezcla de herbicidas de mayor rentabilidad la presentó Alachlor + Metolachlor, pudiendo explicar estos resultados por el efecto combinado de estos herbicidas sobre las malezas resultando así rendimientos de 18.57 qq/ha. El control manual no es una opción rentable debido al alto costo que conlleva la mano de obra necesaria para dicha actividad.

3.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO FITOTÓXICO DE BENTAZON EN TRES ETAPAS FISIOLÓGICAS DEL FRIJOL

3.2.1 Evaluación en casa malla

El daño foliar causado por bentazon a los 3 días después de la aplicación (dda) fue mayor en la etapa más temprana y con la dosis más alta utilizada en este experimento, el menor daño se encontró en la etapa más tardía y con la dosis más baja.

A los 8 días después de la aplicación (dda) el daño foliar tuvo un comportamiento similar al del tercer día, presentándose el mayor daño en la etapa más temprana y con la dosis más alta utilizada. La dosis de 1 kg ia/ha no causó daño foliar en ninguna de las etapas.

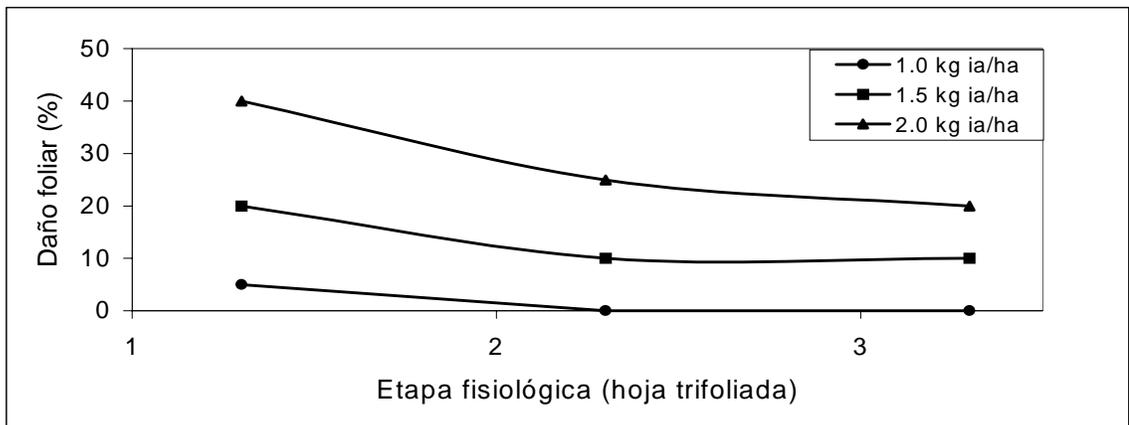


Figura 1. Daño foliar causado por bentazon 3 días después de la aplicación (dda) en frijol, Zamorano, Honduras.

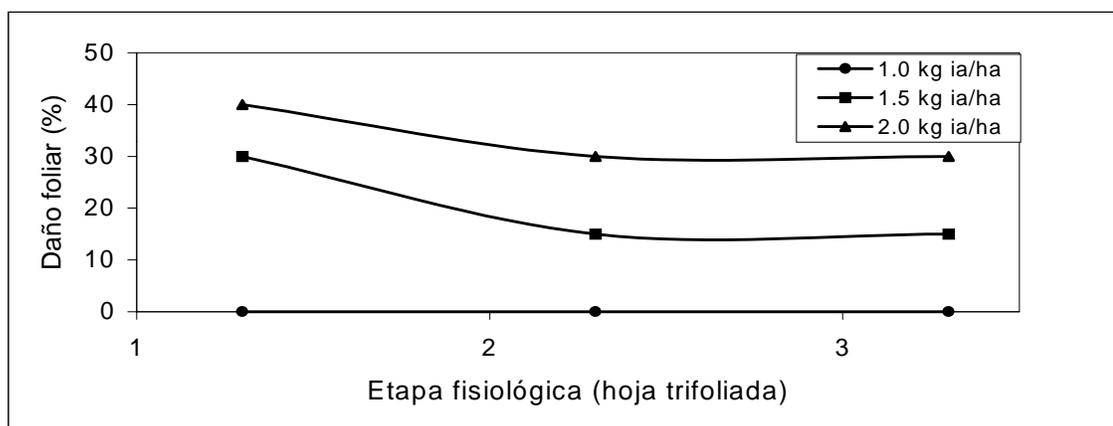


Figura 2. Daño foliar causado por bentazon 8 días después de la aplicación (dda) en frijol, Zamorano, Honduras.

3.2.2 Evaluación en el campo

Los daños causados por bentazon a los 3 días después de la aplicación (dda) sólo fueron significativos en la primera hoja trifoliada y a dosis de 1.5 y 2.0 kg ia/ha, siendo éstos estadísticamente no diferentes (Cuadro 8).

La significancia del daño sólo en la etapa de primera hoja trifoliada es explicable de acuerdo a la recomendación técnica de la etiqueta del herbicida, la cual advierte que la aplicación de éste en frijol debe ser no antes que el cultivo tenga de dos a tres hojas trifoliadas expandidas.

Cuadro 11. Porcentaje de daño causado por bentazon a los 3 y 8 días después de la aplicación (dda) en el cultivo del frijol, Zamorano, Honduras.

