

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA  
POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL**



DIRECCION GENERAL ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN BANDAS EN  
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN  
SAN JOSÉ TERUEL, TEPEOJUMA, PUEBLA**

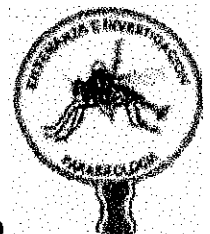
**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**PRESENTA:**

**OSCAR DANILO TÉLLEZ CRESPIÓN**

OCTUBRE, 2004

Chapingo, Estado de México.

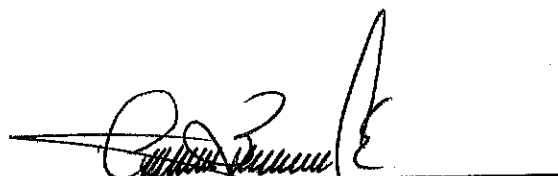


**APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN BANDAS EN CAÑA DE AZÚCAR  
(*Saccharum officinarum*) EN SAN JOSÉ TERUEL, TEPEOJUMA,  
PUEBLA**

Tesis realizada por Oscar Danilo Téllez Crespín, bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

Director



**Dr. Andrés Bolaños Espinoza**

Asesor



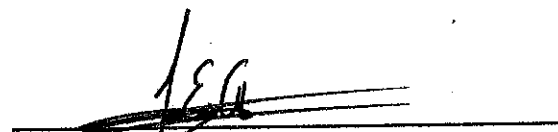
**Dr. Juan Fernando Solís Aguilar**

Asesor



**MC. Manuel Orrantía Orrantía**

Asesor



**MC. Emilio Castillo Márquez**

## **DEDICATORIA**

**El presente trabajo lo dedico con mucho cariño:**

- A mis amados padres: Juan Téllez Balmaceda y Mercedes Crespín Hernández, quienes siempre me han brindado su incondicional apoyo en todas las fases de mi vida.**
  
- A mis abuelos, en especial a mi abuela Hermicenda Hernández.**
  
- A la memoria de mi estimada tía, Mercedes Balmaceda.**
  
- A Verónica Espínola Arriaga.**
  
- A mis hermanos: Jenny y Carlos, a así como también a mi pequeño Danilo Téllez.**
  
- Y a todos mis maestros y amigos, tanto en México como en Nicaragua.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Mis más sinceros agradecimientos:**

**A Dios, por todas las oportunidades que me ha brindado.**

**Al gobierno mexicano, ya que esta tesis corresponde a los estudios realizados con una beca otorgada por la Secretaría de Relaciones Exteriores del gobierno de México.**

**A la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, en especial al Dr. Telémaco Talavera Siles y a la Lic. María Eugenia Bermúdez, por el apoyo recibido previo a mis estudios de Postgrado.**

**A la Universidad Autónoma Chapingo y muy especialmente al Departamento de Parasitología Agrícola, por sus valiosa contribución a mi formación profesional.**

**Al señor Enrique Piedras, por haber prestado parte de su parcela para llevar a cabo este trabajo de investigación.**

**Al Dr. Andrés Bolaños Espinoza, por su amistad, apoyo incondicional y consejos brindados para la realización de este trabajo.**

**Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar, MC. Manuel Orrantía Orrantía y MC. Emilio Castillo Márquez, por su revisión y sugerencias a este trabajo de investigación.**

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

**El autor de este trabajo nació en la ciudad de León, Nicaragua, el 30 de diciembre de 1974.**

**Sus estudios preuniversitarios, los realizó en el colegio Calasanz de la ciudad de León, Nicaragua.**

**Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo con orientación en Fitotecnia en 1998, en la Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Facultad de Agronomía. Escuela de Producción Vegetal.**

**La Universidad Nacional Agraria, en mayo de 1998, le otorgó la distinción especial "Estudiante ejemplar" por haber sobresalido como estudiante de la Facultad de Agronomía.**

**De Septiembre de 1998 a Julio de 2002, trabajó en Agroindustrial Azucarera S.A. "Ingenio Victoria de julio" como jefe del área de herbicidas.**

**APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN BANDAS EN CAÑA DE AZÚCAR  
(*Saccharum officinarum*) EN SAN JOSÉ TERUEL, TEPEOJUMA, PUEBLA**

**APPLICATION OF HERBICIDES IN BANDS IN SUGARCANE (*Saccharum  
officinarum*) IN SAN JOSÉ TERUEL, TEPEOJUMA, PUEBLA**

Oscar Téllez Crespín<sup>1</sup> y Andrés Bolaños Espinoza<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Para evaluar la efectividad biológica de herbicidas aplicados en bandas y su costo de inversión en caña de azúcar, se realizó un experimento en San José Teruel, Tepeojuma, Puebla, ciclo 2003/2004 en soca 3 CP 72-2086. Se evaluaron seis tratamientos químicos, además de un testigo limpio y otro absoluto; los herbicidas se aplicaron en bandas de 60 cm sobre la hilera del cultivo, a excepción de ametrina+2,4-D (1.25+0.81 kg ha<sup>-1</sup>). La aplicación se hizo 27 días después del corte. El diseño experimental fue de bloques completos al azar. Pendimetalina+ametrina+2,4-D (0.70+0.43+0.23 kg ha<sup>-1</sup>), fue el que obtuvo el mayor beneficio neto (\$ 52,179.13 pesos) y no manifestó daños al cultivo; los restantes tratamientos químicos mostraron síntomas ligeros (menor de 7%). Los controles químicos a los 58 días después de la aplicación, fueron superiores a 91%, para *Amaranthus* spp., *Ipomoea purpurea* y *Portulaca oleracea*; para *Cynodon dactylon* fue de 86.25-93.75%, y *Euphorbia heterophylla* de 67.50-75%. La presencia de malezas causó reducción de longitud, diámetro, población de tallos y rendimiento del cultivo.

**Palabras claves:** caña de azúcar, herbicidas, malezas, técnica de aplicación.

<sup>1</sup> Tesista  
<sup>2</sup> Director

**SUMMARY**

To evaluate the biological effectiveness of herbicides applied in bands and their investment cost in sugarcane, an experiment was carried out in San José Teruel, Tepeojuma, Puebla, during the 2003/2004 cycle on 3 CP 72-2086 cane sprout. Six chemical treatments were evaluated, as well as a clean witness and another absolute witness. The herbicides were applied in 60 cm bands on the crop rows, with the exception of ametryn+2,4-D (1.25+0.81 kg ha<sup>-1</sup>). The application was made 27 days after harvest. A random experimental design in complete blocks was used. Pendimethalin+ametryn+2,4-D (0.70+0.43+0.23 kg ha<sup>-1</sup>) obtained the biggest net profit, which was \$ 52,179.13 pesos and didn't damage the crop. The remaining chemical treatments showed slight symptoms (less than 7%). Fifty-eight days after application, the chemical controls were above 91%, for *Amaranthus* spp, *Ipomoea purpurea* and *Portulaca oleracea*. For *Cynodon dactylon* it ranged from 86.25% to 93.75%, and *Euphorbia heterophylla* it ranged from 67.50% to 75%. The presence of weeds caused reduction in length, diameter, number of stalks and crop yield.

**Key words:** sugarcane, herbicides, weeds, application technique.

<sup>1</sup>Thesis author  
<sup>2</sup>Thesis director

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.- Origen e historia del cultivo	4
2.2.- Taxonomía y morfología de la caña de azúcar	4
2.2.1.- Taxonomía	4
2.2.2.- Morfología	5
2.2.2.1.-Raíz	5
2.2.2.2.-Tallo	6
2.2.2.3.- Hojas	6
2.2.2.4.- Inflorescencia	6
2.3.- Composición química de la caña	6
2.4.- Importancia de la caña de azúcar en México	7
2.4.1.- Principales variedades de caña de azúcar en México	10
2.5.- Requerimientos del cultivo	10
2.5.1.- Clima	10
2.5.2.- Suelo	12
2.6.- Principales labores de cultivo para caña soca	12







IV.- RESULTADOS	50
4.1.- Número de cepas por hectárea	50
4.2.- Incidencia de malezas por especie	51
4.3.- Fitotoxicidad	53
4.4.- Porcentaje de control general de malezas	54
4.5.- Porcentaje de control de malezas por especie	56
4.5.1.- <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	56
4.5.2.- <i>Amaranthus</i> spp. L.	58
4.5.3.- <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	59
4.5.4.- <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	61
4.5.5.- <i>Portulaca oleracea</i> L.	62
4.6.- Altura del tallo	63
4.7.- Diámetro del tallo	67
4.8.- Rendimiento del cultivo y número de tallos	70
4.9.- Análisis económico	72
4.9.1.- Análisis de presupuesto parcial	72
4.9.2.- Análisis de dominancia	74
4.9.3.- Análisis marginal	75
4.9.4.- Curva de beneficios netos	77
V.- CONCLUSIONES	79

VI.- LITERATURA CITADA	81
VII.- APÉNDICE	93

### INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes de la caña de azúcar en porcentajes aproximados	7
Cuadro 2. Estadística de campo e industrial del cultivo de caña de azúcar en México.	8
Cuadro 3: Características químicas y físicas del suelo	36
Cuadro 4. Tratamientos evaluados en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	38
Cuadro 5. Escala European Weed Research Society (EWRS) utilizada en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	41
Cuadro 6. Número de cepas ha <sup>-1</sup> (27 DDC) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	50
Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de malezas en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	51

Cuadro 8. Porcentaje de fitotoxicidad (9 DDA) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	54
Cuadro 9. Porcentaje de control general de malezas en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	56
Cuadro 10. Porcentajes de control de <i>Euphorbia heterophylla</i> en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	58
Cuadro 11. Porcentaje de control de <i>Amaranthus</i> spp. en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	59
Cuadro 12. Porcentaje de control de <i>Cynodon dactylon</i> en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	60
Cuadro 13. Porcentaje de control de <i>Ipomoea purpurea</i> en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	61
Cuadro 14. Porcentaje de control de <i>Portulaca oleracea</i> en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	63

Cuadro 15: Altura del tallo del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	65
Cuadro 16. Diámetro del tallo del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	67
Cuadro 17. Evaluación del número de tallos (ha) y rendimiento del cultivo (kg ha <sup>-1</sup> ) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	70
Cuadro 18: Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	73
Cuadro 19: Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados (\$ ha <sup>-1</sup> ) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	74
Cuadro 20. Análisis marginal de los tratamientos evaluados (\$ ha <sup>-1</sup> ) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.	77

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de los tratamientos en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel; Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 39
- Figura 2. Algunas malezas presentes en el área de estudio. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 52
- Figura 3. Altura de la planta al momento de la estimación de rendimiento en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 66
- Figura 4. Vista del testigo sucio y tratamientos químicos en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 69
- Figura 5. Número de tallos y rendimiento del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 72
- Figura 6. Curva de beneficios netos en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004. 78

## I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar se ha cultivado en México en forma ininterrumpida desde el inicio de la conquista española, y es una de las actividades de mayor tradición y trascendencia en el desarrollo histórico del país (Crespo, 1988).

En el ciclo 2002/2003, se reporta una superficie cultivada con caña de azúcar de 609 316 hectáreas, con una producción de 43 948 238 toneladas de caña molida, con un rendimiento promedio de 75.93 t ha<sup>-1</sup>, y 4 924 573 toneladas de azúcar. Los principales estados productores de caña de azúcar de acuerdo a su superficie cultivada son: Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, Sinaloa, San Luis Potosí, Quintana Roo, Puebla, Oaxaca, Nayarit, Morelos, Michoacán, Jalisco, Colima, Chiapas y Campeche (Coaazucar, 2004).

