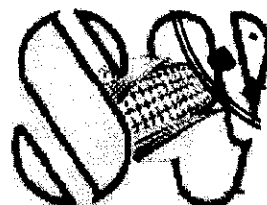




**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EFEECTO DE LABRANZA Y MANEJO QUÍMICO
DE MALEZAS SOBRE LAS MALEZAS Y EL
RENDIMIENTO DEL SORGO GRANIFERO
(*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH.)**

**AUTOR
Br. YERALF JOSE JUAREZ**

**ASESOR
Ing. Agr. FREDDY ALEMAN Z. MSc.**

**MANAGUA, NICARAGUA
SEPTIEMBRE, 1997**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFECTO DE LABRANZA Y MANEJO QUÍMICO DE MALEZAS.
SOBRE LAS MALEZAS Y EL RENDIMIENTO DEL SORGO
GRANIFERO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH.)**

**AUTOR
Br. YERALF JOSE JUAREZ**

**ASESOR
Ing. Agr. FREDDY ALEMAN Z. MSc.**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como
requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con
orientación en Sanidad Vegetal.**

**MANAGUA, NICARAGUA
SEPTIEMBRE, 1997**

DEDICATORIA

A mi hermana **GLADIS MERCEDES JUAREZ** y a mis sobrinos **FLAVIO ROLANDO** y **MARLIN MERCEDES LOPEZ JUAREZ**, por ser ellos la fuente de mi superación.

A mi madre **GLADIS MERCEDES JUAREZ MONTANO** (q.e.p.d.).

A mi asesor Ing. Agr. **FREDDY ALEMAN** y a todos mis compañeros que de una u otra forma siempre me alentaron para concluir el presente trabajo de diploma.

YERALF JOSE JUAREZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **DIOS** por haberme ayudado a sobre llevar mis problemas económicos e iluminarme en mis estudios.

A mi asesor Ing. Agr. MSc. **FREDDY ALEMAN** por todo su apoyo brindado para la realización de presente trabajo de investigación así como toda la confianza brindada.

Especialmente a mi hermana **GLADIS MERCEDES JUAREZ** por el apoyo incondicional que me ha brindado siempre.

A los docentes de la **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**, por su aporte en mi formación profesional

A la empresa almacenadora del agro (**ALMAGRO**) en especial a su gerente general Lic. **CARLOS VELAZQUEZ**, por el financiamiento de las actividades de campo del presente trabajo de investigación

Al Ing. Agr. **CARLOS ANDRADE** por su invaluable colaboración en en la realización de este trabajo.

Al personal de **ALMAGRO**, así como a todos mis amigos que me ayudaron para la elaboración de este trabajo.

YERALF JOSE JUAREZ

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISI'ON DE LITERATUR	5
IV. MATERIALES Y METODOS	8
4.1. Ubicación del experimento	8
4.2. Tipo de suelo	8
4.3. Metodología experimental	9
4.4. Variables medidas	10
4.5. Manejo agronómico	12
4.6. Descripción de los herbicidas	14
4.7. Análisis estadístico	14
4.8. Análisis económico	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
3. 1. Efecto del manejo de suelo y manejo de malezas sobre la dinámica de las malezas	16
3.1.1. Abundancia de malezas	16
3.1.2. Dominancia de las malezas	21
3.1.2.1. Cobertura de las malezas	21
3.1.2.1. Biomasa de las malezas	22
3.1.3. Comparaciones entre tratamientos y grupos de tratamientos	26
3.1.4. Diversidad de malezas	27
3.2. Porcentaje de control de malezas por los tratamientos herbicidas	33
3.3. Fitotoxicidad de los tratamientos herbicidas	35
3.4. Influencia de manejo de suelo y control químico de malezas sobre el crecimiento de sorgo granífero	37
3.4.1. Altura de plantas de sorgo	37
3.4.2. Excursión de la panoja	37
3.4.3. Longitud de panoja	38
3.5. Influencia de manejo de suelo y manejo de malezas sobre los componentes del rendimiento de sorgo granífero	40
3.5.1. Número de panojas cosechadas por hectárea	40
3.5.2. Porcentaje de acame	40

Continúa.....

Sección	Página
3.5.3. Número de espiguillas por panoja	41
3.5.4. Longitud de panoja	42
3.5.5. Peso de mil granos	42
3.6. Influencia de labranza de suelo y control químico de malezas sobre el rendimiento del cultivo	43
3.6.1. Interacciones entre tratamientos	45
3.6.2. Comparación de tratamientos y grupos de tratamientos	46
3.7. Análisis económico de los tratamientos evaluados	48
3.7.1. Análisis beneficio costo	48
3.7.2. Análisis de dominancia	48
3.7.3. Análisis marginal	51
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. BIBLIOGRAFIA	54
VIII. ANEXO	56

INDICE DE FIGURAS

Figura #		Página
1.	Precipitación y temperatura promedio mensual durante el tiempo en que se desarrolló el experimento. ALMAGRO, Masaya, Postrera, 1996	8
2.	Influencia de labranzas de suelo, sobre la abundancia de malezas en cuatro momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	17
3.	Influencia de control químico de malezas, sobre la abundancia de malezas en tres momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	20
4.	Influencia de labranzas de suelo sobre el porcentaje de cobertura de malezas, en tres momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	21
5.	Influencia de controles químicos de malezas sobre el porcentaje de cobertura de malezas, en tres momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	22
6.	Influencia de labranzas de suelo y controles químicos de malezas, sobre la biomasa de malezas en tres momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	23
7.	Influencia de controles químicos de malezas, sobre la biomasa de malezas en tres momentos después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	25
8.	Efecto de los tipos de labranza (convencional y mínima) sobre el rendimiento de grano (kg/ha). ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	44
9.	Efecto de los controles químicos de malezas sobre el rendimiento de grano (kg/ha) . ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	45
10.	Curvas de beneficios netos del ensayo de labranza y manejo de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro #		Página
1.	Características químicas y físicas del suelo del área donde se realizó el estudio. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	9
2.	Factores evaluados en experimentos de control de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	10
3.	Descripción del cultivar utilizado en el experimento. ALMAGRO, Masaya, postrera, 1996	13
4.	Comparaciones ortogonales entre los tratamientos evaluados. Variable peso seco de malezas al momento de la cosecha. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	26
5.	Influencia de manejos de suelo sobre la diversidad de malezas y porcentaje que representa cada una de las especies en cada sistema de labranza. Muestreo realizado a los 75 días después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	28
6.	Diversidad de malezas y porcentaje que representa cada una de las especies de malezas en los tratamientos con control de malezas Muestreo realizado a los 75 días después de la siembra. ALMAGRO, Masaya, Postrera, 1996.	32
7.	Porcentaje de enmalezamiento en parcelas tratadas con herbicidas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	34
8.	Porcentaje de plantas con síntomas de fitotoxicidad en dos momentos después de la siembra del cultivo. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	36
9.	Descripción de la fitotoxicidad de cada tratamiento según la escala de EWRC. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	36
10.	Altura de plantas (cm), longitud de panoja (cm) y excursión de panoja (cm), en los tipos de labranza y manejo de malezas a los 75 días después de la siembra. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	39
11.	Número de panojas, porcentaje de acame, número de espiguillas, longitud de panoja y peso de grano influenciado por labranza del suelo y control químico de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	43
12.	Rendimiento de grano de sorgo (kg/ha) en las combinaciones de tratamientos. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	46
13.	Comparaciones ortogonales entre los tratamientos evaluados.	

	Variable rendimiento de grano. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	47
14.	Presupuesto parcial del experimento de manejo de suelos y control de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	49
15.	Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados en experimento de manejo de suelos y control de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	50
16.	Análisis marginal del ensayo de manejo de suelo y manejo de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996	51
17	Precio de labores y productos considerados para el análisis económico. ALMAGRO, Postrera, 1996.	52

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante la época de postrera (agosto-noviembre), 1996, en los predios de la Empresa Almacenadora del Agro (ALMAGRO), departamento de Masaya. En este estudio se evaluó el efecto de labranzas de suelos (convencional y mínima) y manejos químico de malezas (pendimentalin, pendimentalin+ atrazina, atrazina y metolachlor) sobre la dinámica de malezas y el rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Un tratamiento se dejó enmalezado durante todo el ciclo. El diseño utilizado para fue de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: abundancia, diversidad, cobertura y biomasa de malezas. También se evaluaron los componentes del rendimiento del sorgo (número de espigilla por panoja, longitud de panoja, peso de mil granos) Los resultados indican que el sistema de labranza convencional tendió a mantener durante todo el ciclo del cultivo la menore abundancias de malezas, menor porcentaje de cobertura y menor acumulación de biomasa por parte de las misma en comparación con la labranza mínima, indicando ello una menor competencia, permitiendo obtener mayores rendimientos en el cultivo del sorgo. Los tratamientos pendimentalin + atrazina y pendimentalin resultaron ser los más beneficiosos en cuanto a control se refiere. El metolachlor ejerció buen control de las malezas, pero presentó problemas de fitotoxicidad para el cultivo lo cual redujo el rendimiento del mismo. Los tratamientos herbicidas mantienen el cultivo con baja presión de malezas durante un período aproximado de 40 días después de la siembra, posterior a este período el efecto de los herbicidas se reduce o se pierde. El tratamiento a base de atrazina presentó mayor abundancia y biomasa de maleza durante todo el ciclo, y presentó niveles de enmalezamiento similares a los del testigo al momento de la cosecha. El rendimiento obtenido por este tratamiento fue uno de los mas bajos del estudio. Los tratamientos pendimentalin + atrazina y pendimentalin, mejoran su efectividad cuando se utilizan bajo labranza convencional, lo cual permite obtener mejores rendimientos de grano. El herbicida metolachlor reduce las poblaciones de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.), sin embargo permite el establecimiento de malezas más agresivas como caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). El análisis económico de los tratamientos en estudio muestran que la aplicación de pendimentalin presentó la mejor tasa de retorno marginal.

I. INTRODUCCION

El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es originario de Africa, y fue introducido en América hace aproximadamente cien años. En la actualidad está ampliamente distribuido a lo largo y ancho del mundo, cultivándose anualmente 47. 8 millones de hectáreas (FAO, 1982), lo cual constituye la quinta posición en área sembrada entre los cereales, siendo superado por trigo, arroz, maíz y cebada. Las mayores áreas de producción en la actualidad incluyen las grandes planicies en Norte América, el sur de Sahara en Africa, el noreste de China, el centro de la India y Argentina (Peacock & Wilson, 1984).

En Nicaragua el 83. 4 por ciento de las áreas destinadas al cultivo de sorgo es manejado por medianos y grandes productores, quienes siembran dicho cultivo con fines industriales. Las siembras de dicho cultivo se realiza con alta tecnología (maquinaria adecuada, insumos y semilla hibrida o variedad mejorada. Alvarez & Talavera, 1991).

A pesar de su importancia, los niveles de producción de sorgo, estan por debajo de los rendimientos potenciales del cultivo. El rendimiento promedio a nivel mundial se estima en 1 300 kg ^{-ha} fluctuando desde los más bajos rendimientos de 600 kg ^{-ha} en partes de Africa hasta los mas altos que son 4 000 kg ^{-ha} en Latino America (Peacock & Wilson, 1984). En Nicaragua el promedio de rendimiento durante el año 1996-1997 fue de 2389. 1 kg ^{-ha}, lo que constituye un avance significativo con respecto al año 1995-1996 cuyos rendimientos fueron de 2 065. 5 kg ^{-ha}. *

El crecimiento rápido de la producción de sorgo y la necesidad de tecnificar el cultivo, ha traído consigo problemas que afectan la producción, siendo uno de ellos el manejo de las malezas, las cuales disminuyen significativamente los rendimientos de grano. Lo anterior hace necesario el control eficaz de dichos individuos, pero a la vez es necesario la implementación de técnicas que aseguren reducir las malezas de los campos sorgueros,

* <http://www.bcn.gob.ni/infanu/informes.html>

sin deterioro de los recursos disponibles y del medio ambiente (Alemán, 1997).

En los últimos tiempos ha tomado auge la reducción de la labranza en la siembra de los cultivos. La labranza reducida o labranza de conservación permite obtener aceptables rendimientos y consiste en reducir hasta donde sea posible las medidas de roturación del suelo. Este sistema de labranza tiene las siguientes ventajas: reduce los problemas de malezas, evita la erosión (Tapia y Camacho, 1988), aumenta la fertilidad, mejora la propiedades físicas y mantiene la humedad de los suelos. En las siembras de labranza mínima se omiten las operaciones de arado y grada, la maleza se elimina por medio de la utilización de herbicidas de contacto y se siembra con el mínimo disturbio del suelo.

La preparación del suelo es un factor de gran importancia en el comportamiento de la física, química y biología del suelo, que determina la fertilidad, erosión, infiltración y almacenamiento del agua. En el caso del cultivo del sorgo, la buena preparación del suelo controla las malezas presentes y permite que las semillas de las malezas se depositen en la capa superficial, lo cual facilita la acción de los herbicidas pre-emergentes. La preparación del suelo debe permitir que éste quede suelto y los residuos de malezas sean incorporados. La presencia de terrones y deficiente nivelación en el campo afectan la germinación de la semilla y reducen el efecto de los herbicidas utilizados en pre-emergencia y post-emergencia temprana (Alemán, 1997).

El uso de herbicidas en el cultivo de sorgo es una acción complementaria a las prácticas culturales utilizadas para reducir las malezas y no un método único de control. Las áreas sembradas de sorgo —por lo general extensas— exigen la utilización de productos químicos herbicidas que disminuyan las poblaciones de malezas a niveles que no ocasionen daño económico a través de la competencia.