Dosis (kg ia/ha)	Etapa fisiológica (Hoja trifoliada)	Muestras (dda)	
		3	8
No aplicado	1	0 c ^{&}	0 a
	2	0 c	0 a
	3	0 c	0 a
1.0	1	3.8 bc	0 a
	2	0 c	0 a
	3	0 c	0 a
1.5	1	8.8 ab	2.5 a
	2	1.3 bc	0 a
	3	1.3 bc	0 a
2.0	1	17.5 a	6.3 a
	2	3.8 bc	2.5 a
	3	2.5 bc	1.3 a

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

Las dosis de 1.5 y 2.0 kg ia/ha duplican la recomendada en la etiqueta del herbicida, ésto sumado a la etapa más temprana en que fue aplicado bentazon explica los daños que se presentaron (Weed Control Manual, 2000). A los 8 días después de la aplicación (dda) no se encontró daño significativo en ninguna de las etapas con ninguna de las dosis utilizadas.

Se observó que los porcentajes de daño en el experimento de campo fueron inferiores a los presentados en el experimento realizado en casa malla. Probablemente esta diferencia se explica por el hecho que las plantas en el campo formaron más cantidad de cera epicuticular como respuesta a mayor luminosidad y esto pudo haber disminuido la cantidad de bentazon que penetrara en la planta (Pitty, 1988).

4. CONCLUSIONES

4.1 EVALUACIÓN DE CUATRO HERBICIDAS PREEMERGENTES

- El herbicida que realizó un mejor control en gramíneas, hojas anchas y a través del tiempo fue Linuron.
- La mezcla de herbicidas que controló con mayor eficiencia a especies gramíneas y hojas anchas a través del tiempo fue Pendimetalina + Linuron.
- En las parcelas que se aplicó Linuron se tuvo el mismo número de vainas por planta que en las parcelas de control mecánico. El número de granos por vaina y el peso de 100 granos fue el mismo para todas las parcelas aplicadas con herbicidas, las cuales no difirieron de la parcela sin control de malezas.
- El herbicida más rentable fue Alachlor (1443%).

4.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO FITOTÓXICO DE BENTAZON EN TRES ETAPAS FISIOLÓGICAS DEL FRIJOL

- La dosis de 1.00 kg ia/ha es la que causa menor daño al frijol.
- No se presenta daño en el frijol a partir de la segunda hoja trifoliada expandida.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar la efectividad en el control de malezas gramíneas con Linuron a otras dosis.
- Debido al efecto fitotóxico que causa bentazon en el frijol, este no debe ser aplicado si el cultivo no tiene la segunda hoja trifoliada completamente expandida y la dosis a aplicar no debe ser mayor a 1.5 kg ia/ha.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, R. 1983. El cultivo del frijol. San José, Costa Rica, CAFESA. 100 p.
2. Birowo, A.T. 1982. Economic aspects in the improvement of weed control methods. Proceedings of the workshop on weed control in small farms 15:1-7.
3. CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Libro de respuestas. México, D.F. CIMMYT. 30 p.
4. Fuentes, C.L. 1980. Guía técnica del cultivo del frijol. Cali, Colombia, CIAT. 34 p.
5. Moreira, D.; Reconco, R. 1997. Producción de cultivos de granos básicos. 4 ed. El Zamorano, Honduras, s.n.t. 110 p.
6. Owen, M. 1997. Herbicidas: Aplicaciones, formulaciones y deriva. *In* Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Ed. Por Abelino Pitty. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p. 134-156.
7. Pitty, 1988. Environmental effects on epicuticular wax deposition, and herbicide penetration on velvetleaf and giant foxtail. Tesis, Iowa State University.
8. Pitty, A.; Muñoz, R. 1993. Guía práctica para el manejo de malezas. Ed. por Barletta H. y García J.M. El Zamorano, Honduras, s.n.t. 223 p.
9. Rojas, M. 1980. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitoreguladores. D.F., México, LIMUSA. 116 p.
10. SAS Institute Inc. 1997. SAS/STAT[®] Software: Changes and Enhancements through Release 6.12. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1167 p.
11. Weed Science Society of America. 1989. Herbicide handbook. 6th ed. WSSA. 301 p.
12. Weed Control Manual. 2000. Weed control solutions for the new millennium. USA, Meister Publishing Company. 32: 298.

7. ANEXOS

Anexo 1. Sistema de evaluación del control de malezas con una escala de 0 a 100% (Adaptado de Pitty y Muñoz, 1993).

Escala %	Categoría	Descripción del control de maleza
0	Sin efecto	Sin control de malezas
10		Control de malezas bastante malo
20	Efecto leve	Mal control de malezas
30		Control de malezas pobre a deficiente
40		Control deficiente de malezas
50	Efecto moderado	Control de malezas deficiente a moderado
60		Control moderado de malezas
70		Control de malezas no es satisfactorio
80	Efecto severo	Control de malezas satisfactorio a bueno
90		Control de malezas bueno a excelente
100	Efecto completo	Destrucción completa de las malezas

Anexo 2. Costos fijos en el experimento de herbicidas preemergentes, Zamorano, Honduras.

Costos	Unidad	Costo/unidad	No. unidades	Totales (Lps [§])
Semilla	lbs	14.00	25.0	350.0
Fertilizante (18-46-0)	qq	1.75	1.0	175.0
Tractor + Rastra pesada	hr	300.00 + 20.00	0.5	160.0
Tractor + Rastra liviana	hr	300.00 + 20.00	1.7	544.0
Tractor + Surcado	hr	335.00 + 30.00	0.8	292.0
Mano de obra	hr	5.60	28.0	156.8
Insecticida	cc	0.19	180.0	34.2
Total				1,712.0

[§]= Lempiras (1 dólar= 15.08 Lempiras)