El rendimiento de este cultivo es afectado por diversos factores, tales como: empleo de variedades inadecuadas, mal manejo del cultivo, labores inoportunas, daños causados por insectos, roedores, enfermedades y las malezas. Las malas hierbas representan un serio problema al reducir el rendimiento, al respecto, Gómez (1981) plantea que la reducción del tonelaje de caña por hectárea cuando no se realiza ninguna medida de control varía en las diferentes zonas cañeras, siendo en promedio hasta de 66% del rendimiento de campo y en casos de competencia crítica, la pérdida total del cultivo.

Entre las tácticas más comunes que emplean los productores para eliminar a las plantas nocivas en este cultivo, se señalan el uso de implementos

mecánicos (cultivadoras, aporcadoras, escardas), manuales (machete, pala, azadón) y el uso de herbicidas. Cabe mencionar que los productores utilizan en caña planta, productos preemergentes y postemergentes, y en caña soca principalmente herbicidas postemergentes.

El principal problema que ocasionan las malezas está dado por especies que compiten con las plantas en la hilera del cultivo, debido a que en esta zona la competencia se hace más severa y el control es más difícil efectuarlo. El uso de cultivadoras entre los surcos es rápido y relativamente barato, pero no se puede utilizar este implemento para controlar las malezas que se encuentran entre las plantas en las líneas del cultivo; para controlar estas malezas se requiere de control a mano o usando implementos manuales, lo cual requiere mayor tiempo y a veces es antieconómico. El empleo de herbicidas selectivos para la destrucción de malezas aumenta cada vez más como consecuencia de la falta de personal de campo y por la posibilidad de resultados rápidos en la lucha contra las plantas indeseables. La meta de la aplicación de herbicidas es proveer un medio efectivo y económico de controlar las malezas, sin dañar el ambiente.

A la fecha, no se tienen estudios científicos en cuanto a aplicaciones de herbicidas en banda en caña soca y su eficiencia de control de malas hierbas. Con base en la importancia del cultivo de la caña de azúcar y tomando en consideración la presencia de malezas como principal limitante de los



rendimientos agrícolas, se planteó la presente investigación con los siguientes objetivos:

- Evaluar la efectividad biológica de diferentes tratamientos químicos aplicados en bandas sobre el control de las malezas.
- Medir la fitotoxicidad de diferentes tratamientos químicos en el cultivo de caña de azúcar.
- Estimar los efectos de los tratamientos en el rendimiento del cultivo.
- Determinar cual de los tratamientos presenta el mejor resultado, considerando el costo de inversión.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.- Origen e historia del cultivo

La caña de azúcar fue utilizada y cultivada desde los tiempos más remotos, lo cual motivó su difusión y los cruces que hacen muy difícil el estudio de sus orígenes. La teoría comúnmente admitida señala a *Saccharum robustum* como la especie botánica de arranque, y a Nueva Guinea e Islas vecinas como el lugar de origen (Fauconnier y Basserrau, 1975).

En 1501 Cristóbal Colón en su segundo viaje al nuevo mundo, introdujo el cultivo de caña de azúcar en la isla Española, hoy república Dominicana, la que fue llevada posteriormente a Puerto Rico, Jamaica y Cuba (Rodríguez, 1994). Al respecto, Crespo (1988) afirma que la introducción de la caña de azúcar en Nueva España fue muy temprana, apenas pasados tres años (1524) de la caña de Tenochtitlán, y el desarrollo inicial de su cultivo se corresponde plenamente con ese proceso de innovaciones agrícolas que acompañó al establecimiento de la naciente colonia. Su expansión por el territorio mexicano puede explicarse no sólo por haber encontrado condiciones favorables de clima, suelo y ambiente en general, sino por un sostenido incremento en la demanda por parte de los colonos, que alentó sustancialmente el crecimiento de la producción.

### 2.2.- Taxonomía y morfología de la caña de azúcar

#### 2.2.1.- Taxonomía

Daniels y Roach (1987) sugieren la siguiente ubicación taxonómica de la caña de azúcar:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Glumíflorae
Familia:	Gramíneae
Tribu:	Andropógonae
Subtribu:	Saccharae
Género:	<i>Saccharum</i>

A su vez el género *Saccharum* está constituido por seis especies, cuatro domesticadas (*S. officinarum*, *S. edule*, *S. barberi*, y *S. sinensis*) y dos silvestres (*S. spontaneum* y *S. robustum*).

### **2.2.2.- Morfología**

El conocimiento de la morfología y fisiología de la caña de azúcar es fundamental para un manejo adecuado del cultivo.

#### **2.2.2.1.-Raíz**

La raíz se origina de los nudos del esqueje o trozo de tallo que se planta. En cañas desarrolladas el mayor porcentaje de raíces es superficial. Se diferencian raíces del esqueje y raíces del tallo (Sánchez, 1991). La función principal del sistema radical es la de absorber agua y sales minerales, proporcionar anclaje y almacenar materiales de reserva.

#### **2.2.2.2.- Tallo**

El tallo es la parte utilizada en la industria azucarera puesto que contiene la sacarosa acumulada en el momento de la madurez; se compone de elementos sucesivos que contienen nudo y entrenudo. La longitud oscila entre 1.5 a 4 metros, y su diámetro varía de 1.5 a 3.5 centímetros (Fauconnier y Basserrau, 1975).

#### **2.2.2.3.- Hojas**

Las hojas están unidas a los nudos del tallo, son alternas, alargadas y formadas por la vaina y el limbo. El número de hojas verdes es bajo en plantas jóvenes y aumenta a medida que los tallos crecen hasta un máximo de 10 a 15 hojas por planta, dependiendo de la variedad y de las condiciones de crecimiento (Humbert, 1982). La hoja tiene como función principal, llevar a cabo la fotosíntesis.

#### **2.2.2.4.- Inflorescencia**

La Inflorescencia es una panoja ramificada con muchas espiguillas dispuestas en pares, una sésil y otra pedunculada. La flor es hermafrodita y con un sólo óvulo. La semilla es muy pequeña (Sánchez, 1991).

### **2.3.- Composición química de la caña**

El porcentaje de los distintos componentes químicos y físicos de la caña de azúcar, varía entre cultivares, condiciones de crecimiento, edad del cultivo,

entre otros. En el Cuadro 1, se presentan los promedios expresados en porcentajes.

Cuadro 1. Componentes de la caña de azúcar en porcentajes aproximados.

Componente	Tallo	Cogollo y paja
Agua	71.0	74.0
Materia seca	29.0	26.0
Azúcares	15.4	32.18
Sacarosa	14.1	-----
Lignocelulosa	12.21	19.08
Cenizas	0.54	2.31
Componentes nitrogenados	0.48	1.66
Grasas y ceras	0.34	0.77

Fuente: GEPLACEA (1988a).

#### 2.4.- Importancia de la caña de azúcar en México

El cultivo de la caña de azúcar sigue siendo uno de los sectores estratégicos de la economía mexicana, por el carácter básico del bien producido (azúcar) y su esencial papel en la satisfacción de la demanda de calorías de consumo generalizado; así como su participación en el producto interno bruto, los empleos industriales y agrícolas que genera y sus efectos multiplicadores en la actividad económica (Crespo, 1988). En el Cuadro 2, se muestra por estado los valores de superficie sembrada, caña molida, promedio de rendimiento de campo y azúcar producida.

Cuadro 2. Estadística de campo e industrial del cultivo de caña de azúcar en México.

Estado	Área (hectáreas)	Caña molida (toneladas)	Rend. Promedio (por hectárea)	Azúcar (toneladas)
Campeche	6 106	250 131	40.96	28 089
Colima	9 955	843 328	84.71	93 150
Chiapas	25 838	2 365 351	91.55	245 660
Jalisco	58 740	5 457 902	92.92	64 5315
Michoacán	14 206	1 262 169	88.85	150 748
Morelos	12 268	1 286 452	104.86	146 737
Nayarit	23 940	1 677 173	70.06	211 163
Oaxaca	38 130	2 295 668	60.21	261 888
Puebla	13 023	1 419 032	108.96	175 050
Quintana Roo	21 157	1 258 601	59.49	136 891
Sinaloa	22 098	1 913 564	86.59	183 646
San Luis Potosí	65 109	3 599 644	55.29	400 100
Tabasco	26 292	1 484 689	56.47	162 447
Tamaulipas	29 096	2 006 185	68.95	218 414
Veracruz	243 358	16 828 349	69.14	1 865 275
Nacional	609 316	43 948 238	75.93	4 924 573

Fuente: Coazucar 2004.

La caña de azúcar produce también algunos subproductos, de los cuales Sánchez (1997) menciona los siguientes:

- a) Bagazo. Se obtiene del último molino del tándem y esta formado por partículas de tamaño variable. El bagazo es usado como combustible en la industria del azúcar sin que sea alto su poder calórico como el de otros combustibles. En la industria de derivados, al disponerse de grandes

volúmenes de bagazo, tiene uso intenso en la elaboración de pulpa, papel y productos aglomerados, además de utilizarse en la alimentación animal.

- b) Cachaza. Son residuos en forma de torta, eliminados en el proceso de clarificación del jugo de caña durante la fabricación de azúcar crudo. La cachaza por su alto contenido de elementos nutritivos, puede ser utilizada como fertilizante, así como para la alimentación de animales.
- c) Mieles. Las mieles finales contienen una parte de la sacarosa y los monosacáridos simples. Dentro de los derivados de las mieles se tiene en primer término el alcohol etílico o etanol.
- d) Vinazas. Son residuos provenientes de las destilerías que elaboran alcohol, por cada litro de derivado salen de 10 a 14 litros de vinaza. A la fecha no se sigue ningún tratamiento para evitar la contaminación, provocándose la muerte de las especies acuáticas. En los campos cañeros la vinaza se aplica en escala muy reducida, casi nada más a nivel experimental.

GEPLACEA (1988b) agrega que de la caña de azúcar también se obtienen residuos de cosecha constituidos principalmente por paja y cogollo, que son empleados de manera insuficiente a pesar de representar una formidable fuente de alimentación animal y generación de energía. El principal obstáculo para el aprovechamiento de los residuos agrícolas es su dispersión en el campo, lo que hace difícil, complicada, y a veces costosa, su recolección.

#### **2.4.1.- Principales variedades de caña de azúcar en México**

Flores (2001) reporta que las 10 principales variedades utilizadas en México en la zafra 2000/2001 fueron:

Variedad	Superficie cultivada (ha)
Mex 69-290	158 782
CP 72-2086	109 466
Mex 68-P-23	76 677
Mex 57-473	43 025
Nco 310	40 457
Co 997	28 574
Sp 70-1284	18 388
Q 68	14 194
Mex 68-1345	14 130
Mex 55-32	13 306

#### **2.5.- Requerimientos del cultivo**

Sánchez (1991) señala las condiciones ideales de clima y suelos para el cultivo de caña de azúcar:

##### **2.5.1.- Clima**

El mejor clima para el desarrollo de la caña de azúcar es el trópico húmedo. Las condiciones climáticas son más importantes que las condiciones del suelo. El clima ideal para la caña es un verano largo y caliente, con lluvias suficientes



durante el período de crecimiento, y un clima seco, soleado y frío en la época de maduración y cosecha.