En Nicaragua, el uso incorrecto de herbicidas a base de atrazina para el control de maleza en el cultivo del sorgo, ha ocasionado un aumento considerable de especies poáceas las que no son controladas por dicho herbicida, principalmente *Cenchrus* sp, (mozote) *Leptochloa* sp, (hierba de hilo) y *Rottboellia conchinchinensis* (caminadora), las cuales debido a su agresividad limitan significativamente el potencial de rendimiento de

variedades y/o híbridos en la producción de grano (Pineda, 1986).

Existen una gama de productos herbicidas que se recomiendan en el cultivo de sorgo, sin embargo muchos de ellos son aplicados sin criterios de conocimiento de las malezas que afectan y sin el previo análisis de la flora presente en el área a sembrar. Es conocido que los herbicidas afectan determinados tipos de plantas, sin afectar a otros tipos de plantas. Para recomendar la utilización de herbicidas es importante el conocimiento del historial del lote y el muestreo inicial de malezas previo a la preparación del suelo. La aplicación de los herbicidas debe basarse en el tipo de maleza presente.

La necesidad de ser más competitivos en la producción de sorgo obliga a desarrollar estrategias de manejo de suelo y manejo de malezas que permitan reducir los costos de producción y a la vez resulten eficientes en afectar otros factores inmersos en el sistema de producción. Lo anterior ha conducido a la implementación del siguiente experimento, el cual persigue los siguientes objetivos.

II OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de sistemas de labranzas (mínima y convencional) sobre las malezas y sobre la productividad del cultivo de sorgo.**
- Evaluar el control que ejercen los productos químicos herbicidas (pendimetalin, atrazina y metolachlor), recomendados en el cultivo del sorgo.**
- Determinar el comportamiento de las malezas, bajo dos sistemas de labranza y tres productos químicos.**

III. REVISION DE LITERATURA.

La dinámica de malezas (cenosis) se refiere al comportamiento de las malezas entre sí, su situación, su dinámica, etc. Se define como el conjunto de plantas que crecen en un lugar sobre territorio homogéneo con una composición y estructura determinada, por lo general está formada por especies dominantes y secundarias (Aleman, 1991)

La dinámica de las malezas se modifica con un buen manejo a través de sistemas de labranzas y control de malezas. Cabe poner mas atención en alternativas que signifiquen mejores soluciones agronómicas y económicas. El manejo no solo consiste en el empleo de un determinado método y la eliminación a corto plazo de la flora indeseable, sino se trata de acciones conjuntas y secuenciales con miras a reducir en el tiempo la acción detrimental de ellas (Tapia, 1987).

La dominancia de las malezas es un parámetro de gran valor al momento de evaluar la competitividad de las especies. Está determinada por el porcentaje de cobertura y el peso seco acumulado (Pohlan, 1984). Aleman (1991) señala que la dominancia se puede estimar visualmente por el grado de cobertura de la especie. Doll (1975) indica que la relación entre dominancia de malezas y rendimiento de cultivo es conocida por la competencia que estos ejercen sobre dicho cultivo.

La cobertura no solo está determinada por el número de individuos en una área, sino también depende de las características que presenta la planta dentro del complejo de malezas existentes (Porte y Arquitectura), lo que permite obtener mayor biomasa. Montes, (1987), citado por Ortiz y Varela (1990).

Cobertura se define como la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de la parte aérea de los individuos de las especies consideradas (Hernández, 1992). Pérez (1987) sostiene que el método de evaluación visual de malezas

está basado en el porcentaje de cobertura por especie y total. Desde el punto de vista práctico este método es más rápido, pero requiere un determinado nivel de adiestramiento. Consiste en determinar a través de la vista el o los sitios que se encuentran infestados por malezas (Alemán, 1991).

El peso de materia seca de malezas presentes influyen sobre la magnitud de la competencia, estando inversamente correlacionada tanto con los componentes del rendimiento como con el peso de materia seca del rastrojo (López & Galeato, 1982). El peso seco acumulado es una forma a través de la cual se evalúa la dominancia en peso seco por especie y por metro cuadrado (Pohlan, 1984). El peso seco de las malezas no solo depende de la abundancia de los individuos, sino también del grado de desarrollo y cobertura que éstos tengan (Montes, 1987).

El término diversidad se refiere al número de especies de malezas que aparecen durante el ciclo de un cultivo. La diversidad de malezas, es una herramienta importante para la toma de decisiones al momento de realizar una estrategia de manejo de malezas, ya que nos permite conocer las especies que predominan en las áreas de cultivo, y así poder realizar un mejor manejo de ellas (Alemán, 1997).

Holzner *et al.* (1985) afirma que el uso de químicos da como resultado la reducción del número de especies en las zonas tratadas, el aumento de la densidad y de la capacidad de crecimiento de las especies resistentes, la creación de vacíos que permiten la invasión de especies que vienen de lugares fuera del campo o de otras zonas y la evolución de variedades resistentes de especies que hasta entonces eran susceptibles.

El uso de herbicidas ha producido una tendencia a la acumulación de malas hierbas tolerantes a este método de control. El proceso de incremento de la resistencia se ha comenzado a sentir de manera importante en unas pocas especies, existiendo una selección rápida de especies tolerantes de malas hierbas que se han traducido en cambios importantes en la flora correspondiente (Parker, 1980).

El crecimiento es el proceso mediante el cual la planta experimenta cambios en su composición morfológica (altura, diámetro, hojas etc).

La altura de planta es un parámetro muy importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, lo cual es deseado para generar sombra y a la vez supresión de otras plantas que comparten el mismo espacio. La altura esta determinado por la elongación del tallo, al acumular en su interior nutrientes producidos durante la fotosíntesis (Pacheco, 1991).

IV. MATERIALES Y METODOS

4. 1. Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó durante la época de postrera (agosto - noviembre), 1996, en los predios de la empresa almacenadora del agro. (ALMAGRO), ubicada en el departamento de Masaya a los 11°59' latitud norte y 86°06' longitud oeste. Las precipitaciones y temperaturas promedio durante el tiempo en el cual se desarrolló el experimento se presentan en la Figura 1.

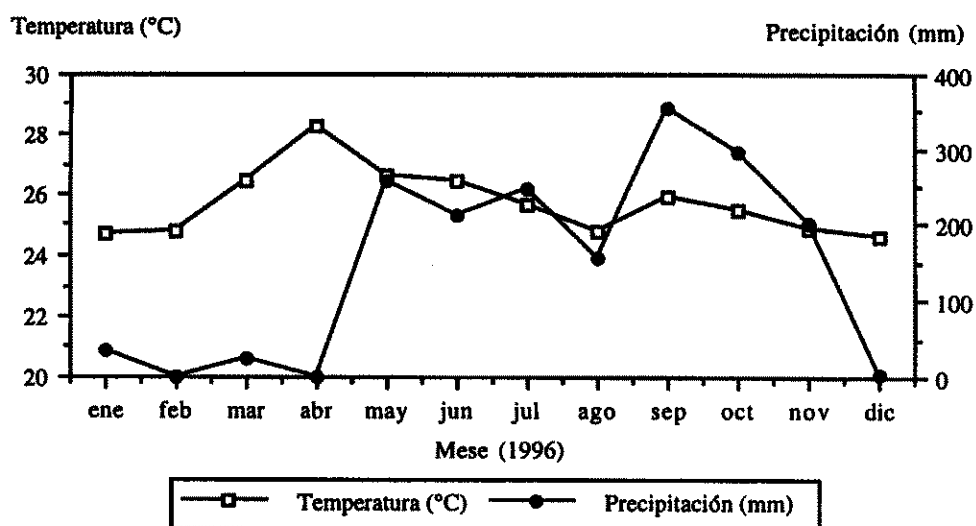


Figura 1. Precipitación y temperatura promedio mensual durante el tiempo en que se desarrolló el experimento. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

4. 2. Tipo de suelo

El suelo del área experimental es franco arcilloso, presenta pH ligeramente ácido (6. 2), posee un contenido alto en materia orgánica (4. 70), su contenido de nitrógeno y potasio es alto y presenta contenido medio de fósforo. Las propiedades físicas y químicas de los suelos del área donde se desarrolló el experimento son presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo del área donde se realizó el estudio.(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Nútrientes	Valor	Clasificación
Ph (H ₂ O)	6. 2	Ligeramente acido
Materia orgánica (%)	4. 70	Alto
N (%)	0. 23	Contenido alto
P (ppm)	11	Medio
K (meq / 100 g de suelo)	1. 35	Alto
Fe (ppm)	36	Alto
Cu (ppm)	14. 4	Alto
Zn (ppm)	1. 8	Muy bajo
Mn (ppm)	1. 3	Alto
Arcilla (%)	35. 2	
Limo (%)	30	
Arena (%)	47. 5	(Suelo franco-arcilloso)

*Fuente: Laboratorio de suelos, UNA.

4.3. Metodología experimental

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (B.C.A.) con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Evaluando dos factores en estudio —labranza y control de malezas— con dos y cinco niveles respectivamente. Los factores a evaluar se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Factores evaluados en experimentos de control de malezas.(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

FACTOR	NIVELES
A: Labranza	a1 -Labranza convencional
	a2 -Labranza mínima
B: Manejo de las malezas	b1 -pendimetalin (post temprano)
	b2 -pendimetalin + atrazina + (post temprano)
	b3 -atrazina (post temprano)
	b4 -metolachlor + concept II (post temprano)
	b5 -Testigo absoluto (enmalezado)

Dimensión y descripción de la unidad experimental. La parcela experimental estuvo constituida por ocho surcos de 27 m. de largo, separados a .91 m. entre sí, (196. 56 m²) utilizando como la parcela útil un área de los seis surcos centrales, en la cual se realizaron los muestreos y la toma de datos.

El área de la sub-parcela fue de 43. 68 m² (6 * 7. 2 m). El área de cada bloque fue de 393. 12 m² (54 m * 7. 2 m). El espaciamiento entre bloque fue de metros, y un metro entre las sub-parcelas. El área total del ensayo fue de 2 172. 84 m². (38. 12 * 57 m).

4.4. Variables medidas

Fitotoxicidad. La fitotoxicidad se evaluó a los 15, 28 y 41 días después de la siembra. Se realizó en los cuatro surcos centrales de cada uno de los tratamientos abarcando todas las plantas existentes en esa área, utilizando para ello la escala de fitotoxicidad según EWRC (European weed Reseach Council).

-Censo de malezas. (Abundancia). El censo de malezas se realizó a los 18, 33, 48 días después de la siembra en todos los tratamientos. La evaluación consistió en el censo de malezas por especies en un área de 1 m² / parcela experimental.

-Porcentaje de cobertura. Se determinó la cobertura de malezas (proyección horizontal) en un área de un metro cuadrado a los 18, 33 y 48 días después de la siembra.

-Peso fresco y peso de malezas. Para evaluar esta variable se hicieron muestreos en una área de 1 m², a los 18, 33 y 48 días después de la siembra. A las muestras recolectadas se les determinó el peso fresco, para determinar peso seco se tomó una sub-muestra de 100 g por tipo de malezas, la cual se secó al horno, durante 48 horas a una temperatura de 60 °C., y obtener su peso seco.

A los 75 días después de la siembra se evaluaron las siguientes variables:

-Altura de planta. Medida en cm. a partir de la base de la planta (a nivel del suelo) hasta el ápice de la panoja.

-Excursión de panoja. Medida en cm. a partir de la hoja bandera hasta la primera espiguilla de la panoja.

-Longitud de panoja. Medida en cm. a partir de la primera ramilla de la panoja hasta su ápice.

-Componentes de rendimiento (número de espiguillas por panoja, longitud de espiguilla). Se tomaron sub-muestras de 10 panojas a las cuales se les contó el número de espiguillas en cada una de ellas y posteriormente se obtuvo el promedio. De igual forma se seleccionaron de forma aleatoria 10 espiguillas, a las cuales se les midió la longitud, para posteriormente obtener el promedio.

Peso de panoja y rendimiento de grano. A las panojas colectadas en la parcela útil se les determinó el peso (g). Las panojas fueron puestas a secar al sol y posteriormente se extrajo el grano de forma manual, para obtener el rendimiento (kg/ha).

4. 5. Manejo agronómico

En labranza convencional la vegetación del área experimental fue eliminada por medio de la utilización de herbicidas quemantes (Round-up a razón de 3.55 litros / ha. Posteriormente se hicieron dos pases de arado y dos pases de grada. Con la última grada se niveló el campo.

En labranza mínima, la vegetación fue eliminada por medio de la utilización del herbicida quemante Round-up a razón de 3.55 l / ha. Una vez que la vegetación fue afectada por el herbicida se utilizó un pase de grada y se permitió que los residuos de malezas permanecieran en el campo.

Para la siembra se utilizó una sembradora diseñada para este método de siembra, de marca John Deere con cuatro carros, la que está dotada de un dispositivo especial que le permite cortar la cobertura (Mulch) y abrir el suelo para depositar la semilla. La distancia entre hilera fue de 91 cm. , depositando 25 semillas por metro lineal, esto da una población inicial aproximada de 355 000 plantas / hectárea.

Fertilización. Se aplicaron 112 kg/ha. de completo (NPK) de la fórmula 12-30-10 al momento de la siembra y la fertilización nitrogenada se realizó a los 22 días después de la siembra a razón de 112 kg/ha. de urea 46 por ciento.

Equipo de aplicación de los herbicidas. Se utilizó bomba de mochila con una presión de aproximadamente 30 lb/pul². Usando un volumen de aplicación de 227 l/ha.

Control de plagas. Después de un previo muestreo de suelo se decidió tratar la semilla con Carbofuran (Marschall), para el control de plagas del suelo, en dosis de 1 lb/50 lb de semilla.

En el caso del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*), se realizó una aplicación preventiva a base de Deltametrina (Decis) a lo 58 días después de la siembra, en dosis de 498 cc/ha.

Variedad utilizada. Se utilizó el híbrido 8 300 de PIONEER, el cual presenta grano de color rojo, alcanza una altura de 1. 60 m, presenta panoja semi abierta, y alcanza humedad de 25 por ciento a los 90 - 95 días. Presenta resistencia a múltiples enfermedades. En la Cuadro 4 se presenta la descripción del cultivar utilizado.

Cuadro 3. Descripción del cultivar utilizado en el experimento.(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.

Características P-8300

Días a flor	55
Altura de plantas en (cm)	144
Color del grano	Rojo
Tipo	Semi abierto
Panoja	tamaño (cm) 24
Long. de excerción (cm)	19
Potencial genético (qq/mz)	190
Regiones donde se recomienda	II, III y IV

(Pacheco, 1989).

4.6. Descripción de los herbicidas

Pendimetalin. Herbicida selectivo, de buen control sobre malezas poaceas y algunas hojas anchas como jalacate (*Thitonia* sp), verdolaga (*Portulaca oleraceae*) y sancocho (*Boheravia* sp). Se le puede utilizar en pre-emergencia de cobertura aunque también puede ser usado como pre-siembra incorporado, aumentando su eficiencia en un 25 por ciento. Es compatible con atrazina y alachlor, con este último ejerce buen control contra hoja ancha. Se le puede utilizar en cebolla con la modalidad de pre-emergencia de cobertura.

Atrazina Conocido comercialmente con el nombre de Gesaprin se usa como pre-emergente y como post-temprano. Actúa inhibiendo la función clorofílica y la formación de azúcares. Controla malezas anuales dicotiledóneas y en particular malezas poaceas de germinación temprana. Para una máxima efectividad requiere de buenas condiciones de humedad del suelo. Es selectivo para cultivos como maíz, sorgo, platano, caña de azúcar y en café.

Metolachlor. Conocido comercialmente como Dual, pertenece al grupo de las amidas, se puede utilizar como pre-emergente y como pre-siembra incorporado, es un herbicida selectivo con acción destacada contra poaceas y cyperaceas. Se recomienda en algodón, frijol, maní y soya. (Aleman, 1991).

4. 7. Análisis estadístico

Los datos de crecimiento de la planta de sorgo, los componentes del rendimiento y el rendimiento como tal fueron analizados por medio de análisis de varianza y pruebas de rangos múltiples de Duncan al 95 por ciento de confianza. Las medias de peso seco de malezas y rendimiento de grano fueron sometidos a comparaciones por medio de contrastes ortogonales

4. 8. Análisis económico

Los datos de rendimiento fueron sometidos a análisis económico con el propósito de determinar los beneficios netos y retornos marginales de cada uno de los tratamientos. Para ello se utilizó la metodología de presupuesto parcial propuesta por CIMMYT (1988).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5. 1. Efecto del manejo de suelo y manejo de malezas sobre la dinámica de las malezas

En el presente estudio, el análisis realizado a las variables de malezas en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo del sorgo, muestran que no existen interacciones entre los factores en estudio, por tanto se presentan los efectos principales de cada uno de los factores.

5.1.1. Abundancia de malezas

El termino abundancia se refiere al número de individuos por unidad de área (m²) de una especie determinada (Aleman, 1991).

Efecto de las labranzas sobre la abundancia de malezas. El análisis realizado a esta variable muestra que no existen diferencias considerables entre los manejos de suelos en todas las evaluaciones realizadas durante el ciclo del cultivo. Sin embargo en la labranza mínima (LMI), se observó la tendencia de mayor abundancia de malezas de hojas ancha y hoja fina, así como de abundancia total, en relación a la labranza convencional (LCO) en los cuatro momentos evaluados.

A los 18, 33 y 48 días después de la siembra se observó mayor abundancia de malezas de hija que de hojas anchas en todas las fechas evaluadas. Se presentó ligera superioridad en abundancia de dicotiledóneas en labranza mínima (Figura 2). El área donde se desarrolló el experimento estaba invadido de malezas de hoja fina, y posiblemente el hecho de la roturación del suelo favoreció el establecimiento de especies poaceas sobre todo en tratamientos que no ejercen un buen control sobre este tipo de malezas (Atrazina).

La abundancia de malezas se incrementó en los muestreos realizados a los 33 y 48 días después de la siembra en todos los tratamientos. Lo anterior demuestra que a los 48 días

después de la siembra el efecto de los herbicidas ha desaparecido y nuevas comunidades de malezas empiezan a invadir el campo. En este momento el cultivo ha logrado el suficiente desarrollo para limitar el surgimiento de las malezas en niveles competitivos.

La abundancia de malezas decreció en el muestreo realizado al momento de la cosecha, lo anterior se explica por la plasticidad de las malezas, ya que al inicio se establecen grandes poblaciones de malezas, pero al final predominan solamente aquellas de mejor desarrollo. En este último muestreo la abundancia de malezas fue similar en los sistemas de labranzas presentando una ligera superioridad la labranza convencionalidad en comparación con la mínima.

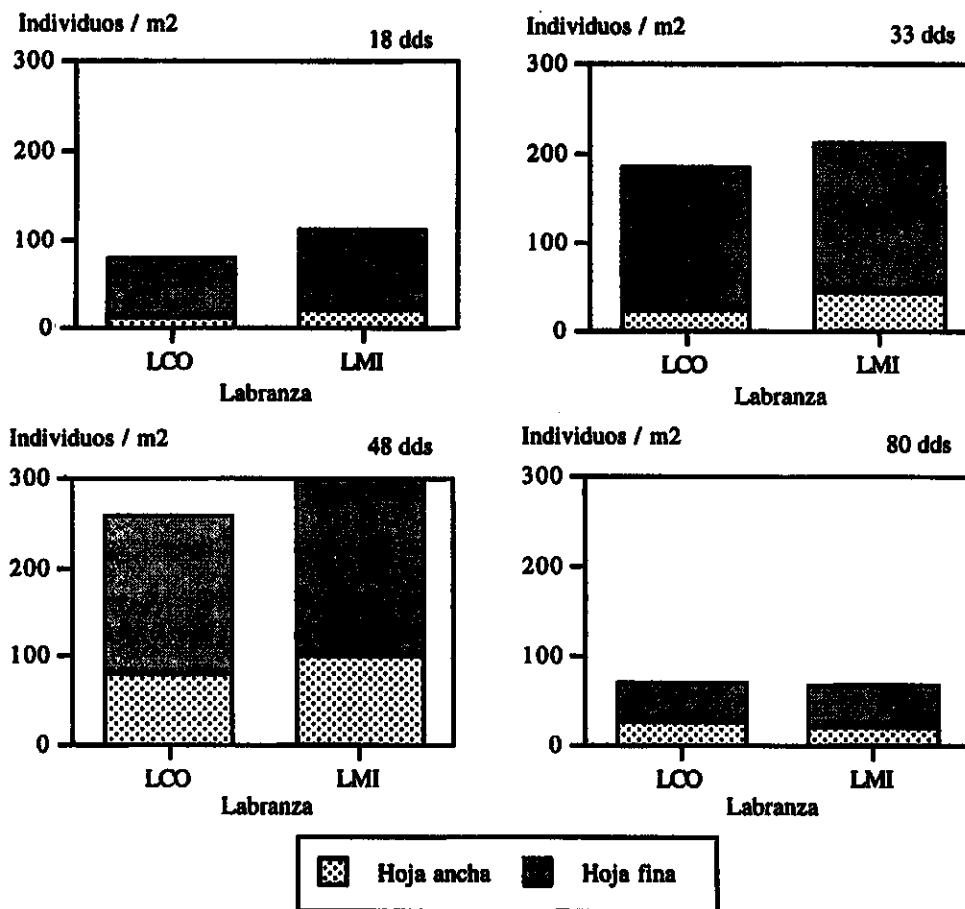


Figura 2. Influencia de labranzas de suelo, sobre la abundancia de malezas en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Efecto de manejos de malezas sobre la abundancia de malezas. En los recuentos realizados a los 18 y 33 días después de la siembra, se observa que los manejos químicos de malezas tuvieron efecto significativos sobre la abundancia de malezas. El tratamiento atrazina, resultó ser el más ventajoso de todos en el control de malezas de hoja ancha, lo mismo que el tratamiento atrazina + pendimetalin, los cuales realizaron excelente control de este tipo de malezas (Figura 3). Lo cual se debe a el hecho de que este producto es de marcada eficiencia en el control de este tipo de malezas, teniendo muy poco efecto contra poaceas.

En el control de malezas de hojas finas, el tratamiento metolachlor resultó ser el que mejor controló este tipo de malezas, siendo la atrazina el más desventajoso de todos. En relación a la abundancia total de malezas, el tratamiento atrazina + pendimetalin resultó ser el de mejores resultados (Figura 3).

El número de malezas por metro cuadrado se incremento durante el tercer recuento, indicando que para esa fecha los tratamientos herbicidas dejaron de ejercer control de las malezas.

En el tercer recuento realizado a los 48 días después de la siembra, los tratamientos atrazina -pendimetalin y atrazina fueron los mejores en relación a abundancia de hoja ancha, no así el pendimetalin que resultó con mayores cantidades de este tipo de malezas. En cuanto a hoja fina los tratamientos atrazina - pendimetalin y metolachlor fueron los que tuvieron mejores resultados. La atrazina acumuló mayores cantidades de este tipo de malezas (Figura 3).

La tendencia de control de malezas de parte de los tratamientos evaluados se mantuvo a traves de las diferentes evaluaciones durante el ciclo del cultivo. El mejor control de las malezas se obtuvo por medio de la aplicación de los herbicidas pendimetalin mas atrazina. Este tratamiento y la aplicación de atrazina, no presentaron malezas de hoja ancha durante los dos primeros muestreos, sin embargo durante el tercer y cuarto

recuento (48 y 80 días después de la siembra), se detectaron las primeras especies de hoja ancha, evidenciando que la residualidad de dichos herbicidas no se extiende después de los 40 días después de la siembra.

El tratamiento a base de metolachlor resultó excelente en el control de las malezas, sin embargo resultó tóxico para el cultivo, principalmente por daño ocasionado a las raíces de la planta de sorgo. El daño ocasionado provocó reducciones en el rendimiento del cultivo. (I.C.I. 1986) es de resaltar que el efecto de metolachlor como herbicida gramínicida es superior al de pendimetalin como herbicida gramínicida pre-emergente.

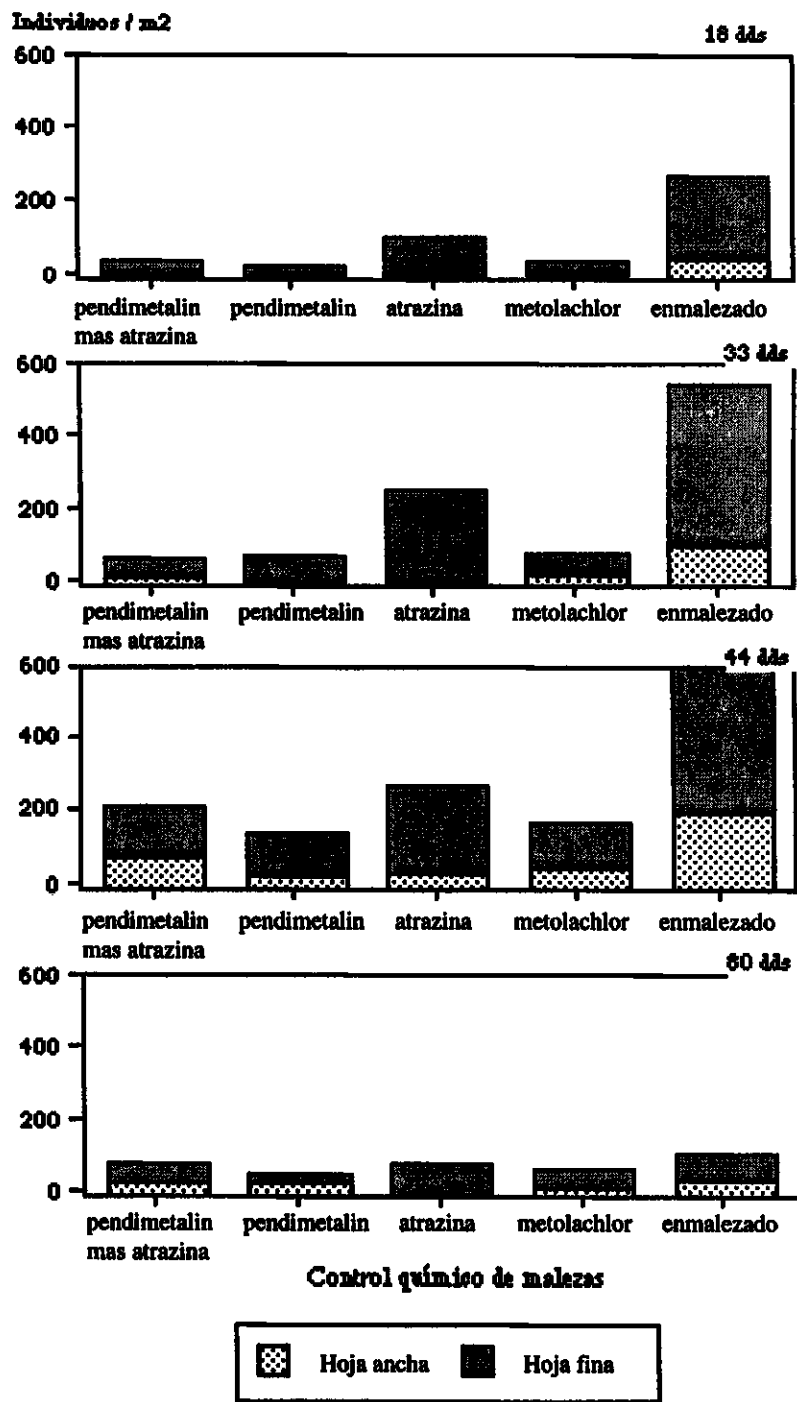


Figura 3. Influencia de control químico de malezas, sobre la abundancia de malezas en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

5.1.2. Dominancia de las malezas

5.1.2.1. Cobertura de las malezas

Influencia de labranzas sobre la cobertura de malezas. El porcentaje de cobertura de malezas fue evaluada en cuatro momentos durante el ciclo del cultivo. En la primera evaluación (18 días después de la siembra) labranza mínima obtuvo la menor cobertura de malezas, mientras que en el segundo y tercer recuento la cobertura de malezas fue superior en labranza convencional (Figura 4).