La caña de azúcar puede cultivarse desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 1500 m. Las plantaciones localizadas al nivel del mar maduran a los 12 ó 14 meses de edad. Aquellas establecidas entre altitudes 1000 y 1500 m, tienen un período vegetativo de 12 a 15 meses ó más. Los mayores rendimientos se obtienen en regiones localizadas entre los 1000 y 1500 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas máximas de 30 °C, mínima de 18 °C, y una media de 24 °C, además de una precipitación anual mínima de 1500 mm, bien distribuidos.

Las oscilaciones de la temperatura o cambios que sufre durante el día y la noche son de gran labor en la elaboración de la sacarosa. Cuando la temperatura es uniforme, la caña no cesa de crecer y siempre hay en sus tejidos un alto porcentaje de azúcares reductores. Las variaciones de temperaturas a los 8 °C son muy importantes en la fase de maduración, porque ayudan a formar y a retener la sacarosa.

A mayor brillo solar, mayor actividad fotosintética y mayor migración de hidratos de carbono de las hojas al tallo. En igualdad de condiciones, las zonas de baja luminosidad producen más bajos tonelaje de azúcar que aquellas de alta luminosidad.

Los vientos fuertes son perjudiciales pues pueden agobiar y aún arrancar las plantaciones. Si son secos y calientes aumentan considerablemente la transpiración de las plantas.

### **2.5.2.- Suelo**

Los mejores suelos para la caña de azúcar son los francos arcillosos, profundos y drenados. También se desarrolla en suelos volcánicos, arcillosos con subsuelo suelto, arenosos con subsuelo pesado y suelos pedregosos con materia orgánica. Los subsuelos impermeables dificultan el desarrollo de las raíces. Los subsuelos aluviales con suficiente humedad producen abundantes cosechas, lo mismo que los recién desmontados, ricos en materia orgánica. Sin embargo, los jugos tienen baja concentración de azúcar y por lo tanto, bajo rendimiento industrial. La caña de azúcar prefiere los suelos neutros o ligeramente alcalinos, con un pH de 6.8 a 7.0. Puede cultivarse relativamente bien en límites de 5.5 a 7.5 de pH.

## **2.6.- Principales labores de cultivo para caña soca**

Subirós (1995) y Sánchez (1992), mencionan las siguientes labores:

### **2.6.1.- Remanga y quema**

Se lleva a cabo para facilitar el brote de nuevos retoños y las demás labores de cultivo; esta práctica debe realizarse en la primera semana posterior a la cosecha, tanto de forma manual como mecánica. Una vez recogido y amontonados los residuos, se procede a quemarlos.

En algunos lugares se dejan los residuos sobre los entresurcos, esta labor contribuye a evitar el desarrollo de malezas y es útil para incorporar materia orgánica al suelo.

### **2.6.2.- Destronque o destococonado**

Posterior a la cosecha es común observar tocones que sobresalen sobre la superficie del suelo, debido a que no fueron cortados a ras del suelo. Es necesario bajar estos tocones en forma manual (uso de machete), para que los retoños emerjan desde la parte interna del suelo de una manera vigorosa, permitiendo un mejor anclaje, y evitando también de que los tocones sirvan como refugio de plagas.

### **2.6.3.- Subsoleo**

Tiene como finalidad descompactar los primeros 30 a 40 cm del suelo, producto del desplazamiento de la maquinaria dentro del campo, sobre todo durante la cosecha. También se realiza con el fin de podar las raíces viejas y muertas, estimular la formación de ellas, recortar los bordes del surco para mantener el ancho de la cepa, favorecer la aireación del suelo y mejorar la eficiencia del riego. Se recomienda realizar el subsoleo durante la primera semana después de la cosecha, cuando aún no se han formado las nuevas raíces.

### **2.6.4.- Aporque y desaporque**

El desaporque consiste en remover suelo del lomo de los costados del surco con equipos mecánicos y colocarlo en el entresurco, para combatir malezas. El

aporque se refiere a retirar tierra del entresurco y situarla en el surco de siembra. Las ventajas del aporque son:

- Evitar compactación del suelo.
- Proporcionar un mayor anclaje de la cepa.
- Eliminar encharcamientos.
- Controlar malezas.
- Incorporar fertilizantes.
- Dar mayor vida útil a la plantación.
- Facilitar el riego.

#### **2.6.5.- Resiembra**

Es recomendable sembrar las áreas con fallas de brote en el surco, debido a las pérdidas sufridas por el maltrato de la maquinaria (principalmente por la cosechadora, cargadora y el paso de los camiones) o por el inapropiado manejo de la plantación. Es difícil estimar con que porcentaje de pérdida es económico hacer esta práctica. La resiembra es aconsejable realizarla antes del primer riego, pero no mucho después del corte, debido a que el nuevo retoño competirá con las plántulas nuevas, el desarrollo será inapropiado y la práctica no tendrá ninguna utilidad.

#### **2.6.6.- Fertilización**

La caña de azúcar es un cultivo con una gran capacidad considerable de extracción de nutrimentos, lo que puede causar a corto plazo agotamiento de los suelos. Esta situación exige el uso de fertilizantes químicos u otros tipos de

materiales orgánicos para restituir lo que la planta ha tomado. La absorción de los elementos nutritivos es variable, según la fase de desarrollo en que se encuentre. Durante las fases iniciales de crecimiento los requerimientos de fertilizantes son bajos, posteriormente, una vez que comienza la formación del sistema radical y el desarrollo de la parte aérea, las necesidades se incrementan. Debido a que la absorción de los elementos ocurre con mayor intensidad durante los primeros meses de crecimiento, es aconsejable colocar el fertilizante entre el primer y cuarto mes de edad del cultivo. Es necesario un análisis químico del suelo para poder establecer un correcto plan de fertilización en una determinada zona cañera.

Existen diferentes métodos para aplicar el fertilizante en los campos cañeros, lo aconsejable es colocarlo en banda, en ambos lados del surco a una distancia de la cepa de 15 cm y a una profundidad de 5 cm, también se recomienda que antes de la aplicación de los fertilizantes exista humedad en el suelo para que la planta pueda absorber los nutrientes con facilidad, principalmente si la aplicación se hace manual; en el caso de aplicación mecánica, es recomendable aplicar el fertilizante en seco y posteriormente realizar un riego pesado.

La aplicación manual se realiza en zonas donde la topografía del terreno es irregular. Este método tiene la desventaja de ser lento, costoso, además de que el fertilizante queda sobre la superficie del suelo expuesto a las condiciones del medio ambiente. Hay que recordar que las malezas germinan cerca de la

superficie del suelo, por lo que la aplicación manual puede favorecer la germinación de las malas hierbas, logrando que estas plantas nocivas se tornen un competidor muy agresivo.

La aplicación mecánica de fertilizantes es un método más eficiente y económico, porque cubre una área considerable en poco tiempo. Las fertilizadoras mecánicas poseen una serie de accesorios que permiten incorporar el fertilizante en el suelo; además, la labor se aprovecha para efectuar el combate mecánico de malezas.

#### **2.6.7.- Riego**

El número de riegos y su frecuencia e intensidad durante el ciclo agrícola son de vital importancia en el crecimiento y desarrollo del cultivo, y por consiguiente en el rendimiento de la plantación. El tiempo entre un riego y otro varía con la edad del cultivo, grado de humedad del suelo y las condiciones climáticas. Se debe tomar en cuenta que cuando se acerca el período de maduración de la caña de azúcar, los riegos deben suspenderse entre 1.5 y 2 meses antes de la cosecha.

En este cultivo se utilizan diferentes sistemas de riego de acuerdo a la economía del productor, topografía del terreno, y disponibilidad de agua. Estos sistemas son:

1. Riego rodado (o por gravedad)
2. Riego por aspersión

### 3. Riego por goteo.

#### **2.7.- La maleza y su control en caña de azúcar**

Rojas y Vázquez (1995) definen a las malezas como: "Plantas que no se desean tener en un lugar y tiempo determinados". Por su parte Weed Science Society of America (1994) plantea que maleza es cualquier planta que esta obstaculizando o interfiriendo con las actividades o bienestar del hombre. Asimismo, Gómez (1986) señala que las malas hierbas son un factor que afectan la productividad de cualquier cultivo, y en caña de azúcar, se observa mejor, esto debido a su lento crecimiento en los cuatros primeros meses posteriores a la siembra (o al corte), ya que las malezas compiten con el cultivo por agua, luz, y nutrientes.

Orozco (1976) estima que en México, la disminución en el rendimiento de campo por efecto de las malas hierbas es de 15 a 25 toneladas de caña. Por su parte González y Funes (1976) citan que la competencia de la maleza en caña puede llegar a reducir la producción hasta en un 77% del rendimiento de campo.

El control de malezas en caña de azúcar constituye un problema serio y costoso. Las malezas deben ser controladas efectivamente hasta que las cañas se encuentren más próxima "una de otra" y puedan proporcionar la suficiente sombra como para evitar que crezcan estas plantas nocivas (Klingman &

Ashton, 1982). Por su parte Zinndahl (1993) plantea las siguientes características de las malezas:

1. Tienen la habilidad de reproducirse desde joven edad.
2. Maduran rápidamente sus semillas después de la floración.
3. Se pueden reproducir por semilla y vegetativamente.
4. Capaces de crecer bajo condiciones adversas (poseen plasticidad ambiental).
5. Resistentes a factores ambientales detrimentales.
6. Exhiben varios tipos de dormancia o dispersión en el tiempo.
7. Producen semilla de igual forma y tamaño que las semillas de cultivo, lo que dificulta aún más su manejo.
8. Algunas malezas anuales producen más semillas anualmente que los cultivos.
9. Capacidad de producir gran número de semillas por planta.
10. Poseen mecanismos de dispersión de semillas.
11. Las raíces de las malezas son capaces de penetrar y emerger a gran profundidad.
12. Las raíces y rizomas de malezas perennes tienen gran cantidad de reservas de alimento, lo que hacen que resistan stress ambiental y cultivos intensivos.
13. Algunas tienen adaptaciones como espinas, que dificultan su control manual.
14. Enorme capacidad para competir por nutrientes, luz y agua.



15. Están presente en todas partes. Ellas existen donde se practica agricultura.
16. Las malezas resisten a las medidas de control, incluyendo resistencia a herbicidas.

### **2.7.1.- Daños que ocasionan las malezas**

Entre los daños más importantes ocasionados por las malezas al cultivo de caña de azúcar, Subirós (1995) cita:

- 1.-Disminución en la población de los tallos molederos, en el grosor, en la longitud total del tallo y en los entrenudos.
- 2.-Competitividad con el cultivo por agua, luz y nutrientes.
- 3.-Dificultan las labores de cosecha.
- 4.-Incrementan el porcentaje de materia extraña, por lo que disminuye la extracción de sacarosa.
- 5.-Son hospederos de enfermedades, ratas e insectos.
- 6.-El número de operaciones agrícolas para mantener la plantación limpia aumenta, lo mismo que los costos de producción.
- 7.-La vida útil del cañal disminuye, por lo que debe renovarse periódicamente

### **2.7.2.- Período crítico de competencia**

El período crítico de competencia se define como el intervalo en días en que la plantación debe permanecer sin malezas o con la mínima presencia de ellas para que no reduzca significativamente el rendimiento de caña y sacarosa. Por lo general, el período crítico en cañas recién sembradas, de ciclos de 12 meses,

se extiende entre los 15 y 120 días después de la emergencia, y entre los 15 y 90 días para los retoños o socas (CENICAÑA, 1989).