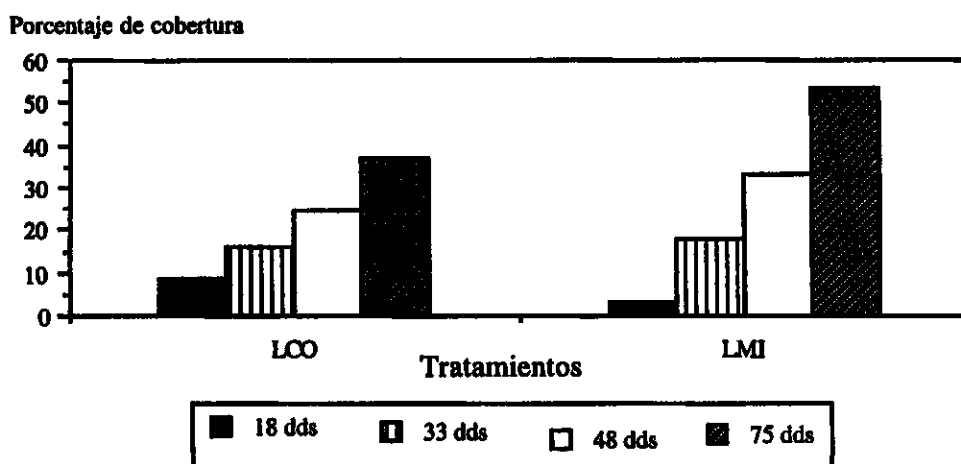


Figura 4. Influencia de labranzas de suelo sobre el porcentaje de cobertura de malezas, en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Influencia de controles químicos de malezas sobre la cobertura de malezas. En todas las evaluaciones realizadas existió mayor cobertura de malezas en el tratamiento enmalezado, en segundo lugar se ubicó el tratamiento a base de atrazina. Los menores porcentajes de cobertura se obtuvieron con los tratamientos a base de atrazina mas pendimetalin y el tratamiento metolachlor.

La cobertura presentada en los tratamientos pendimetalin, pendimetalin más atrazina y metolachlor fue similar en las dos primeras evaluaciones, evidenciando control residual de parte de estos productos. La cobertura comenzó a incrementarse durante el tercer muestreo (48 días después de la siembra.) lo cual permite afirmar que a ese momento la residualidad de los herbicidas ya no asegura control de las malezas.

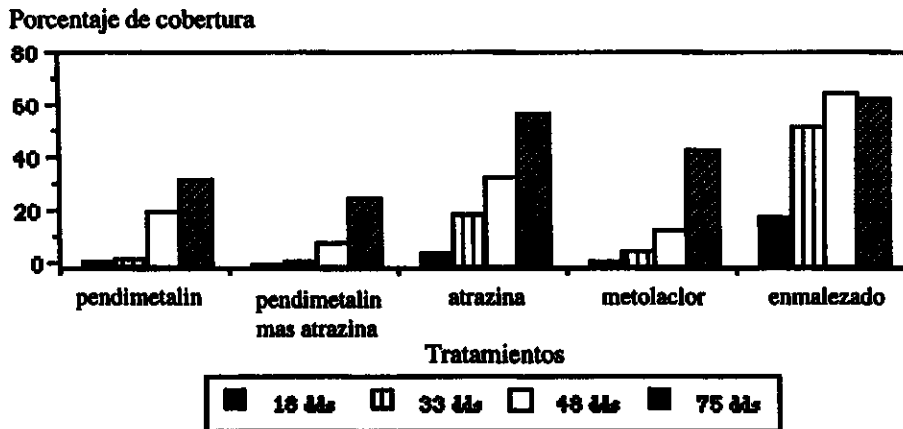


Figura 5. Influencia de controles químicos de malezas sobre el porcentaje de cobertura de malezas, en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

3.1.2.1. Biomasa de las malezas

Influencia de labranza sobre la biomasa de las malezas. La labranza mínima obtuvo las mayores cantidades de materia seca de malezas durante todas las evaluaciones efectuadas, lo anterior es debido a una mayor abundancia de malezas monocotiledóneas, las cuales acumulan grandes reservas de biomasa a medida que el cultivo crece como es el caso de la caminadora *Rottboellia cochinchinensis* (Figura 6). Esto posiblemente se debe a que en suelos que se encuentran bien mullidos puedan mejorar en cierto grado el efecto de los productos herbicidas, sobre cuando se trata de aquellos de modalidad de aplicación de pre-emergencia, por el hecho que la absorción de estos productos se facilita a través del sistema radicular de las plantas, por tanto la incorporación del producto a la solución del suelo se ve mejorada bajo el sistema labranza convencional por la mayor porosidad del suelo.

El peso seco de malezas se incrementó sustancialmente a los 48 días después de la siembra, y se redujo para el momento de la cosecha, principalmente por que muchas especies habian completado su ciclo biológico. La diferencia en peso seco entre las labranzas evaluadas fue superior en los últimos momentos evaluados. El peso seco de monocotiledóneas fue bajo en comparación con el peso seco de parte de las dicotiledóneas (Figura 6).

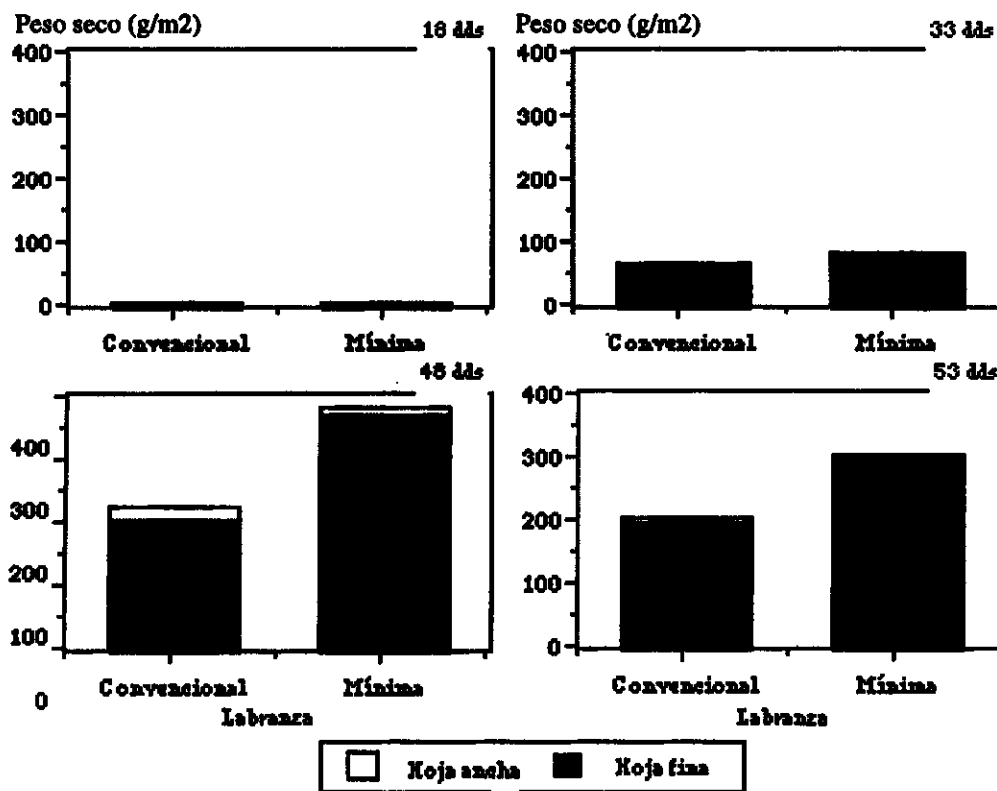


Figura 6. Influencia de labranzas de suelo y controles químicos de malezas, sobre la biomasa de malezas en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Influencia de manejos de malezas sobre la biomasa de malezas. La biomasa de malezas durante el primer recuento fue bajo. El tratamiento enmalezado presentó la mayor biomasa. Por otro lado los tratamientos metolachlor y atrazina+ pendimetalin fueron los que acumularon menor biomasa de malezas. En cambio el tratamiento

pendimetalin mostró una mayor acumulación biomasa que el resto de tratamientos. (Figura 7).

A los 33 dds, los tratamientos pendimetalin y atrazina + pendimetalin fueron los que acumularon menor biomasa, seguido de metolachlor. EL tratamiento con atrazina presentó mayores cantidades de peso seco de malezas. Durante el tercer recuento efectuado a los 48 dds, los tratamientos atrazina+pendimetalin y pendimetalin fueron los que resultaron con menores cantidades de biomasa, no así el tratamiento metolachlor que obtuvo después del testigo las mayores acumulaciones de peso seco (Figura 7).

El tratamiento con herbicida metolachlor acumuló el mayor peso seco a los 48 dds en comparación con el resto de controles, sin embargo el análisis de la abundancia muestra que este tratamiento presenta baja población de malezas. La razón principal para este comportamiento es que en este tratamiento hubo predominancia de caminadora (*R. conchinhinensis*), la cual por su porte y desarrollo no es muy abundante, pero logra acumular gran cantidad de peso seco.

La mayor acumulación de peso seco se presenta a los 48 días después de la siembra, ya que los herbicidas han dejado de ejercer su efecto sobre las malezas.

Al momento de la cosecha la mayor acumulación de peso seco de malezas en los tratamientos con aplicación de herbicidas se presentó en el tratamiento atrazina, seguido del tratamiento con metolachlor. El menor peso seco de malezas se obtuvo en las parcelas tratadas con pendimetalin y atrazina mas pendimetalin. Labrada (1986) señala que atrazina no controla *Rottboellia cochinchinensis*. Cassanova (1989.), menciona que en Nicaragua el uso de atrazina ha contribuido al establecimiento de malezas gramíneas que éste no controla. La mayor acumulación de peso seco se da en malezas monocotiledóneas. Los valores de hoja ancha fueron bajos en los muestreos (Figura 7.)

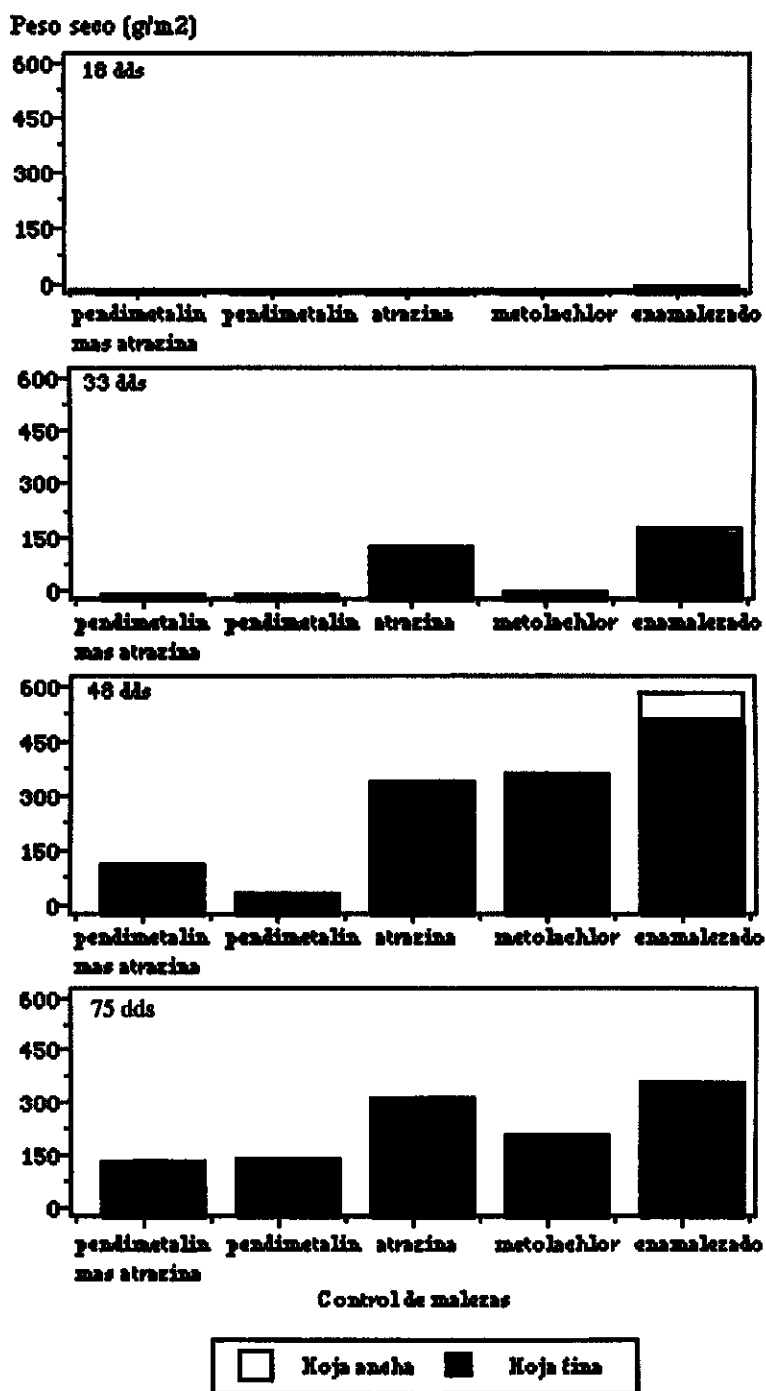


Figura 7. Influencia de controles químicos de malezas, sobre la biomasa de malezas en cuatro momentos después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

5.1.3. Comparaciones entre tratamientos y grupos de tratamientos

Las comparaciones ortogonales realizadas a la variable peso seco de malezas al momento de la cosecha muestra que existen diferencias entre los métodos de labranza evaluadas. Labranza convencional presentó menor abundancia de malezas (Cuadro 5).

Las comparaciones entre los herbicidas aplicados muestran que no hay diferencias entre la aplicación de pendimetalin y metolachlor (herbicidas graminicidas pre-emergentes) referente al control de malezas ejercido. La comparación de estos herbicidas en las labranzas muestra que el efecto ejercido por dichos herbicidas difiere entre las dos labranzas utilizadas. Los herbicidas pre-emergentes graminicidas actúan mejor en condiciones de buena preparación del suelo.

Las comparaciones entre pendimetalin y pendimetalin mas atrazina y pendimetalin mas atrazina y metolachlor no fueron significativas (Cuadro 5).

**Cuadro 4. Contrastes ortogonales entre los tratamientos evaluados.
Variable peso seco de malezas al momento de la cosecha.
(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)**

Contrast	DF	Contrast SS	F Value	Pr > F
(LC) VS (LM)	1	70351. 74	12. 33	0. 0014
(1) VS (4)	1	8098. 31	1. 42	0. 2429
(1 Y 4) VS (6 Y 9)	1	84586. 88	14. 82	0. 0006
(1 2 3 4 6 7 8 Y 9)	1	354814. 39	62. 17	0. 0001
(1 6) VS (4 9)	1	7517. 19	1. 32	0. 2602
(1 6) VS (2 7)	1	395. 76	0. 07	0. 7941
(2 7) VS (4 9)	1	11362. 60	1. 99	0. 1685

5.1.4. Diversidad de malezas

Influencia de sistemas de labranzas de suelo sobre la diversidad de malezas. A los 75 días después de la siembra, muestra que labranza convencional presentó 21 especies de malezas compitiendo con el cultivo de sorgo granífero, de las cuales 7 pertenecen a la familia Poaceae y una a la familia Cyperaceae. El resto (13 especies) pertenecen a las Dicotiledóneas. El 90.5 por ciento del total de individuos reportados pertenecen a las monocotiledóneas, (Cuadro 6).

En el manejo de suelo con labranza mínima se encontró la mayor diversidad de especies de malezas. Encontrando 22 especies de malezas, de las cuales 7 pertenecen a la clase monocotiledóneas y 15 a las dicotiledóneas. Dentro de las malezas de hoja fina 6 pertenecen a la familia Poaceae y una a la familia Cyperaceae. (Cuadro 6).

La especie más abundante en labranza convencional fue coyolillo (*Cyperus rotundus* 40.2 por ciento) en segundo lugar zacate dulce (*Ixophorus unisetus* 31.8 por ciento) y la caminadora (*Rottboelia conchinchinensis*) en tercer lugar con 10.2 por ciento del total de individuos de malezas. Las malezas monocotiledóneas constituyen el 81.5 por ciento del total de individuos reportados. El número de malezas dicotiledóneas se incrementó en labranza mínima.

En el caso de Labranza mínima, la abundancia de malezas, diversidad de malezas y la abundancia fue superior que en labranza convencional. La especie más representativa fue zacate dulce (*Ixophorus unisetus* 43.6 por ciento). En segundo lugar se ubicó el zacate invasor (*Sorghum halepense*) con 14 por ciento. *Rottboelia conchinchinensis* redujo su abundancia en labranza mínima (Cuadro 6).

La diversidad de malezas en los sistemas de labranzas no difiere significativamente. En ambos sistemas las especies de malezas monocotiledóneas lograron competir con el cultivo. Sin embargo en el sistema de labranza convencional, la presión de malezas fue menor que en labranza mínima. Lo anterior se debió a una mayor humedad en el suelo en labranza mínima, lo que aprovecharon las malezas para su rápida proliferación, además los tratamientos de malezas se vieron afectados en su eficiencia por la misma causa.

Cuadro 5. Diversidad de malezas y porcentaje que representa cada una de las especies en cada sistema de labranza. Muestreo realizado a los 75 días después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Labranza convencional	Ind/m ²	Porcentaje	Labranza mínima	Ind/m ²	Porcentaje
<i>Sorghum halepense</i>	34,99	3.8	<i>Sorghum halepense</i>	169.47	14.0
<i>Cyperus rotundus</i>	371,00	40.2	<i>Ixophorus unisetus</i>	529.93	43.6
<i>Ixophorus unisetus</i>	293.21	31.8	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	78.08	6.4
<i>Cynodon dactylon</i>	0.57	0.1	<i>Panicum trichoides</i>	70.63	5.8
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	94.15	10.2	<i>Cyperus rotundus</i>	70.63	5.8
<i>Panicum maximun</i>	37.65	4.1	<i>Panicum maximun</i>	45.73	3.8
<i>Leptochloa filiformis</i>	0.91	0.1	<i>Leptochloa filiformis</i>	25.30	2.1
<i>Echinochloa colonum</i>	2.69	0.3	<i>Titonia tubaeiformis</i>	0.09	0.0
<i>Phyllantus niruri</i>	0.91	0.1	<i>Melanstera aspera</i>	32.28	2.7
<i>Sida acuta</i>	45,73	5.0	<i>Phyllantus niruri</i>	34.97	2.9
<i>Desmodium spp</i>	27.50	3.0	<i>Priva lupulacea</i>	32.28	2.7
<i>Mimosa sp</i>	0.68	0.1	<i>Amaranthus spinosus</i>	10.76	0.9
<i>Melanstera aspera</i>	0.34	0.0	<i>Sida acuta</i>	59.18	4.9
<i>Priva lupullacea</i>	0.68	0.1	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0.09	0.0
<i>Baltimora recta</i>	10.76	1.2	<i>Chamaesyce hirta</i>	18.83	1.6
<i>Argemone mexicana</i>	0.34	0.0	<i>Kalstroemia maxima</i>	0.34	0.0
<i>Amaranthus spinosus</i>	0.33	0.0	<i>Physalis angulata</i>	10.76	0.9
<i>Physalis angulata</i>	0.23	0.0	<i>Baltimora recta</i>	24.21	2.0
<i>Richardia scabra</i>	0.09	0.0	<i>Mimosa sp</i>	0.23	0.0
<i>Blechum pyramidatum</i>	0.09	0.0	<i>Argemone mexicana</i>	0.23	0.0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0.23	0.0	<i>Desmodium spp</i>	0.34	0.0
			<i>Portulaca oleraceae</i>	0.09	0.0
Total	923.09	100.0		1214.45	100.0
monocotiledóneas	835.17	90.5		989.77	81.5
dicotiledóneas	87.91	9.5		224.68	18.5
Total	21			22	
monocotiledóneas	8			7	
dicotiledóneas	13			15	

Influencia de manejos químicos de malezas sobre la diversidad de malezas. Los resultados de la diversidad de malezas muestra que el control con pendimetalin + atrazina obtuvo el menor número de especies de malezas con ocho en total, de las cuales cuatro pertenecen a las monocotiledóneas y cuatro a las dicotiledóneas. El segundo mejor resultado lo obtuvo el tratamiento con atrazina, con nueve especies de malezas, dos de ellas pertenece a la clase dicotiledóneas.

Los tratamientos con pendimetalin y metolachlor presentaron el mismo número de especies, 15 en total, la diferencia entre ellos estriba en la proporción de especies monocotiledóneas y dicotiledóneas. El tratamiento con metolachlor presentó seis especies monocotiledóneas y nueve dicotiledóneas. En el tratamiento con pendimetalin se encontraron cuatro especies de la clase monocotiledónea y 11 malezas hojas ancha. En la parcela enmalezada se encontraron 21 especies de malezas compitiendo con el cultivo, de las cuales siete son del tipo de malezas hoja fina y 14 de hoja ancha. (Cuadro 7).

El tratamiento con pendimetalin presentó un 68.5 por ciento de enmalezamiento de parte de monocotiledóneas y 31.5 por ciento de malezas de hoja ancha. El control ejercido sobre poaceas permitió que algunas malezas de hoja ancha lograran desarrollarse en el área tratada con este herbicida.

Atendiendo al porcentaje que representa cada especie dentro de los controles de malezas se tienen los siguientes resultados. La maleza que presentó la mayor abundancia en las parcelas tratadas con pendimetalin fue el coyolillo (*Cyperus rotundus*) el cual representó el 31.6 por ciento del enmalezamiento en dichas parcelas, en segundo lugar se ubicó el invasor (*Sorghum halepense*) con 22.3 por ciento. En este tratamiento predominaron algunas malezas de hoja ancha como totolquelite (*Melanthera aspera*) con 8.5 por ciento y flor amarilla (*Baltimora recta*) con 6.2 por ciento.

El tratamiento con pendimetalin mas atrazina fue el que presentó el menor número de especies en la diversidad, el total presentado fue de ocho especies, de las cuales cuatro pertenecen a las monocotiledónas y cuatro a las dicotiledóneas. De la totalidad de

individuos encontrados en este tratamiento el 89.4 por ciento pertenece a las monocotiledóneas y únicamente el 10.6 por ciento a las dicotiledóneas. Lo anterior corrobora el buen control de malezas ejercido por la atrazina.

La especie predominante en este tratamiento fue el coyolillo (*Cyperus rotundus*) con 46.5 por ciento del total de malezas encontradas, zacate dulce (*Ixophorus unisetus*) con 19.1 por ciento y el zacate guinea (*Panicum maximum*) con 32.3 por ciento.

El tratamiento con atrazina presentó un 97.6 por ciento de enmalezamiento de parte de monocotiledóneas y 2.4 por ciento de malezas de hoja ancha. Las malezas predominantes en este tratamiento fue el zacate dulce con 51 por ciento y coyolillo con 33.6 por ciento. Las únicas malezas de hoja ancha que fueron encontradas en este tratamiento fueron la escoba lisa (*Sida acuta*) y el bleo (*Amaranthus spinosus*), sin embargo los valores de porcentaje obtenidos son bajos (Cuadro 7).

El tratamiento con metolachlor, presentó un total de 15 especies de malezas, de las cuales seis pertenecen a las monocotiledóneas y nueve a las dicotiledóneas. El 69.5 por ciento del enmalezamiento está constituido por monocotiledóneas y el 30.5 por ciento por hoja ancha. Este comportamiento en la última fecha de muestreo se debe básicamente a que para ésta fecha el producto no sigue ejerciendo su efecto como herbicida antigramínico por lo tanto comienzan a establecerse poblaciones nuevas de individuos.

La especie predominante en este tratamiento fue la caminadora (*Rottboelia conchinchinensis*) con 26.1 por ciento, seguido de zacate dulce con 16.4 por ciento. La especie *Cyperus rotundus* (15.5 por ciento) se redujo en este tratamiento en comparación con las aplicaciones de pendimetalin y atrazina mas pendimetalin. La predominancia de caminadora en el tratamiento con metolachlor redujo sustancialmente el establecimiento de otras especies como es el caso de *Sorghum halepense* la cual alcanzó altos porcentajes cuando no existió presencia de la especie mencionada.

El tratamiento testigo reportó un total de 22 especies de malezas, de las cuales ocho pertenecen a las monocotiledóneas y 14 a las dicotiledóneas. La especie mas difundida en este tratamiento fue *Ixophorus unisetus* con 54.4 por ciento, seguido de *Sorghum halepense* con 7.8 por ciento. La especie de hoja ancha mas difundida fue la escoba lisa con 6.5 por ciento.

Analizando los resultados obtenidos se puede afirmar que en el área experimental existió mayor diversidad de malezas de hoja ancha, sin embargo la mayor abundancia o presencia fue para las monocotiledóneas. La maleza predominante en el área del experimento fue el zacate dulce (*Ixophorus unisetus*). Atendiendo la predominancia de especies en los tratamientos evaluados se puede afirmar que ésta varió en dependencia del tratamiento. En el tratamiernro con pendimetalin predominó el zacate dulce. En la combinación de pendimetalin mas atrazina predominó el coyolillo y en el tratamiento con solo atrazina predominó el zacate dulce. En el tratamiento con metolachlor predominó la *Rottboelia conchinchinensis*.