El conocimiento del período crítico de competencia permite ahorrar muchos esfuerzos y gastos de energía en el control de malezas evitando labores de desyerbado que por ubicarse fuera del período crítico de competencia podrían ser innecesarios e incluso contraproducentes (Fisher, 1981).

Villa (1983) afirma que el período crítico de competencia queda comprendido entre 60 y 120 días, siendo necesario para el control de las malas hierbas tres limpiezas y dos cultivos mecánicos. Del mismo modo, Villa (1983) y Casillas (1983) afirman que el porcentaje de sacarosa en la caña de azúcar no se ve afectado por la competencia de maleza.

Algunas de las principales malezas que se localizan en la zona del ejido de San José Teruel se describen a continuación:

a) *Euphorbia heterophylla* L.

Nombre común: lechosa, golondrina, hierba mala.

Planta anual de raíz pivotante, con tallo erguido de 0.5 a 1 m de altura, hueco, glabrescente y con abundante látex blanquecino. Hojas mayormente alternas, su forma es variable en la misma planta (de ahí su nombre *heterophylla*), algunas hojas son oblongo-lanceoladas u ovaladas, con margen entero o dentado en forma irregular y un poco ásperas o lampiñas. Inflorescencia a

menudo roja o blancuzca en la base. Fruto en cápsula de 3 lóbulos con tres semillas de color castaño. Se reproduce por semillas y una planta puede producir más de 100 semillas (Posos, 2001).

b) *Amaranthus* spp. L.

Nombre común: quelite, bleado, huisquilite.

*Amaranthus* spp. es una maleza común la cual tiende a causar problemas serios de disminución del rendimiento de los campos. Es una planta anual, con tallo longitudinalmente surcado que mide generalmente menos de 1.8 m de altura. Sus hojas son alternas y con peciolo largo. La inflorescencia es una panícula compuesta, sus flores aparecen en grupos. Esta maleza se propaga por semillas. Especies como *A. spinosus* poseen espinas puntiagudas en pares que salen de las axilas de las hojas y orientadas a 90° con respecto al tallo (Muñoz y Pitty, 1994).

c) *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

Nombre común: zacate bermuda, grama, zacate chino.

Planta perenne, produce rizomas y estolones en gran cantidad. El tallo es erecto y mide menos de 20 cm de alto. Hojas planas o dobladas con punta roma. Inflorescencia solitaria y terminal formada de 4-6 espigas originadas en un mismo punto (Muñoz y Pitty, 1994).

d) *Ipomoea purpurea* (L.) Roth.

Nombre común: correhuela anual, trepadora, quebraplatos.

Plantas con crecimiento indeterminado, con tallo lampiño o algo pubescente en forma de bejuco voluble de 2 m o más. Raíz pivotante, a veces tuberosa. Hojas aovadas de 5 a 8 cm, agudas, acorazonadas en la base. Flores axilares solitarias, con corola morada. Propagación por semillas (Posos, 2001).

e) *Portulaca oleracea* L.

Nombre común: verdolaga, verdolaga amarilla, portulaca.

De acuerdo a Posos (2001), ésta es una planta anual de porte postrado a ascendente. Su raíz es pivotante y algo ramificada. Tallo lampiño, suave, con abundantes ramificaciones de color púrpura. Hojas carnosas, planas en el ápice. Las flores están agrupadas o solitarias, sentadas, de sépalos aquillados, agudos, de corola amarilla. Se reproduce por semillas y por fragmentos de tallos si el suelo está húmedo.

### **2.7.3.- Métodos de control de maleza**

#### **2.7.3.1.- Control manual**

Las prácticas manuales se hacen necesarias en plantaciones cuya altura del cultivo impide el paso de la maquinaria o cuando la maleza es muy grande, lo que dificulta el control mecánico o el químico. Esta operación podría llevarse a cabo dos veces, en la sexta y quinceava semana después del corte. La tarea varía dependiendo de la densidad de la población de malezas, la cual varía de 9 a 12.5 días hombre (DH) ha<sup>-1</sup>, por lo que es importante organizar en tiempo y forma a los trabajadores. El control manual se realiza con machete o eliminando

la maleza con la manos. Es vital deshierbar con cuidado las hileras de plantas o surcos, para evitar la competencia en esa zona de cultivo (Bakker, 1999).

En la región de estudio, es común realizar una labor conocida como "raspadilla", la cual consiste en remover uniformemente el suelo para eliminar malezas superficiales. Cuando la densidad de malezas es baja es costumbre hacer una "pica" en forma localizada. En ambas labores se emplea una pala.

Sin embargo, el control manual es un método caro, lento y poco efectivo debido a que la plantación permanece limpia por un período muy corto, además de que se maltratan los tallos de caña al ser cortados por las herramientas utilizadas.

#### **2.7.3.2.- Control mecánico**

Las prácticas mecánicas son muy comunes durante los primeros meses de desarrollo del cultivo. Además del control de malezas cumplen otras funciones, como son el aporque o el desaporque de la caña, conformación del surco para facilitar el riego. A pesar de que con el paso de implementos agrícolas se obtiene un excelente control de la maleza que crece entre las hileras del cultivo, es común observar fallas de control de aquellas hierbas que aparecen sobre las líneas del cultivo.

Algunos productores efectúan otros tipos de manejo de las malezas en caña, como los reportados por Cepeda (1983) en los ingenios de Emiliano Zapata y Oacalco, Morelos, donde es costumbre intercalar cultivos (frijol, tomate de

cáscara, calabacita, etc.) en el ciclo plantilla, siendo para el caso de frijol, un cultivo intercalado que da al agricultor ingresos adicionales o alimento para su dieta y es un cultivo que compite por el espacio del entresurco con las malezas sin afectar el rendimiento del cultivo de caña de azúcar.

### **2.7.3.3.- Control químico de maleza en caña de azúcar**

El control químico se refiere al uso de herbicidas, que son todas aquellas sustancias que al entrar en contacto con las malezas, perjudican su metabolismo en tal grado que les ocasiona la muerte o inhiben su crecimiento (Aleman, 1997).

Ross & Lembi (1985) plantean que el uso de herbicidas presenta las siguientes ventajas:

1. Permiten el control de malezas en áreas de cultivo en donde las prácticas mecánicas son imposibles de realizar.
2. Reducen el número de labores u operaciones de control de malezas.
3. Reducen la cantidad de esfuerzo humano, al evitar la operación de control de manual.
4. Reducen los altos costos de control al emplear otros métodos (ejemplo: control manual).
5. Permiten gran flexibilidad en el cambio de un manejo de sistema (sistema de labranza de conservación).

A su vez la aplicación de herbicidas en bandas tienen otras ventajas tales como:

- Reduce costos de producción (ahorro de producto herbicida).
- Control de maleza localizado.
- Maximizan el potencial para aumentar la sostenibilidad en la agricultura (al aplicar dosis menores, lo que disminuye la contaminación en el suelo y en el medio ambiente).

Padilla (1986) en Guatemala, analizó los efectos preemergentes de diuron de 3.2 a 4.8 kg ha<sup>-1</sup> y atrazina de 2.0 a 3.0 kg ha<sup>-1</sup> y los comparó con el control mecánico y control manual. Al hacer un estudio económico de cada uno, concluyó que diuron fue más efectivo y económico, comparado con atrazina, el control mecánico y el control manual.

En Nicaragua Gutiérrez (1993), en aplicación preemergente, concluyó que la mejor mezcla fue hexaxinona+diuron a dosis de 3 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad L68-90. Además, encontró que esta mezcla ejerce buen control sobre las malezas, incluyendo *Cyperus rotundus*, durante 60 días, y que estos herbicidas no presentaron efectos fitotóxicos en el cultivo, ya que el número de hojas y biomasa no mostraron daños. En este mismo país, Vargas (1999) concluyó que isoxaflutole aplicado a dosis de 0.12 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad CP72-2086 tuvo un excelente control sobre las malezas durante 90 días; pero las hojas del cultivo mostraron coloración blanca o albinismo, dicha coloración desapareció 20 días después de la aplicación del herbicida.

Leyva y Hurtado (1983), evaluaron en las zonas cañeras de Cuba los tratamientos con base en ametrina, diuron y bromacil. Ellos encontraron un comportamiento similar a los 23 días después de las aplicaciones entre las mezclas de ametrina+diuron a 2.0 kg ha<sup>-1</sup> cada uno, y diuron+bromacil a 4.0+1.0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, éstos dos tratamientos fueron los que presentaron mejores controles de la maleza. En este mismo país Quintero y Rodríguez (1983), en aplicaciones de herbicidas en pre y postemergencia en caña de azúcar en la etapa de "pelillo" y comparado con el control mecánico, concluyeron que los mayores rendimientos se obtuvieron con el testigo limpio mecánicamente y con los tratamientos preemergentes con base en diuron, ametrina y monuron, así como con el tratamiento postemergente de Actril X+asulam. Los menores rendimientos se obtuvieron con el testigo sin control, además de los tratamientos: 2,4-D, dalapon+2,4-D, ametrina +Gaseil y ametrina+Bioester.

Del mismo modo Rodríguez *et al.* (2003) en aplicaciones de postemergencia temprana en campos de Cuba, donde predominaba *Rottboellia cochinchinensis*, *Echinochloa colona*, *Leptochloa panacea*, *Digitaria adscendens*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Ipomoea trifida*, *Euphorbia heterophylla*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Rhynchosia minima*, *Croton lobatus*, *Panicum pilosum*; obtuvieron el mejor control (92.1%) a los 60 DDA con la mezcla isoxaflutole GD 75 a 180 g ha<sup>-1</sup>+metribuzin PH 70 a 1 kg ha<sup>-1</sup>, de producto comercial en comparación a la mezcla de diuron PH 80+ametrina PH 80, a dosis de 5 y 2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, que alcanzó 90.50%.



En zonas cañeras de Río de Janeiro, Brasil, Ramalho y Graciano (1982), evaluaron el control químico de la maleza en caña de azúcar de la variedad CB 45-3, en suelo arcilloso, donde aplicaron en preemergencia: ametrina+terbutrion, a  $1.6+0.8 \text{ kg ha}^{-1}$ ; alaclor a  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ ; 2,4-D amina a  $2.08 \text{ kg ha}^{-1}$ ; ametrina a  $2.4 \text{ kg ha}^{-1}$  y hexazinona+diuron a  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Los mejores controles se obtuvieron con alaclor+diuron y ametrina+2,4-D amina, todos los tratamientos evitaron la disminución del rendimiento de la caña de azúcar por efectos de la maleza y ninguno fue fitotóxico. De igual forma Victoria y Camargo (1982), en Brasil, evaluaron herbicidas preemergentes con base en ametrina a  $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2,4-D a  $1.26 \text{ kg ha}^{-1}$ , simazina a  $2.0 \text{ kg ha}^{-1}$ , linuron a  $1.4 \text{ kg ha}^{-1}$ , diuron a  $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$ , alaclor a  $1.31 \text{ kg ha}^{-1}$ , terbacil a  $0.6 \text{ kg ha}^{-1}$  y oxadiazon a  $0.44 \text{ kg ha}^{-1}$ . No encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la cantidad y calidad de la caña de azúcar cosechada y el control de la maleza fue satisfactorio en todos los tratamientos, excepto la aplicación de linuron donde se observó control deficiente sobre *Digitaria sanguinalis*. Por su parte Marcondes *et al.* (1982) evaluaron herbicidas en caña soca de la variedad IAC-52-150, y estos fueron: ametrina+2,4-D ( $2.0 \text{ kg ha}^{-1}+2.16 \text{ kg ha}^{-1}$ ); ametrina+2,4-D ( $1.08+1.68 \text{ kg ha}^{-1}$ ); ametrina+diuron+2,4-D ( $0.93+1.44+2.16 \text{ kg ha}^{-1}$ ); diuron+2,4-D ( $2.0+2.16 \text{ kg ha}^{-1}$ ); diuron+terbutrina ( $1.6+1.5$ ); terbutrina ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ); y terbacil ( $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$ ). El control de la maleza fue satisfactorio a los 40 días después de la aplicación en todos los tratamientos. Al cosechar no hubo diferencias significativas entre tratamientos químicos, pero si con el testigo enmalezado, en cuanto al número de yemas por caña, longitud y diámetro del tallo, y calidad de la caña.