Las especies de hoja ancha que demostraron cierta resistencia a las aplicaciones de atrazina fueron la escoba lisa y la pega pega (*Desmodium* sp).

Es posible afirmar que la predominancia de especies estuvo constituida por una asociación de especies primarias monocotiledóneas y especies secundarias dicotiledóneas.

Cuadro 6. Diversidad de malezas y porcentaje que representa cada una de las especies de malezas en los tratamientos con control de malezas. Muestreo realizado a los 75 días después de la siembra. ALMAGRO, Masaya, Postrera, 1996.

pendimetalin			pendimetalin mas atrazina			atrazina			metolachlor			Enmalezado		
Especie	No	%	Especie	No	%	Especie	No	%	Especie	No	%	Especie	No	%
S hal	78	22.3	S hal	21.5	9.5	S hal	2.6	0.6	S hal	18.8	6.8	S hal	83.4	7.8
I uni	24.2	6.9	I uni	43	19.1	I uni	204.4	51.0	S gen	2.6	0.9	C dac	3.5	0.3
C rot	110.3	31.6	C rot	104.9	46.5	C rot	134.5	33.6	C rot	43	15.5	I uni	583.7	54.5
P max	26.9	7.7	P max	32.3	14.3	P max	16.1	4.0	R con	72.6	26	R con	45.7	4.3
						P tri	16.1	4.0	P tri	10.7	3.8	P tri	45.7	4.3
						E col	2.6	0.6	I uni	45.7	16.4	P max	21.5	2.0
						R con	14.7	3.7				L fil	53.8	5.0
												C rot	34.7	3.2
M asp	29.6	8.5	S acu	5.4	2.4	S acu	4.1	1.0	S acu	18.8	6.8	P nir	37.7	3.5
S acu	10.8	3.1	Mim	2.6	1.2	A spi	5.4	1.3	Des	13.5	4.9	S acu	69.9	6.5
Mim	2.6	0.7	A spi	2.6	1.2				Mim	8.1	2.9	E het	5.4	0.5
P nir	10.8	3.1	Des	13.4	5.9				P ang	2.6	0.9	M asp	8.1	0.8
P lup	2.6	0.7							A mex	2.6	0.9	P lap	37.7	3.5
B rec	21.5	6.2							P lup	8.1	2.9	T tub	2.6	0.2
C hir	5.4	1.5							P nir	8.1	2.9	A spi	10.8	1.0
Des	18.8	5.4							R sca	16.5	5.9	C hir	6.3	0.6
A mex	2.6	0.7							A spi	6.4	2.3	Des	9.6	0.9
E het	2.6	0.7										P ang	8.1	0.8
K max	2.6	0.7										A mex	2.6	0.2
												B rec	2.6	0.2
												K max	5.4	0.5
												P ole	2.6	0.2
Mono	4		4			7			6			8		
Dico	11		4			2			9			14		
Total	15		8			9			15			22		
Total	349.3	100.0	225.7	100.0		400.5	100.0		278.1	100.0		1070.8	100.0	
Mono	239.4	68.5	201.7	89.4		391.0	97.6		193.4	69.5		872.0	81.4	
Dico	109.9	31.5	24.0	10.6		9.5	2.4		84.7	30.5		209.4	19.6	

5. 2. Porcentaje de control de malezas por los tratamientos herbicidas

En la Cuadro 8, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a control de malezas de parte de los tratamientos herbicidas. La evaluación realizada a la mitad del ciclo del cultivo (48 días después de la siembra) muestra que todos los tratamientos con herbicidas ejercieron control de las malezas. El mejor control se obtuvo por medio del tratamiento con pendimetalin mas atrazina (76.9 por ciento), seguido del tratamiento metolachlor (72.3 por ciento). El menor porcentaje de control se obtuvo con el tratamiento de atrazina (56.6 por ciento).

Respecto a los tipos de enmalezamiento en cada uno de los tratamientos se observa que las malezas de hoja fina representan en el área de estudio el 66.2 por ciento del total de malezas. El mejor control de estas especies se ejerció por medio de la aplicación combinada de atrazina mas pendimetalin (83.6 por ciento) seguido de metolachlor (82.3 por ciento). El 33.8 por ciento del enmalezamiento del área correspondió a malezas de hoja ancha. El mejor control de las malezas de hoja ancha se produjo con la aplicación de pendimetalin mas atrazina (93.2 por ciento), seguido de solo atrazina (91.9 por ciento) esto comportamiento de pendeimetalin más atrazina se debe al hecho que ambos productos son compatibles lo que significa que su efecto sobre las malezas es sumatorio, controlando ambos tipos de malezas.

El porcentaje total de control se redujo en todos los tratamientos al momento de la cosecha, sin embargo se mantuvo la misma tendencia observada a la mitad del ciclo del cultivo. El mejor control se obtuvo con la aplicación de atrazina mas pendimetalin (61.7 por ciento), seguido de metolachlor (45.5 por ciento).

Al momento de la cosecha el enmalezamiento de hoja fina representó el 58.7 por ciento, habiéndose reducido con respecto al enmalezamiento predominante en estadíos tempranos de la planta de sorgo. El tratamiento con atrazina presentó mayor cantidad de hoja fina que el tratamiento testigo (65.4 por ciento) evidenciando el pobre control de estas especies por medio de este herbicida.

La mayor abundancia de malezas de hoja fina en el tratamiento con atrazina con respecto al testigo, se debe a que el buen efecto de este herbicida sobre hoja ancha (2.6 por ciento de presencia) permite que las poaceas predominen, al eliminar la competencia de hoja ancha.

La presencia de hoja ancha al momento de la cosecha significó el 41.3 por ciento del total de malezas. El tratamiento pendimetalin mostró poca efectividad sobre estas especies (35.6 por ciento de presencia), seguido de metolachlor (24.4 por ciento) y luego la combinación de pendimetalin mas atrazina (17.8 por ciento)

Cuadro 7. Porcentaje de enmalezamiento en parcelas tratadas con herbicidas. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Tratamiento	Hoja fina	Hoja ancha	Total	Porcentaje de control
A los 48 días después de la siembra				
pendimetalin	19.4	14.8	34.3	65.7
pendimetalin mas atrazina	16.4	6.8	23.1	76.9
atrazina	35.4	8.1	43.4	56.6
metolachlor	17.7	10.0	27.7	72.3
Enmalezado	66.2	33.8	100.0	0.0
Al momento de la cosecha del cultivo				
pendimetalin	34.0	35.6	69.6	30.4
pendimetalin mas atrazina	20.5	17.8	38.3	61.7
atrazina	65.4	2.6	68.0	32.0
metolachlor	30.0	24.4	54.5	45.5
Enmalezado	58.7	41.3	100.0	0.0

El tratamiento enmalezado se considera el 100 por ciento de enmalezamiento

5.3. Fitotoxicidad de los tratamientos herbicidas

Se entiende por fitotoxicidad los daños visibles causados a las plantas del cultivo por productos fitosanitarios insectos, enfermedades, deficiencias nutricionales u otros factores. En investigaciones sobre el control de malezas es indispensable evaluar los efectos tóxicos de los productos sobre la planta de interés y definir si un daño ha sido causado por un herbicida o por otra causa.

La sensibilidad del sorgo granífero a ciertos herbicidas se manifiesta por diversos síntomas que incluyen retardo e inhibición de germinación, poco desarrollo de las raíces, enanismo, tallos quebradizos, clorosis, necrosis, esterilidad, etc. Los cuales están asociados entre otros factores a la edad de la planta en el momento del tratamiento (Toro y Rodríguez, 1984).

Los síntomas correspondientes a aplicaciones post-emergentes se recomienda evaluarlas aproximadamente al segundo día después de la aplicación, debido a que existen familias de herbicidas cuyo síntomas se manifiestan muy rápidamente.

En el presente experimento se observó que el tratamiento que presentó mayor efecto fitotóxico sobre el cultivo de sorgo fue el metolachlor. En este tratamiento las plantas de sorgo presentaron encebollamiento y fuerte marchitamiento por el efecto del herbicida sobre el sistema radicular. El efecto de metolachlor sobre el cultivo de sorgo incluye la inhibición del crecimiento de la raíz y el posterior acame de las plantas, reduciendo de manera severa la población inicial de plantas, lo cual tiene una relación directa con los rendimientos obtenidos. Además, se pudo observar que bajo sistema convencional su efecto fue menor que en labranza mínima (Cuadro 9). Resultados similares fueron obtenidos por Pacheco (1991) en estudios realizados en este cultivo al ubicarlo en la quinta puntuación de la escala según (EWRC) que se presenta en el (Anexo 1).

En los tratamientos en los que se aplicó pendimetalin, se pudo observar casos aislados de plantas con síntomas de fitotoxicidad, como poco desarrollo de las raíces, cierto

amarillamiento, etc., lo cual no influyó de manera significativa en los rendimientos. Este tratamiento es ubicado en la segunda puntuación de la escala de fitotoxicidad según (EWRC). Los daños de los herbicidas pertenecientes a la familia de los dinitroanilidas ocurren a menudo en manchas debido a concentraciones localizadas del herbicida.

El tratamiento a base de atrazina no mostró ningún tipo de síntoma de fitotoxicidad, pero su efectividad contra malezas de tipo hoja fina no resulta nada beneficioso para el cultivo, puesto que permite que este tipo de malezas se establezcan y compitan con el cultivo.

Cuadro 8. Porcentaje de plantas con síntomas de fitotoxicidad en dos momentos después de la siembra del cultivo. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Producto herbicida	Labranza convencional		Labranza mínima	
	15 dds	28 dds	15 dds	28 dds
pendimetalin	0.80	0.50	0.50	0
pendimetalin mas atrazina	0.50	0.28	0	0
atrazina	0	0	0	0
metolachlor	3.17	2.85	5.30	6.30

dds= días después de la siembra

Cuadro 9. Descripción de la fitotoxicidad de cada tratamiento según la escala de EWRC. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996

TRATAMIENTO	PUNTUACION
pendimetalin (LC)	3
pendimetalin (LMI)	2
pendimetalin + atrazina (LCO)	2
pendimetalin + atrazina (LMI)	1
atrazina (LCO)	1
atrazina (LMI)	1
metolachlor (LCO)	5
metolachlor (LMI)	5

5.4. Influencia de manejo de suelo y control químico de malezas sobre el crecimiento de sorgo granífero

5.4.1. Altura de plantas de sorgo

La evaluación de altura de planta realizada a los 75 días después de la siembra muestra que en las labranzas de suelo no existen diferencias significativas, siendo labranza convencional la que obtuvo mayor promedio para esta variable. Las plantas de sorgo mostraron un mejor crecimiento en condiciones de laboreo de suelo. En el factor controles de malezas, no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. La mayor altura de planta se obtuvo en el control con pendimetalin, seguido de pendimetalin mas atrazina. El menor promedio lo presenta el control con metolachlor (Cuadro 11).

A través de las evaluaciones realizadas se pudo constatar que la planta de sorgo experimenta efectos negativos con la aplicación de metolachlor, a pesar de que la semilla fue tratada con Concep II, que es un protectante que permite la aplicación de éste herbicida en el cultivo de sorgo.

5.4.2. Excursión de la panoja

La evaluación realizada a los 75 días indica que los tipos de labranzas no ejercen efecto significativo en la longitud de excursión de panoja. Sin embargo la labranza convencional obtuvo la mayor longitud de excesión de panoja (Cuadro 11). En los controles de malezas existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio. El testigo enmalezado obtuvo mayor longitud para esta variable, seguido del control de pendimetalin + atrazina. El menor promedio fue para el tratamiento a base de atrazina. (Cuadro 11).

La mayor longitud en el tratamiento enmalezado se debe principalmente a la elongación de sus estructuras que experimenta la planta de sorgo como respuesta a la competencia

con las malezas, en busca de la luz solar. Esta característica es buena cuando hablamos de sorgo de uso industrial ya que se requieren de variedades con esta característica para facilitar el proceso de cosecha mecanizada.

5.4.3. Longitud de panoja

El análisis de varianza realizado a la variable longitud de panoja muestra que los manejos de suelo no presentan diferencias significativas. Sin embargo el mayor valor lo presenta labranza mínima (Cuadro 11). En los controles de malezas no existen diferencias significativas. El control con pendimetalin mostró la tendencia de obtener la mayor longitud de panoja, seguido del control con pendimetalin + atrazina. El menor promedio lo obtuvo el control con atrazina (Cuadro 11).

Los valores obtenidos en las labranzas y manejos de malezas fueron similares. La variable en estudio no fue afectada por los tratamientos

Cuadro 10. Altura de plantas (cm), longitud de panoja (cm) y excursión de panoja (cm) en los tipos de labranza y manejo de malezas a los 75 días después de la siembra. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Factor labranza	Altura de plantas	Excursión de panoja	Longitud de Panoja
Labranza convencional	152.60 a	18.62 a	23.33 a
Labranza mínima	149.30 a	17.09 a	23.38 a
ANDEVA	NS	NS	NS
Factor malezas			
Control con pendimetalin	153.37 a	16.40 b	24.53 a
pendimetalin + atrazina	152.12 a	18.67 ab	23.80 a
atrazina	149.62 a	18.51 ab	22.51 a
metolachlor	148.87 a	16.57 b	23.33 a
Enmalezado	150.12 a	19.14 a	22.59 a
ANDEVA	NS	**	NS
CV (%)	3.25	9.35	5.96

5.5. Influencia de manejos de suelo y manejo de malezas sobre los componentes del rendimiento de sorgo granífero

5.5.1. Número de panojas cosechadas por hectárea

El número de panojas es una variable de gran importancia en los resultados del rendimiento, y está relacionada con el número de plantas establecidas, niveles de nutrientes en el suelo y condiciones ambientales favorables para el cultivo.