Juang *et al.* (1988), evaluarón en Taiwan tratamientos químicos sobre la maleza, en aplicaciones postemergentes realizadas a diferentes edades de las plantas nocivas. La aplicación de ametrina a dosis de  $1.6 \text{ kg ha}^{-1}$ , a los 12 días después de la siembra, mostró un control excelente de la maleza hasta los 30 días después de la aplicación; el tratamiento ametrina+atrazina, a  $1.2+1.2 \text{ kg ha}^{-1}$  fue también efectivo hasta los 45 días después de la aplicación. Al agregar el surfactante "AG-F" a razón de 1:1500 (v/v), se incrementó el efecto de la ametrina aplicada a los 19 días después de la emergencia de la maleza, pero no tuvo efecto cuando se aplicó a los 26 días después de la emergencia de las malas hierbas. Del mismo modo, Kuntahartono y Tarmani (1980), en zonas cañeras de Indonesia, infestadas con *Cyperus rotundus*, *Amaranthus espinosus*, *Trianthema portulacastrum*, *Euphorbia heterophylla* y *Portulaca oleracea*, realizaron aplicaciones de ametrina a  $1.0 \text{ kg ha}^{-1}$ , diuron a  $0.96 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $1.92 \text{ kg ha}^{-1}$ , metribuzin a  $0.98 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2,4-D a  $0.7 \text{ Kg ha}^{-1}$  y oxifluorfen a  $0.38 \text{ kg ha}^{-1}$ . Todos los herbicidas controlaron eficientemente a las especies nocivas presentes con excepción de *Cyperus rotundus*.

Abubaker (1980) reporta que en plantaciones de caña de azúcar en Kenia, la maleza más importante, fue *Cyperus rotundus*, la cual es difícil de controlar. Sin embargo, la mezcla de 2,4-D+MSMA a  $2.0 \text{ kg ha}^{-1}$  cada uno, mostró un buen control. Otra maleza problema es *Portulaca oleracea*, la cual es muy susceptible a un amplio rango de herbicidas aplicados al suelo tales como atrazina y simazina. Por su parte Claus (1981) en Costa de Marfil, encontró en aplicación preemergente, que el control más efectivo de malezas lo obtuvo con

ametrina+atrazina, a  $4.0 \text{ kg ha}^{-1}$ , cada uno; metolaclor a  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  y hexazinona a  $0.25$  y  $0.5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Este autor también reportó que la dosis alta de hexazinona fue fitotóxica a la caña de azúcar.

Bolaños-Espinoza (1981), en el estado de Puebla, México, señala que el mejor control de *Cynodon dactylon* en postemergencia en caña de azúcar, lo obtuvo con dalapon+TCA en dosis que varían de  $1.7$  a  $3.4$  y  $7.2$  a  $13.5 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. De igual forma Gallegos (1981), en Papaloapan, Veracruz, México, comparó el efecto de los herbicidas Gesapax 50 ( $3 \text{ kg ha}^{-1}$ )+Hierbamina ( $2 \text{ L ha}^{-1}$ )+Surfactante WK ( $0.5 \text{ L ha}^{-1}$ ), y Karmex ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ )+Esteron 40 ( $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ )+Surfactante WK ( $0.5 \text{ L ha}^{-1}$ ), con el control manual y mecánico tradicional. Se determinó que Gesapax 50+Hierbamina fue la mezcla que presentó el mayor rendimiento, seguido de Karmex+Esteron 40, limpiezas tradicionales y, por último el testigo siempre enmalezado con  $80 \%$  de pérdidas.

Por su parte Casillas (1983) reportó un buen control de malezas (*Euphorbia* sp, *Ipomoea* sp, *Portulaca oleraceae*, *Cynodon dactylon*, entre otras) y buenos rendimientos del cultivo en aplicación preemergente en caña planta al aplicar diuron+2,4-D, seguida de aplicación postemergente de ametrina, en el estado de Tabasco.

Laredo (1992) afirma que diuron y ametrina, ambos a dosis de  $2 \text{ kg ha}^{-1}$ , aplicados en preemergencia, fueron eficientes para el control de malezas de hoja ancha 60 días después de la aplicación (DDA). En otro estudio, Flores

(1995) encontró que ametrina y diuron evaluados a los 30 DDA a dosis de 1.5 y 2.4 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, fueron eficientes para el control de hojas anchas y angostas en el cultivo de caña.

Richard (1998) encontró con aplicación preemergente de sulfometuron en 30 g ha<sup>-1</sup> y metrobuzina en 2.58 g ha<sup>-1</sup>, que controlaron mejor a *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense*, cuando emergían de trozos de rizomas y de estolones.

Viator *et al.* (2002a) en un estudio de control de *Ipomoea coccinea*, encontraron con los herbicidas atrazina, diuron, metribuzina y terbacil, controles de esta maleza no mayores de 83% a los 45 DDA. Mientras que Siebert *et al.* (2004) en estudio de aplicación postemergente de 2,4-D (1.06 kg ha<sup>-1</sup>) contra *Ipomoea coccinea* con longitud de 1.8 m, obtuvieron controles de 100% a los 28 DDA en el primer año de estudio y 78% de control en el segundo año.

Viator *et al.* (2002b) en aplicación postemergente de diuron+pendimetalina (2.2+3.4 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, en caña plantía en la época de primavera en tres variedades diferentes, concluyeron que a los 35 DDA la fitotoxicidad mostrada en el cultivo fue despreciable (3 a 4%). Los mismos autores reportaron daños al cultivo con atrazina, diuron, metribuzina y terbacil, como clorosis general de las hojas bajas. Por su parte Peng and Yeh (1970), reportaron tolerancia de varias variedades comerciales de caña de azúcar en Taiwán a atrazina y diuron.

Con respecto a la selectividad de la caña al 2,4-D, Ashton (1958), citado por Duke (1985), encontró tolerancia de 94% de este cultivo al herbicida, por lo que solamente el 6% se transloca de las hojas a los puntos de crecimiento. En parte la selectividad del 2,4-D en las gramíneas se atribuye a una conjugación con los aminoácidos aspartato y ácido glutámico.

Osgood *et al.* (1972) citan que el herbicida diuron puede ser aplicado en ciertas variedades de caña de azúcar, pero en otras es fitotóxico. Ellos indican que la fitotoxicidad en cultivares tolerantes, las raíces retienen dos veces más el herbicida y no lo translocan al resto de la planta.

Con relación a las triazinas, grupo en el que se incluye a ametrina, Lebaron and Gressel (1982) señalan que la detoxificación de la caña de azúcar a las triazinas se atribuye a una alta actividad enzimática por glutatión S-transferasa, la cual fue encontrada en las hojas del cultivo. Por su parte Devine *et al.* (1993) agregan que las plantas con alta cantidad de glutatión y actividad de la enzima glutatión transferasa, detoxifican los herbicidas del grupo de las triazinas rápidamente.

Con respecto a pendimetalina Colby *et al.* (1989) indican que el método principal de degradación biológica de pendimetalina en las plantas y en la tierra es oxidación del grupo 4-metilo en el anillo de benceno y oxidación del grupo *N*-1-ethylpropyl en la mitad del grupo amino.

## **2.8.- Características de los herbicidas evaluados**

Klingman & Ashton (1982) agregan que el tiempo que un herbicida permanece activo o persiste en el suelo es de suma importancia, debido a que por medio de esto se puede determinar cuánto tiempo las malezas podrán ser controladas. La persistencia de un herbicida en el suelo se ve afectada por los siguientes factores: descomposición microbiana, descomposición química, adsorción de coloides del suelo, lixiviación, volatilidad, fotodescomposición y remoción de las plantas altas durante la recolección.

Los herbicidas utilizados en este experimento se seleccionaron considerando su uso en aplicaciones convencionales, así como también las malezas presentes en el lugar de estudio y el espectro de acción de dichos herbicidas.

A continuación se describen los herbicidas utilizados de acuerdo a Colby *et al.* (1989).

### **2.8.1.- Ametrina**

Nombre común: ametrina. Pertenece al grupo de las Triazinas

Nombre comercial: EVIK, GESAPAX, AMETREX, entre otros.

Formula molecular:  $C_9H_{19}N_5S$

Estado físico y color: cristalino, blanco.

Uso del herbicida. Este herbicida controla malezas de hojas anchas y pastos, y es selectivo a cultivos de caña de azúcar, piña, plátano, toronja y naranja,

también puede ser usado en forma dirigida en maíz. Este producto se puede aplicar en pre y postemergencia. Tiene una residualidad de 1 a 3 meses, dependiendo de la dosis, características del suelo, humedad y temperatura.

Conducta fisiológica y bioquímica. Es absorbido a través del follaje y raíces, su efecto aparece sobre el follaje rápidamente. Se transloca acropetalmente a través del xylema de las raíces y tallo, acumulándose en los meristemos. Su mecanismo de acción primario por el cual este y otros herbicidas triazinicos actúan en las planta es por inhibición de la fotosíntesis. Además, previene la producción de energía necesaria para el crecimiento de la planta.

### **2.8.2.- Diuron**

Nombre común: diuron. Pertenece al grupo Ureas Sustituidas.

Nombre comercial: KARMEX, DIREX, DIUREX, entre otros.

Formula molecular:  $C_9H_{10}Cl_{12}N_2O$

Estado físico y color: cristalino sólido, blanco.

Uso del herbicida. Este herbicida controla malezas de hojas anchas y pastos, y es selectivo a cultivos de caña de azúcar, algodón, piña, vid, manzana, pera, cítricos y alfalfa. Controla un amplio espectro de malas hierbas gramíneas y dicotiledóneas, se utiliza principalmente en preemergencia y algunas veces en postemergencia temprana.

Conducta fisiológica y bioquímica. Diuron es absorbido a través del sistema radicular; además de hacerlo a través del follaje y tallo. La translocación es principalmente ascendente a través del xylema. Su mecanismo de acción es que inhibe fuertemente la reacción de Hill.

### **2.8.3.- Pendimetalina**

Nombre común: pendimetalina. Pertenece al grupo de las Dinitroanilinas.

Nombre comercial: PROWL, STOMP, HERBADOX, entre otros.

Formula molecular:  $C_{13}H_{19}N_3O_4$

Estado físico y color: cristalino, naranja-amarillo sólido.

Uso del herbicida. Se usa en cultivos, tales como caña de azúcar, soya, algodón, tabaco, cacahuate, arroz, sorgo, girasol, papa y frijol. La época de aplicación depende del cultivo y de la infestación de malezas. Por lo que se puede aplicar en preemergencia, postemergencia temprana e incorporado al suelo.

Conducta fisiológica y bioquímica. Es absorbido a través del follaje y raíces, la absorción foliar es limitada particularmente en las plantas monocotiledóneas, y la absorción foliar es moderada en las plantas dicotiledóneas muy pequeñas, se transloca acropetalmente a través del xylema. El mecanismo de acción: del herbicida se relaciona con la inhibición de la división celular y alargamiento de las células.



#### 2.8.4.- 2,4-D

Nombre común: 2,4-D. Pertenece al grupo de los Fenóxidos.

Nombre comercial: HIERBAMINA, HIERBESTER, ESTERON 47, entre otros.

Formula molecular:  $C_8H_6Cl_2O_3$ .

Uso del herbicida. Es un herbicida sistémico usualmente aplicado en postemergencia a la maleza y cultivos, y es ampliamente utilizado para controlar malezas de hoja ancha en cultivos de cereales (maíz, trigo, sorgo, cebada, avena), caña de azúcar, pastos. La mayoría de las dicotiledóneas son susceptibles a dosis normales del herbicida.

Conducta fisiológica y bioquímica. Es absorbido a través del follaje y raíces y su translocación es a través del simplasma. El mecanismo de acción ha sido estudiado más que cualquier otro herbicida; las investigaciones muestran que es responsable en la planta del crecimiento anormal, afecta la respiración, órganos de reserva y división celular; pero el modo de acción primario no ha sido claramente establecido.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.- Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en el ejido San José Teruel, en el municipio de Tepeojuma, Puebla, el cual cuenta con 650 ha destinadas al cultivo de caña de azúcar; la investigación se realizó durante el ciclo agrícola 2003/04 en un cultivo comercial soca 3, del productor Enrique Piedra. El ejido se localiza en el km 50 de la carretera Panamericana Puebla-Oaxaca. Las características químicas y físicas del sitio de estudio donde se llevo a cabo la investigación se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Características químicas y físicas del suelo.

Características químicas		Características Físicas	
pH	7.98	Arena	35.32%
Materia orgánica	1.61%	Limo	22.72%
Nitrógeno	34.1 mg kg <sup>-1</sup>	Arcilla	41.96%
Fosforo	31.44 mg kg <sup>-1</sup>	Textura	Arcilloso
Potasio	276 mg kg <sup>-1</sup>		
Fierro	2.72 mg kg <sup>-1</sup>		
Cobre	0.57 mg kg <sup>-1</sup>		
Manganeso	1.43 mg kg <sup>-1</sup>		

Fuente: Laboratorio Central Universitario. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.

#### 3.2.- Variedad utilizada

La variedad utilizada en el estudio fue CP72-2086, soca 3, que de acuerdo a Flores (2001) los progenitores de esta variedad son CP62-374 X CP63-588. Del mismo modo, el autor afirma que esta la variedad se caracteriza por tener:

- a) Tallos erectos de color verde.
- b) Diámetro del entrenudo de 3 a 3.5 cm.

- c) Hojas erectas con ápice curvado.
- d) Buena germinación y macollamiento.
- e) Floración temprana (octubre-noviembre).

Los mejores rendimientos en campo se tienen bajo cultivo de riego en los ingenios de Jalisco, Morelos, Puebla y algunos de Veracruz. Cuando madura supera el 14.5% de sacarosa y 13.2% de fibra. En la actualidad es la mejor variedad temprana que se tiene en México y hay más de 100 000 ha cultivadas en todo el país.

### **3.3.- Diseño experimental**

El experimento se estableció el 25 de abril de 2003 bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y una separación entre bloques de 2 metros. La unidad experimental constó de 54 m<sup>2</sup> (6 m de ancho x 9 m de largo), área en la que se incluyeron 5 hileras de caña de azúcar distanciadas a 1.20 m. La parcela útil quedó compuesta por 3 hileras centrales, eliminando un metro en cada uno de los extremos.

#### **3.3.1.- Tratamientos**

Los herbicidas evaluados en el experimento se describen en el Cuadro 4, donde se integró un testigo enmalezado en la hilera del cultivo y un testigo limpio. Al respecto, Salgado (1989) sugiere que el testigo libre de maleza, tiene utilidad porque a través de él podemos medir el efecto fitotóxico de un herbicida sobre el resto de los tratamientos aplicados, estableciendo una evaluación visual

comparativa; del mismo modo el testigo enmalezado, es importante porque se utiliza para comparar tanto la efectividad en el control de malezas, así como el efecto de éstas sobre el cultivo con relación al resto de los tratamientos utilizados. La distribución de los tratamientos y bloques se muestran en la Figura 1.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	Dosis kg i.a ha <sup>-1</sup>
1. Pendimetalina+diuron	0.70+1.00
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	0.70+0.43+0.23
3. Ametrina+2,4-D+diuron	0.43+0.23+1.00
4. Pendimetalina+diuron	0.80+1.00
5. Ametrina+2,4-D	0.62+0.41
6. Ametrina+2,4-D (aplicación total)	1.25+0.81
7. Testigo limpio	
8. Testigo sucio (hilera del cultivo)	

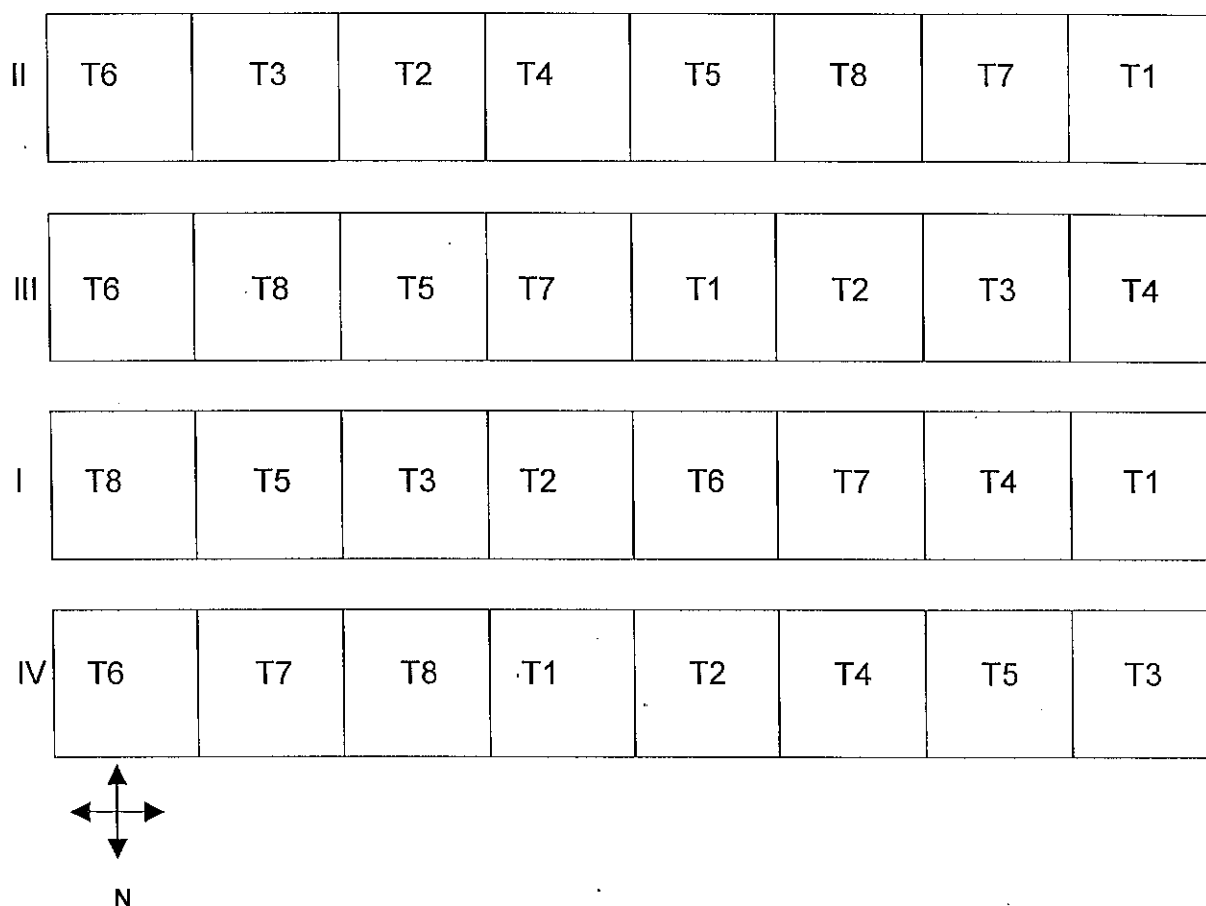


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel; Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

### 3.3.2.- Variables respuestas y evaluaciones

#### 3.3.2.1.- Incidencia de malezas por especie

Contreras (2000) señala que la densidad de malezas se refiere a la relación entre el número y/o volumen de individuos de una especie (o todas las especies) sobre un área, o más correctamente en un espacio. Esta variable fue evaluada en el testigo enmalezado sobre la hilera del cultivo, donde se contabilizó el número de malezas por especie, presentes en los tres surcos centrales de la unidad experimental, posteriormente estos datos se expresaron

en porcentajes de acuerdo a la cantidad total de malezas. Esta evaluación se llevo a cabo a los 58 DDA.

### **3.3.2.2.- Fitotoxicidad**

La fitotoxicidad se refiere al daño que el herbicida puede causar al cultivo, y ésta según Salgado (1989), se manifiesta como clorosis, necrosis, enanismo, reducción de la población de tallos, efectos násticos, encebollamiento y torcimiento. De la misma manera, Klingman & Ashton (1982) afirman que la toxicidad residual también es importante porque se relaciona con la fitotoxicidad postefectos, lo que podría traducirse en perjuicios para el éxito de la cosecha o plantación.

La evaluación de la fitotoxicidad se basó en los daños visibles que presentaron las plantas de caña ocasionados por los tratamientos. Se realizó de forma visual utilizando la escala European Weed Research Society (EWRS), posteriormente los valores de dicha escala fueron transformados a porcentajes de control (Burril *et al.*, 1977). La escala se muestra en el Cuadro 5, donde cero porciento indica ningún daño al cultivo y 100% completa destrucción. Esta evaluación se efectuó a los 9, 22 y 37 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos químicos.

### **3.3.2.3- Porcentaje de control general y por especies de malezas**

El control de maleza para cada tratamiento fue evaluado en forma cualitativa, considerándose la escala porcentual visual de 0 a 100% (Cuadro 5). Se

determinó el control general de la maleza, así como el control por especie, para aquellas malezas con mayor densidad poblacional en el área de estudio. Cero por ciento indica cero control (sin daño) de malezas y 100% control total (o muerte de las plantas). Las evaluaciones se efectuaron a los 22, 37 y 58 DDA.

Cuadro 5. Escala European Weed Research Society (EWRS) utilizada en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Valor	Efecto sobre la maleza	Control de maleza (%)	Efecto sobre el cultivo	Fitotoxicidad al cultivo (%)
1	Muerte completa	100	Sin efecto	0
2	Muy buen control	96.5-99.0	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Buen control	93.0-96.5	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Suficiente en la practica	87.5-93.0	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0-12.5
5	Control medio	80.0-87.5	Daño medio	12.5-20.0
6	Regular	70.0-80.0	Daños elevados	20.0-30.0
7	Pobre	50.0-70.0	Daños muy elevados	30.0-50.0
8	Muy pobre en el control	1.0-50.0	Daños severos	50.0-99.0
9	Sin efecto	0	Muerte completa	100

Fuente: Burrell *et al.*, (1977).