En la evaluación realizada a esta variable, muestra que en las labranzas de suelo existió diferencias significativas, siendo la labranza convencional la que obtuvo mayor número de panojas cosechas por hectárea (Cuadro 12). En los controles de malezas, el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El control con pendimetalin + atrazina obtuvo mayor número de panojas, seguido del tratamiento pendimetalin. El control metolachlor obtuvo el menor promedio de panojas cosechadas por hectárea, producto de un menor número de planta y mayor porcentaje de acame (Cuadro 12).

En el sistema de labranza mínima se presentó un menor desarrollo de plantas y menor número de panojas. En este sistema de manejo de suelo muchas plantas no lograron fructificar y se dió un mayor volcamiento de plantas.

5.5.2. Porcentaje de acame

La evaluación de esta variable es relevante, ya que permite determinar que población de plantas son las que se establecerán definitivamente sobre un área determinada y de acuerdo a ello se obtendrán buenos resultados agronómicos. Esta variable está relacionada con las prácticas agronómicas que se le dan al cultivo, fertilidad, variedad y medio ambiente.

El análisis de varianza, muestra que en las labranzas de suelo existen diferencias altamente significativas, siendo labranza convencional la que muestra menor porcentaje de acame. En el caso de los controles de malezas, los resultados del análisis muestran diferencias significativas entre los herbicidas aplicados. Los tratamientos a base de metolachlor y el enmalezado presentaron el mayor porcentaje de acame. El valor intermedio lo presentó el tratamiento a base de atrazina y los menores valores se obtuvieron en el tratamiento con pendimetalin y pendimetalin mas atrazina.

Evidencias de campo mostraron que las plantas tratadas con metolachlor presentaron daño radicular, lo cual debilitó el anclaje de la planta propiciando la caída que gran cantidad de ellas. El volcamiento de las plantas en el tratamiento enmalezado se da por efecto de la interferencia con las malezas: En condiciones de establecimiento de gran cantidad de plantas en comunidad existe mayor competencia por el espacio, lo cual induce a las plantas de sorgo a elongar sus tallos en busca de la luz. El debilitamiento de los tejidos de las plantas los hace más susceptibles al acame. Esto tiene influencia por tanto sobre los rendimientos obtenidos puesto que las plantas acamadas no llegaron a formar granos produciendo panojas banas.

5.5.3. Número de espiguillas por panoja

El número de espiguillas por panoja es una característica que forma parte de la fase reproductiva del sorgo, siendo usada para fines de descripción varietal (García, 1985).

El análisis para las labranzas de suelo muestran diferencias significativas en cuanto al número de espiguillas por panoja. Labranza convencional presentó el mayor valor. En cuanto a los métodos de control de malezas, existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los menores promedios los presentan el tratamiento enmalezado y el tratamiento a base de atrazina. Estos tratamientos difieren de los restantes (Cuadro 12).

5.5.4. Longitud de panoja

El análisis de la longitud de panoja proveniente de datos extraídos al momento de la cosecha indica que no existen diferencias estadísticas entre las labranzas evaluadas. Labranza convencional tendió a obtener las mayores longitudes. Los controles de malezas presentaron diferencias estadísticas en relación a la longitud de la panoja. El testigo enmalezado y el tratamiento a base de atrazina presentaron el menor valor, el cual difiere de los restantes tratamientos. El comportamiento de la variable longitud de panoja fue similar al número de espiguillas.

5.5.5. Peso de mil granos

El peso de mil granos presenta diferencias entre las labranzas evaluadas. Labranza convencional presentó el mayor valor. Los controles de malezas muestran diferencias entre ellos. Los menores valores se obtuvieron en el tratamiento enmalezado y en el tratamiento a base de atrazina (Cuadro 12).

fue posible observar que los componentes del rendimiento se comportaron de forma similar en las evaluaciones realizadas. Labranza convencional superó a labranza mínima en todas las variables evaluadas. En cuanto a controles de malezas, los tratamientos testigo y el tratamiento a base de atrazina mostraron en todos los casos los menores valores.

Cuadro 11. Número de panojas, porcentaje de acame, número de espiguillas, longitud de panoja y peso de grano obtenido por labranza del suelo y control químico de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996

	Número de Panojas	Acame (%)	Número Espiguillas	Longitud de Panoja	Peso de mil granos (g)
Factor labranza					
L Convencional	208 276 a	5.2 a	45.8 a	21.9 a	19.3 a
L Mínima	170 948 b	9.6 b	44.5 a	21.6 a	17.6 b
Factor malezas					
pendimetalin	196 858 a	2.6 a	47.6 a	22.6 a	18.8 ab
pend. + atrazina	210 766 a	2.1 a	47.8 a	22.8 a	20.3 a
atrazina	179 430 a	9.9 ab	43.2 b	21.0 ab	17.2 b
metolachlor	175 910 a	11.4 a	46.2 a	22.1 a	18.0 b
Testigo	185 096 a	10.9 a	40.8 b	20.1 b	17.5 b

5.6. Influencia de labranza de suelo y control químico de malezas sobre el rendimiento el cultivo

Los análisis estadísticos realizados a la variable rendimiento del cultivo, revelan diferencias significativas en los sistemas de labranzas. Siendo mejores los rendimientos en labranza convencional, debido a un mejor fraccionamiento del suelo bajo este sistema de laboreo, lo cual muestra una tendencia a mejorar la efectividad de los herbicidas sobre las poblaciones de las malezas existentes (Figura 8).

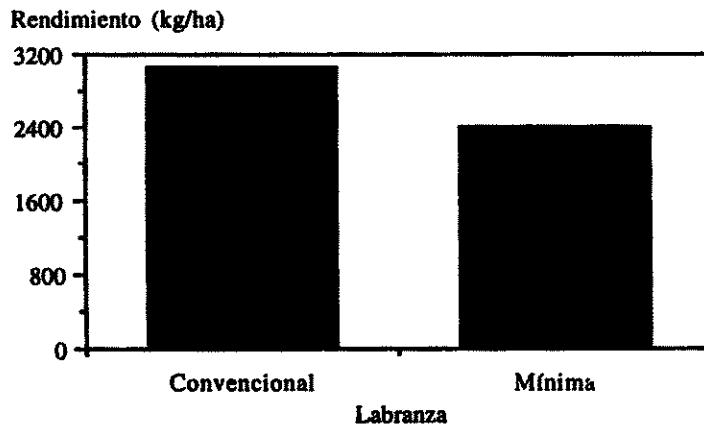


Figura 8. Efecto de los tipos de labranza (convencional y mínima) sobre el rendimiento de grano (kg/ha) influencia por las labranzas. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Se puede observar (Figura 9) que los controles químicos influyeron significativamente sobre los rendimientos del cultivo de sorgo. Los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con la aplicación de pendimetalin y pendimetalin más atrazina (Figura 9).

El tratamiento de solo atrazina difiere de los tratamientos mencionados con anterioridad. Lo que se debe a una presión inicial fuerte de malezas en el área del establecimiento del experimento, donde predominaron las especies monocotiledóneas de gran competitividad con el cultivo, tales como *Rottboellia cochinchinensis* y *Sorghum halepense*, las cuales no son controladas por la atrazina.

El tratamiento a base de metolachlor presentó un rendimiento bajo en comparación con los otros tratamientos que recibieron control de malezas. Este herbicida realizó un buen control de malezas monocotiledóneas, exceptuando caminadora (*R. conchinchinensis*). A pesar del buen control de las malezas los rendimientos fueron bajos debido a efecto fitotóxico del herbicida sobre las plantas de sorgo.

En los tratamientos con metolachlor y atrazina en las primeras evaluaciones efectuadas éstos tratamientos mantuvieron las poblaciones de malezas a niveles bajos, sin embargo

a los 48 días después de la siembra lograron sobresalir y sombrear al cultivo a partir de la etapa de floración, lo que dificultó la cosecha. Cabe señalar que en esta etapa los tratamientos concluían su efectividad bioquímica, lo que benefició a las malezas para colonizar el área del cultivo.

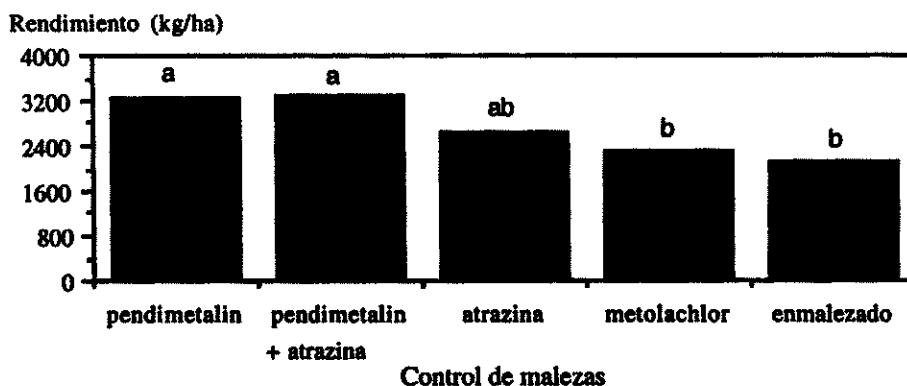


Figura 9. Efecto de los controles químicos de maleza sobre el rendimiento de grano (kg/ha) . (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

5.6.1. Interacciones entre tratamientos

El análisis de las interacciones entre los tratamientos muestra las siguientes tendencias. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de pendimetalin y pendimetalin más atrazina en labranza convencional. En todas las combinaciones existió mayor rendimiento en labranza convencional. En este manejo de suelo el testigo enmalezado superó al tratamiento a base de metolachlor.

Es evidente que la acción de los herbicidas fue de mejor resultado en la labranza convencional que en labranza mínima. El mayor rendimiento en labranza mínima se obtuvo con la aplicación de pendimetalin más atrazina (Cuadro 13).

Lo anterior pone de manifiesto la importancia de realizar las aplicaciones de herbicidas en base a la flora presente. La atrazina debe utilizarse únicamente si el historial del campo y los muestros previos indican presencia de malezas de hoja ancha.

En caso de pendimetalin es recomendable su uso cuando existe presencia malezas poaceas, y principalmente si hay presencia de caminadora (*R conchinchinensis*). La combinación de pendimetalin más atrazina es recomendable cuando el enmalezamiento es compartido entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.

En caso de metolachlor es necesario realizar investigaciones pertinentes que indiquen la viabilidad de su uso en el cultivo de sorgo. Es pertinente expresar que la utilización de metolachlor redujo las poblaciones de coyolillo (*C. rotundus*), sin embargo permitió el establecimiento vigoroso de caminadora.

Cuadro 12. Rendimiento de grano de sorgo (kg/ha) en las combinaciones de tratamientos.(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

	Control químico de malezas				
	pendimetalin	pendimetalin atrazina	atrazina	metolachlor	Testigo
Labranza convencional	3726.3	3726.3	2868.8	2333.7	2617.4
Labranza mínima	2759.2	2868.8	2449.8	2243.5	1618.1

5.6.2. Comparación de tratamientos y grupos de tratamientos

Al analizar la salida del programa estadístico se encuentra que existen diferencias en el rendimiento de grano entre labranza convencional y labranza mínima, de igual forma existen diferencias en el comportamiento de los herbicidas pendimetalin y metolachlor en labranza convencional comparado con labranza mínima.

Existen diferencias entre la aplicación de atrazina y metolachlor, en cuanto a rendimiento se refiere. La diferencia estriba en el bajo rendimiento obtenido y no en la efectividad de control de las malezas. El bajo rendimiento en el tratamiento con metolachlor es debido principalmente al efecto fitotóxico de éste producto (Cuadro 14). Resultados similares

fueron obtenidos por Pacheco, (1991), en estudios realizados en el cultivo del sorgo.

No son significativos los contrastes que incluyen pendimetalin y pendimetalin más atrazina y metolachlor y el tratamiento testigo. Desde el punto de vista estadístico da lo mismo aplicar pendimetalin que aplicar pendimetalin mas atrazina. Consideraciones económicas tienen que ser realizadas para decidir que tratamiento es el mas ventajoso.

Cuadro 13. Comparaciones ortogonales entre los tratamientos evaluados. Variable rendimiento de grano. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Contrast	DF	Contrast SS	F Value	Pr>F
(LC) VS (LM)	1	1065.54006250	10.89	0.0025
(1) VS (4)	1	932.04031250	9.52	0.0043
(4 9) VS (5 10)	1	270.35580625	2.76	0.1069
(1 2 3 4 6 7 8 9) VS (5 10)	1	873.05664062	8.92	0.0056
(1 6) VS (4 9)	1	879.56730625	8.99	0.0054
(1 6) VS (2 7)	1	2.80562500	0.03	0.8667
(2 7) VS (4 9)	1	981.72555625	10.03	0.0035
(3) VS (8)	1	83.85125000	0.86	0.3620

5.7. Análisis económico de los tratamientos evaluados

5.7.1. Análisis beneficio costo

El análisis beneficio - costo de los tratamientos en estudio basado en análisis de presupuesto parcial, muestra que los tratamientos con labranza convencional presentan mayores costos variables, pero también presentan mayores beneficios netos. El mayor beneficio neto se obtuvo en el tratamiento con pendimetalin en sistema de labranza convencional (Cuadro 15).

5.7.2. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia muestra que existieron 6 tratamientos dominados. Los tratamientos no dominados fueron: enmalezado en labranza mínima, enmalezado en labranza convencional, la aplicación de atrazina en labranza convencional y el tratamiento pendimetalin en labranza convencional. Los resultados del análisis de dominancia se presentan en la Cuadro 16. La curva de beneficio neto se presenta en la Figura 10, donde se aprecia que los tratamientos no dominados están unidos por la curva, y las opciones dominadas por debajo de la curva.

Cuadro 14. Presupuesto parcial (\$) del experimento de manejo de suelos y control de malezas. ALMAGRO, Masaya. Postrera, 1996

Tratamientos	Labranza convencional					Labranza mínima				
	Pendimetalin	p + a	atrazina	metolachlor	enmalezado.	Pendimetalin	p + a	atrazina	metolachlor	enmalezado
Rendimientos (qq/mz)	57.8	57.8	44.5	36.2	40.6	42.8	44.5	38.0	34.8	25.1
Ajuste 10 por ciento	5.8	5.8	4.5	3.6	4.1	4.3	4.5	3.8	3.5	2.5
Rendimiento ajustado	52.0	52.0	40.1	32.6	36.5	38.5	40.1	34.2	31.3	22.6
Beneficio Bruto	468.2	468.2	360.5	293.2	328.9	346.7	360.5	307.8	281.9	203.3
Costos variables										
Costo de transporte	56.2	56.2	43.3	35.2	39.5	41.6	43.3	36.9	33.8	24.4
Costo de cosecha	84.8	84.8	65.3	53.1	59.6	62.8	65.3	55.7	51.1	36.8
Mano de obra	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Herbicida pre-siembra						26.3	26.3	26.3	26.3	26.3
Laboreo	30.04	30.0	30.0	30.0	30.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
Herbicidas pre-emergentes	12.0	21.8	9.8	21.7	0.0	12.0	21.8	9.8	21.7	0.0
Total costos variables	185.7	195.5	151.1	142.8	131.8	152.4	166.4	138.5	142.7	97.3
Beneficio neto	282.5	272.7	209.4	150.4	197.1	194.3	194.1	169.3	139.2	106.0

p + a = pendimetalin + atrazina

Cuadro 15. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados en experimento de manejo de suelos y control de malezas. (Postrera ALMAGRO, Masaya, 1996.).

Tratamiento	Costos variables	Beneficios netos	Dominancia
Enmalezado LM	97.3	106.0	ND
Enmalezado LC	131.8	197.1	ND
atrazina LM	138.5	169.3	D
metolachlor LM	142.7	139.2	D
metolachlor LC	142.8	150.4	D
atrazina LC	151.1	209.4	ND
pendimetalin LM	152.4	194.3	D
pendimetalin + atrazina LM	166.4	194.1	D
pendimetalin LC	185.7	282.5	ND
pendimetalin + atrazina LC	195.5	272.7	D

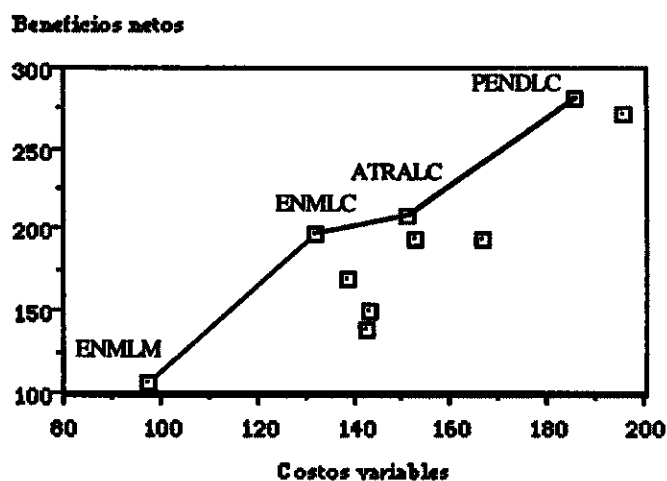


Figura 10. Curvas de beneficios netos del ensayo de labranza y manejo de malezas. (Postrera ALMAGRO, Masaya, 1996.)

ENMLM = Enmalezado en labranza mínima
 ENMLC = Enmalezado en labranza convencional
 ATRALC = Atrazina en labranza convencional
 PENDLC = Pendimetalin en labranza convencional

5.7.3. Análisis marginal

Los tratamientos no dominados fueron sometidos a análisis marginal para determinar la tasa de retorno marginal de cada uno de ellos (Cuadro 17).

La (TRM) de pasar de el tratamiento enmalezado en LMI al tratamiento enmalezado en LCO fue de 571.5 por ciento. Este incremento por dólar invertido es producto de la inversión de 34.5 dolares. La inversión de 19.3 dólares en aplicar atrazina en labranza convencional significa una tasa de retorno marginal de 1085.3 dólares, en otras palabras en simple hecho de controlar las malezas le produce al productor adquirir una ganancia de 10.9 dólares por dólar invertido, además de la recuperación del dólar.

La inversión de 34.6 dólares por manzana en la utilización del herbicida pendimetalin, le significa al productor adquirir una ganancia de 8.16 dólares por dolar invertido, además de la recuperación del dólar.

Atendiendo a los resultados, el mejor tratamiento es la aplicación de pendimetalin en labranza convencional. Para la recomendación de este tratamiento hay que tener en consideración el enmalezamiento presente en el área de siembra, si las malezas son poaceas en un 70 por ciento con predominancia de caminadora, este tratamiento es el más propicio.

Cuadro 16. Análisis marginal del ensayo de manejo de suelo y manejo de malezas. (Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)

Tratamiento	Costos variables	Beneficios netos	Costos variables marginales	Beneficios netos marginales	TRM retorno marginal
Enmalezado LM	97.3	106.0			
Enmalezado LC	131.8	197.1	34.5	197.1	571.5
atrazina LC	151.1	209.4	19.3	209.4	1085.3
pendimetalin LC	185.7	282.5	34.6	282.5	816.3

VI. CONCLUSIONES

-El sistema de labranza mínima aumenta las poblaciones de malezas de manera general, el grado de cobertura y la acumulación de peso seco en las malezas en comparación con el sistema de labranza convencional., sin embargo con cyperaceas ocurre el caso contrario.

-El establecimiento de cultivo de sorgo en labranza convencional permite la mayor producción de grano

-La aplicación de los herbicidas pendimetalin + atrazina cuando el sorgo se encuentra en estado de 2- 3 hojas, reduce considerablemente la competencia de las malezas con el cultivo y permite obtener los mayores rendimientos de grano

El metolachlor redujo las poblaciones de coyolillo (*Cyperus rotundus*), sin embargo permitió el establecimiento vigoroso de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), además de causar fitotoxicidad al cultivo provocando reducción de los rendimientos.

La mayor TRM se obtuvo con la utilización de pendimetalin, por tanto resulta ser el tratamiento que presenta los mayores beneficios económicos.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable la labranza convencional en plantaciones de sorgo, ya que facilita el control de las malezas a base de productos químicos herbicidas.

Realizar aplicaciones de herbicidas en base a la flora presente.

Utilizar atrazina unicamente si el historial del campo y muestreos previos indican presencia de malezas de tipo hoja ancha.

La combinación de pendimetalin más atrazina es recomendable cuando el enmalezamiento es compartido entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Realizar investigaciones concluyentes que justifiquen o no la utilización de metolachlor en el cultivo del sorgo.

Utilizar pendimetalin. cuando las malezas poaceas ocupan un 70 por ciento del área de cultivo y hay predominancia de caminadora.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALEMAN, F. 1991. Manejo de Malezas. Texto básico. Primera edición. ESAVE-FAGRO. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 164 p.
- ALEMÁN, F. 1997. Manejo de Malezas en el Trópico. Primera edición. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. 227 p.
- ALVAREZ, M. & T. TALAVERA. 1991. Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Variedad pinolero 1. En seminario del Programa Ciencia de las Plantas (PCP). UNA. Managua, Nicaragua. pp. 151 - 161.
- CASSANOVA, F. (1989). Influencia de diferentes métodos de control sobre el comportamiento de malezas y el crecimiento del sorgo. (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Trabajo de Diploma. Managua, Nicaragua. 37 p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Programa de economía. México D. F., México. 79 p.
- DOLL, J. 1975. Control de malezas en cultivos de clima cálido. CIAT Cali, Colombia. 12 p.
- FAO. (Food and agriculture organization of the United Nations). 1982. Production year Book. 1981. FAO, Rome. pp. 107-108.
- GARCIA, G. C. 1985. Descripción Varietal del Sorgo. 9 p.
- HOLZNER, W & J GLAUNINGER. 1985. Cambios de malezas. In: Mejoramiento del control de malezas. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. No. 44 pp 260-264.
- HERNANDEZ, B. D. R. 1992. Determinación de las asociaciones de malezas en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en Nicaragua y su relación con algunos factores de manejo del cultivo. CATIE. Sub-dirección general adjunta de enseñanza. Programa de Postgrado. Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- ICI. 1986. Boletín de datos FOMESAFEN. Plant Protection Division p 20.
- LABRADA, R. (1986). Malezas de alta nocividad en las condiciones de agricultura cubana. Boletín de reseña, Protección de Plantas. Cuba No 44 p 15.
- LOPEZ, J. A. & GALEATO, A. 1982. Efecto de competencia en distintos estados de crecimiento del sorgo, Publicaciones técnicas No. 25 INTA. Argentina p 20.
- MONTES, B. E. 1987. Métodos para el registro de malezas en áreas cultivadas. taller de adiestramiento para el manejo de malezas. Managua, Nicaragua. 12 p.

- ORTIZ, J. Y VARELA , C. 1990. Influencia de dos herbicidas en el control de malezas en sorgo (*Sorghum bicolor*) L. Moench Vr. D-55 y su residualidad en soya (*Glycine max*) (L) Merr Vr. Tropical. Tesis de Ingeniero Agrónomo. EPV. ISCA. 79 p.
- PACHECO, A. 1989. Determinación del efecto de densidades de población sobre el rendimiento de grano con el híbrido P-8300. In: Informe Anual del Programa Nacional de Investigación en Sorgo. Centro Nacional de Granos Básicosn (C. N. B. G.). Managua, Nicaragua. 4 p. .
- PACHECO, G. A. 1991. Efecto de herbicidas y mezclas sobre la cenosis, crecimiento, rendimiento y desarrollo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua.
- PARKER, C. 1980. Control integrado de la maleza del sorgo. In: Introducción al control integrado de las plagas del sorgo. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. No. 19. 146- 148 p.
- PINEDA, L. 1986. Informe anual del programa nacional de investigación del sorgo CNIGB/ DGTA/ MIDIDNRA, Managua, Nicaragua. p 3
- PEACOCK J. M. & G. L. WILSON. 1984. Sorghum. En. The Phisiology of Tropical Field Crops. Edited by P. R. Goldsworth & N. M. Fisher. John Wiley & Sons Ltd. A Wiley interscience publication. pp. 249 - 279.
- PEREZ, M. E. 1987. Metodos para el registro de malezas en áreas cultivadas Programa de Protección de cultivos de la RIAT-FAO. Taller de entrenamiento de manejo mejorado de malezas. Managua, Nicaragua. 12 p.
- POHLAN, J. 1984. Aracle Forming weed control. Demande site. Karl - Mark. Universite Leipzig Institute of Tropical Agriculture. Plant protection section. German Democratic Republic. 141 p.
- TAPIA, B. H. 1987. Variedades mejoradas de frijol común con grano rojo para Nicaragua. instituto Superior Ciencias Agropecuarias. ISCA. Managua, Nicaragua. 20 p.
- TAPIA, H & A, Camacho. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol, basado en labranza cero. GTZ. Eschon. 188 p.
- TORO. L., RODRIGUEZ. H. A. (1984). Efecto fitóxico del herbicida pendimetelin en sorgo granifero. In: Jornada Agronómica (11). 1984. Maracaibo, Venezuela. 65 p.

ANEXO

Anexo 1. Escala utilizada para la evaluación de fitotoxicidad (EWRC).

Puntuación

- 1 Ausencia, absoluta de síntomas**
 - 2 Síntomas muy leves, cierta atrofia, amarillamiento.**
 - 3. Como la anterior pero claramente apreciable**
 - 4. Clorosis y/o atrofia mas acusada, posiblemente sin influir en los rendimientos.**
 - 5. Reducción de la población, fuerte clorosis y/o atrofia, se observan reducciones en los rendimientos.**
 - 6. Daño creciente hasta la muerte del cultivo.**
-

**Anexo 2. Precio de las labores y productos considerados para el análisis económico.
(Postrera ALMAGRO, Masaya. 1996.)**

Preparación del área de siembra		
	arado (C\$ /mz)	125
	dos pases de grada y nivelación (C\$/mz)	160
	rayado (C\$/mz)	68
Control químico		
	pendimetalin 1.5 lt/ha (C\$)	114.8
	pendimetalin + atrazina (C\$)	209.6
	atrazina 1.5 kg/ha (C\$)	94.8
	metolachlor 1.42 l/ha (C\$)	206.1
Siembra		
	Semilla (C\$/qq)	855
	Siembra (3 dh/mz C\$ 15 c/u)	45
Fertilización		
	2 qq completo a C\$ 140 c/u	280
	2qq urea 46% a C\$ 135	270
Cosecha		
	(C\$/qq)	15
Transporte		
	(C\$/qq)	10
Precio de campo del sorgo (C\$/qq)		85.54

Simbología: dh= días hombres, mz= manzana, qq= quintales, l = litros