#### 3.3.2.4.- Altura del tallo

Siendo la altura y el diámetro del tallo, afectados directamente por las malezas, y componentes importantes del rendimiento agrícola se procedió a evaluar esta variable. La altura del cultivo (cm) fue medida con una cinta métrica desde la base del tallo a la base de la hoja más joven con lígula diferenciada. Las mediciones se realizaron a los 22, 37, 58, 71 y a los 311 DDA (momento de la evaluación del rendimiento). Para esto se seleccionó una muestra

representativa de 10 plantas (las cuales fueron etiquetadas) localizadas en los tres surcos centrales de la parcela experimental.

#### **3.3.2.5.- Diámetro del tallo**

El diámetro del tallo fue evaluado a los 22, 37, 58 ,71 y 311 DDA. Esta variable fue medida con un vernier a una altura aproximada de 5 cm del suelo, en la misma muestra representativa de 10 plantas.

#### **3.3.2.6.- Rendimiento del cultivo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )**

El rendimiento fue estimado siguiendo la metodología mencionada por Viator *et al.* (2002a), que consiste en cortar 10 tallos por cada parcela útil y pesarlos, posteriormente contabilizar el número de tallos en los 3 surcos centrales (parcela útil). El múltiplo del número de tallos por parcela por el peso promedio de la muestra (10 tallos), proporciona como resultado el rendimiento en kg. Posteriormente este resultado se extrapola a  $\text{kg ha}^{-1}$ . El pesado se llevó a cabo con una báscula de reloj montada en un tripié. Esta estimación se realizó 20 días antes de la quema de la parcela del productor Enrique Piedras. Es importante mencionar que esta variable fue medida únicamente en los bloques IV, I y III, por razones prácticas.

#### **3.3.3.- Análisis estadístico**

Castillo (2000), plantea que para realizar los análisis estadísticos se debe considerar los siguientes supuestos básicos de los diseños experimentales:

- ▶ Existe homogeneidad de varianza entre tratamientos.



► Los errores tienen distribución Normal con media cero y varianza  $\sigma^2$ .

De no cumplirse alguno de los supuestos básicos, los diseños experimentales no permiten hacer estimaciones válidas desde el punto de vista estadístico, ya que no se tendrá la seguridad de que el valor del nivel de significancia de la prueba de hipótesis sea realmente el que se desea. Para verificar los supuestos anteriores, se llevó a cabo la prueba de Bartlett y Shapiro-Wilk.

Con base a lo anterior y siguiendo las indicaciones de Burril *et al.* (1977), el cual sugiere que datos cualitativos que incluyen valores de cero es necesario realizar transformación (logarítmica, angular u otra) de los datos antes de hacer el análisis de varianza. Los valores del control de malezas por especie, fueron transformados a Arco seno  $[(X)^{1/2} / 100]$ ; las restantes variables respuestas, por ajustarse a los supuestos básicos antes señalados, no se le realizaron transformaciones.

Es importante aclarar que los datos que se muestran en las comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey han sido transformados a su forma original, para su clara comprensión.

La información obtenida para cada una de las variables respuesta fue sometida a un análisis de varianza, empleando el programa estadístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System). Las medias estadísticas fueron agrupadas mediante la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

### **3.4.- Evaluación previa del número de cepas por hectárea**

Es importante comentar que el mismo día de la aplicación de los tratamientos químicos, 27 días después del corte (DDC), se contabilizó el número de cepas en cada una de las unidades experimentales y éstas se extrapolaron a número de cepas por hectárea. La finalidad de esta evaluación, fue tener un registro del comportamiento de la densidad poblacional previo al efecto de los tratamientos.

Una cepa es un grupo de tallos rebrotados de caña soca posterior a la cosecha. Estas cepas posteriormente llegan a formar macollas, las cuales varían en número de tallos de acuerdo a la variedad, fertilización y manejo fitosanitario del cultivo.

### **3.5.- Aplicación de los tratamientos**

Los primeros cinco tratamientos (Cuadro 4) fueron aplicados en banda sobre la hilera del cultivo, el 25 de abril de 2003, (27 DDC), para tal fin se empleó una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L, y una boquilla de abanico uniforme Teejet 8003 E, la cual proyectó una banda de 60 cm de ancho sobre la hilera del cultivo; el equipo fue calibrado para un gasto de 230 L ha<sup>-1</sup>. El tratamiento seis se aplicó en forma total traslapando en el borde del surco, el mismo día de las aplicaciones en bandas, utilizando una boquilla de abanico plano Teejet 11003. El cultivo mecánico se efectuó a los 62 DDC para todos los tratamientos, empleando para ello una aporcadora tirada por un tractor, siendo el único tipo de control para el testigo sucio. Al tratamiento siete además del cultivo mecánico se le realizaron cuatro limpiezas manuales sobre los bordes de

los surcos a los: 36, 49, 64 y 85 DDC. Las dosis de los tratamientos aplicados en banda fueron calculados mediante la siguiente formula propuesta por NOVARTIS (1999):

$$\text{Dosis de aplicación en banda} = \frac{(\text{Ancho de banda}) (\text{kg i.a ha}^{-1})}{\text{Distancia entre hilera}}$$

### **3.6.- Manejo del cultivo**

#### **3.6.1.- Riego**

Posterior a la cosecha manual llevada a cabo el 29 de marzo de 2003, se aplicó el primer riego el día 15 de abril, y un segundo riego el 25 del mismo mes (el mismo día en que se aplicaron los tratamientos químicos), en total durante todo el ciclo 2003/2004, se realizaron nueve riegos, con intervalos aproximados de 30 días. El riego utilizado fue el sistema de gravedad o rodado, que consiste en realizar un desvío del flujo de agua desde un canal principal hasta llegar a los surcos de cultivo por medio de aberturas laterales en las parcelas.

#### **3.6.2.- Fertilización**

La fertilización se realizó manualmente, depositando el fertilizante en la superficie del suelo a un lado de la hilera de cultivo. El tratamiento empleado fue 273-70-70 unidades  $\text{ha}^{-1}$  de N, P, K, utilizando como fuentes a la mezcla comercial 20-10-10 y sulfato de amonio. Primeramente (dos meses después del corte) se aplicaron  $700 \text{ kg ha}^{-1}$  de la mezcla 20-10-10. Cuatro meses después del corte se aplicó en forma manual (chorrillo) Sulfato de amonio a razón de  $650 \text{ kg ha}^{-1}$ . Como un complemento a la fertilización al suelo (tres meses después

del corte) se realizó una fertilización foliar con una aspersora manual de mochila, utilizando Biozine y Power plex a 0.8+1.3 litros, respectivamente.

### **3.6.3.- Control de plagas**

Para el control de barrenador (*Diatraea* spp.) y chinche negra (*Blissus leucopterus*), se aplicó THIODAN 35 CE (endosulfán), a razón de 1.5 L ha<sup>-1</sup> de producto comercial con una aspersora manual de mochila, 60 DDC.

### **3.6.4.- Cosecha**

Previo a la cosecha, se realizó la quema, que tiene como objetivo principal eliminar el follaje seco, basura y, en general, materia extraña, para facilitar el corte y aumentar la eficiencia de esta labor. La cosecha del ciclo 2003-2004, se realizó de forma manual (uso de machete) en la cuarta semana del mes de marzo de 2004, posterior al corte a ras del suelo, los tallos fueron acomodados en rumas, y posteriormente alzados con cargadoras mecánicas para cargar los camiones que trasladaron la caña al Ingenio de Atencingo, Puebla.

### **3.7.- Análisis económico**

El análisis económico se hizo siguiendo la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), la cual plantea que para poder formular recomendaciones adecuadas a los productores, es necesario evaluar las alternativas tecnológicas desde el punto de vista del agricultor "los agricultores se interesan en los costos y beneficios de determinadas tecnologías".

El paso inicial al efectuar un análisis económico es el presupuesto parcial, el cual se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

El presupuesto parcial conlleva diversos componentes, tales como:

- a) Rendimiento medio. Se refiere al promedio en  $\text{kg ha}^{-1}$ , que produce cada uno de los tratamientos.
- b) Rendimiento ajustado. Es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento. Los rendimientos experimentales, a menudo son mayores que los que el agricultor puede lograr con los mismos tratamientos, existen varias razones, pero en este caso específico nos incumbe únicamente señalar:
  - ◆ Manejo: el investigador con frecuencia es más preciso al manejar las variables experimentales y en ocasiones, más oportuno que el agricultor al realizar actividades como fecha y forma de aplicación del herbicida, y manejo del cultivo mecánico.
  - ◆ Tamaño de la parcela: los rendimientos calculados con base en parcelas pequeñas a menudo sobreestiman el rendimiento del campo entero debido a errores al medir la superficie cosechada y porque las parcelas pequeñas tienden a ser más uniformes que las grandes.Considerando lo anterior (manejo y tamaño de la parcela), se hizo un ajuste total del 10% al rendimiento medio. Es propio aclarar, que se

considera adecuado un ajuste total que va del 5 al 30%. Un ajuste del rendimiento mayor que 30% indicaría que las condiciones son muy distintas a las del agricultor.

- c) Precio del producto. Se refiere al precio que el agricultor recibe por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha. El precio considerado en este análisis es el que correspondió al obtenido por el productor al momento de la cosecha (cuarta semana de marzo de 2004), el cual fue de \$ 0.38 pesos por kilogramo de caña de azúcar en campo.
- d) Beneficio bruto de campo. Se calculó multiplicando el precio del producto por el rendimiento ajustado.
- e) Costos variables. Son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos (herbicidas), mano de obra de aplicación del herbicida y mano de obra por deshierbe manual, en el cual incurrieron o no, cada uno de los tratamientos estudiados.
- f) Total de costos que varían. Suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento.
- g) Beneficios netos. Se calcula restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

Además se realizó un análisis de dominancia, para determinar económicamente la factibilidad de la alternativa de aplicación de herbicidas. El análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores de costos totales que varían. Se dice entonces que un tratamiento es

dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

También se realizó un análisis marginal con el objetivo de revelar exactamente cómo los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Para esto se calcularon los costos marginales para cada incremento de gasto y el incremento de los beneficios netos marginales. Posteriormente se dividió el incremento de los beneficios netos marginales entre el incremento de los costos marginales, y el resultado se multiplicó por 100%, esto para cada uno de los tratamientos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1.- Número de cepas por hectárea

El número de cepas por hectárea varió de 8154 a 7470, y esto resultó ser no significativo al momento de la aplicación de los tratamientos (Apéndice 1).

La evaluación de esta variable es importante para poder valorar objetivamente la población de tallos y el rendimiento del cultivo por hectárea durante la estimación de la cosecha. Con base en lo anterior se afirma que al momento de aplicar los diferentes tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas de población de cepas por hectárea en el área de estudio. En el Cuadro 6 se muestran las medias para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 6. Número de cepas  $ha^{-1}$  (27 DDC) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	Número de macollas $ha^{-1}$
1. Pendimetalina+diuron	7470 A*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	8030 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	7470 A
4. Pendimetalina+diuron	7615 A
5. Ametrina+2,4-D	7490 A
6. Ametrina+2,4-D	7573 A
7. Testigo limpio	8154 A
8. Testigo sucio	7 553 A
Coefficiente de variación	11.457 3
Diferencia mínima significativa	2084.2

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .



#### 4.2.- Incidencia de malezas por especie

El porcentaje de incidencia de malezas presentes en el experimento con relación al total encontrado en los testigos enmalezados a los 58 DDA, se muestra en el Cuadro 7. Otras especies, que en conjunto representaron el 7% de incidencia correspondieron a especies, tales como: *Sorghum halepense*, *Aldama dentata*, *Cyperus rotundus*, *Euphorbia chamaesyce*, *Euphorbia hirta*, *Sicyos deppey*. En la Figura 2 se muestran algunas de las malezas presentes en el área de estudio.

Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de malezas en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Nombre científico	Familia	% Incidencia
<i>Amaranthus</i> spp L.	Amaranthaceae	24
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	24
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae	20
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	15
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	10
Otras especies		7



*Euphorbia heretophylla*



*Amaranthus hybridus*



*Cynodon dactylon*



*Ipomoea purpurea*



*Portulaca oleracea*



*Sorghum halepense*



*Aldama dentata*



*Euphorbia chamaesyce*



*Sicyos deppey*

Figura 2. Algunas malezas presentes en el área de estudio. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

### 4.3.- Fitotoxicidad

El análisis de varianza para los valores de fitotoxicidad muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos químicos (Apéndice 2). La comparación de medias (Tukey) indica que pendimetalina+ametrina+2,4-D a dosis de  $0.70+0.43+0.23 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, fue el único tratamiento químico que no presentó efectos fitotóxicos. Los demás tratamientos químicos presentaron síntomas ligeros (3 en la escala EWRS), no mayor a 7%, los cuales se manifestaron como clorosis en las puntas de las hojas viejas; sin embargo, esta fitotoxicidad desapareció 20 DDA. Por tal razón no son mostradas las evaluaciones posteriores a esa fecha (Cuadro 8).

Al respecto, Viator *et al.* (2002b) señalan que en aplicación postemergente de diuron+pendimetalina ( $2.2+3.4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en caña de azúcar, la fitotoxicidad mostrada en el cultivo fue despreciable (3 a 4%). Por su parte Rincones (1985) y Richard (1989), señalan que el sistema radicular del cultivo de caña de azúcar, se encuentra por debajo de la zona tratada por los herbicidas aplicados al suelo, por lo que la absorción de los herbicidas a través del retoño se ve limitado.

Con relación a la tolerancia de la caña de azúcar a diuron, Osgood *et al.* (1972) concluyeron que algunos cultivares de caña son tolerantes a este herbicida, porque las raíces retienen dos veces más el herbicida y no lo translocan al resto de la planta. Con respecto a ametrina, Lebaron and Gressel (1982), señalan

que la detoxificación ocurre por una alta actividad enzimática (glutatión S-transferasa).

Cuadro 8. Porcentaje de fitotoxicidad (9 DDA) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamientos	Fitotoxicidad (%)
1. Pendimetalina+diuron	4.50 B*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	0.00 C
3. Ametrina+2,4-D+diuron	5.25 AB
4. Pendimetalina+diuron	5.50 AB
5. Ametrina+2,4-D	5.25 AB
6. Ametrina+2,4-D	6.25 A
7. Testigo limpio	0.00 C
8. Testigo sucio	0.00 C
Coeficiente de variación	21.0525
Diferencia mínima significativa	1.6696

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.4.- Porcentaje de control general de malezas

El análisis de varianza para los valores de control general de malezas (Apéndice 3, 4 y 5) indican que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las tres evaluaciones. La comparación de medias a los 22 DDA (Cuadro 9), muestra que los tratamientos químicos presentaron efectos similares, inclusive al testigo siempre limpio, y éstos fueron estadísticamente iguales entre ellos; y el único tratamiento que se comportó diferente fue el testigo absoluto (sucio). El mayor porcentaje de control de los tratamientos químicos lo presentó pendimetalina+ametrina+2,4-D con 99.25% y el menor

control fue para ametrina+2,4-D ( $1.25+0.81 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con 95.25%; sin embargo, en la práctica se consideran estos resultados de muy buenos a excelentes.

En la segunda evaluación (37DDA) los efectos de los tratamientos sobre la maleza fueron similares (94.50 - 98.50%), los cuales fueron estadísticamente iguales (tratamientos químicos) excepto ametrina+2,4-D ( $1.25+0.81 \text{ kg ha}^{-1}$ ), que se comportó diferente al testigo limpio. El testigo absoluto se comportó diferente estadísticamente al resto de los tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey con 95% de confianza.

A los 58 DDA, que coincidió con el cierre del cultivo, el tratamiento con base en pendimetalina+diuron (dosis menor), presentó el mejor porcentaje de control general de las malezas (96.5%). Sin embargo, todos los tratamientos con base en herbicidas presentaron controles superiores a 87%. Al respecto, Burrell *et al.* (1977) y Almeida (1981), consideran que a partir de 80% de control de malezas, es aceptable agrónomicamente, por lo que el porcentaje de control de malezas observado a los 58 DDA para todos los tratamientos químicos en este estudio, fue satisfactorio hasta el cierre del cultivo.

Los resultados obtenidos en este estudio se asemejan a los reportados por Laredo (1992) y Flores (1995), donde el primero señala que en aplicación preemergente de ametrina+diuron a los 60 días después de la aplicación, obtuvo control eficiente de malezas de hoja ancha; mientras el segundo autor afirma que con la misma mezcla (ametrina+diuron) a los 30 DDA logró controles

eficientes de malezas de hojas anchas y angostas en el cultivo de caña de azúcar.

Cuadro 9. Porcentaje de control general de malezas en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58DDA
1. Pendimetalin+diuron	98.50 A	98.50 AB	96.50 AB*
2. Pendimetalin+ametrina+2,4-D	99.25 A	98.50 AB	95.00 ABC
3. Ametrina+2,4-D+diuron	97.75 A	97.75 AB	95.75 ABC
4. Pendimetalin+diuron	95.50 A	95.50 AB	92.25 ABC
5. Ametrina+2,4-D	97.50 A	97.50 AB	90.75 BC
6. Ametrina+2,4-D	95.25 A	94.50 B	88.00 C
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 B	0.00 C	0.00 D
Coeficiente de variación	2.6949	2.5640	4.0992
Diferencia mínima significativa	5.4628	5.1861	7.9997

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.5.- Porcentaje de control de malezas por especie

##### 4.5.1.- *Euphorbia heterophylla*

Los análisis de varianza de los valores obtenidos para *E. heterophylla* se muestran en los Apéndices 6, 7 y 8, en los que se observa que en las tres evaluaciones existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

A los 22 DDA el control de *E. heterophylla*, fue bueno en todos los tratamientos químicos, no manifestando diferencias estadísticas significativas entre ellos. El mejor control (94.5%) lo presentó el tratamiento con base en pendimetalina+diuron en dosis de 0.80+1.00 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El menor

control (88.5%) correspondió al tratamiento con base en ametrina+2,4-D+diuron a dosis de 0.43+0.23+1.00 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 10).

A los 37 DDA el control de *E. heterophylla* varió de 79 a 83.25%, y todos los tratamientos químicos a excepción de pendimetalina+diuron (en su dosis mayor) no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al testigo limpio y sucio de acuerdo a la prueba de Tukey con 95% de confianza.

Finalmente a los 58 DDA, se observó un desmejoramiento general de todos los tratamientos con base en herbicidas, que de acuerdo a la escala EWRS, éstos presentaron controles de *E. heterophylla*, de pobres a regulares. Estadísticamente los tratamientos químicos fueron iguales, y el control varió de 67.50% que correspondió a pendimetalin+diuron en su dosis mayor a 75% que mostró pendimetalina+diuron en su dosis menor.

Los resultados del estudio coinciden con lo citado por Nestor *et al.* (1979), quienes afirman que los herbicidas triazínicos pueden producir un control aceptable durante varias semanas de *E. heterophylla* (especialmente cuando las lluvias son abundantes después de la aplicación), pero raras veces durante todo el ciclo del cultivo; además agregan estos autores que las ureas sustituidas, tales como diuron y linuron, no tienen efectos sobre esta maleza.

Cuadro 10. Porcentajes de control de *Euphorbia heterophylla* en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58 DDA
1. Pendimetalina+diuron	90.25 A	83.25 B	75.00 B*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	91.25 A	82.50 B	72.50 B
3. Ametrina+2,4-D+diuron	88.50 A	81.25 B	68.75 B
4. Pendimetalina+diuron	94.50 A	79.00 C	67.50 B
5. Ametrina+2,4-D	92.00 A	82.50 B	70.00 B
6. Ametrina+2,4-D	89.00 A	81.25 B	71.25 B
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 B	0.00 D	0.00 C
Coefficiente de variación	8.4550	11.5754	6.6504
Diferencia mínima significativa	.16.18	20.239	10.351

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.5.2.- *Amaranthus* spp.

Con respecto al control de *Amaranthus* spp, los análisis de varianza (Apéndices 9-11) indican que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. En el Cuadro 11, se observa que los tratamientos químicos en las diferentes evaluaciones presentaron un control por encima de 93%, y fueron estadísticamente iguales, inclusive con el tratamiento siempre limpio; pero diferentes al testigo sucio.

A los 58 DDA el mejor porcentaje de control químico lo presentó el tratamiento con base en pendimetalina+diuron en ambas dosis, con 99.50%, y el menor porcentaje lo obtuvo el tratamiento pendimetalina+ametrina+2,4-D con 93.75%.



Cuadro 11. Porcentaje de control de *Amaranthus* spp. en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58 DDA
1. Pendimetalina+diuron	100.00 A	100.00 A	99.50 A*
2. Pendimetalina+ametrina+ 2,4-D	99.75 A	96.50 A	93.75 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	99.75 A	99.50 A	97.50 A
4. Pendimetalina+diuron	99.50 A	99.50 A	99.50 A
5. Ametrina+2,4-D	100.00 A	100.00 A	98.75 A
6. Ametrina+2,4-D	99.50 A	97.50 A	97.50 A
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Coefficiente de variación	0.6553	2.5222	4.0697
Diferencia mínima significativa	1.357	5.182	8.2829

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.5.3.- *Cynodon dactylon*

Los análisis de varianza de los porcentajes de control de esta especie (Apéndices 12-14) indican que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las evaluaciones realizadas.

A los 22 DDA todos los tratamientos químicos mostraron controles por encima de 92%, presentándose diferencias significativas entre tratamientos. El mayor control químico lo obtuvo el tratamiento pendimetalina+diuron en su dosis más alta, con 98.25%, y el menor lo mostró el tratamiento ametrina+2,4-D, en aplicación total.

A los 37 DDA, el mejor tratamiento químico lo mostró nuevamente el tratamiento con base en pendimetalina+diuron en su dosis mayor, con 95.75%,

el cual fue estadísticamente igual al resto de las alternativas químicas, a excepción del tratamiento ametrina+2,4-D, en aplicación total, que fue diferente estadísticamente al resto de los tratamientos químicos, el cual presentó 89.50% de control sobre *Cynodon dactylon*. Los promedios de control de las tres evaluaciones se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Porcentaje de control de *Cynodon dactylon* en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58 DDA
1. Pendimetalina+diuron	98.00 A	95.50 B	93.75 B*
2. Pendimetalina+ametrina+ 2,4-D	97.00 A	94.75 B	91.75 B
3. Ametrina+2,4-D+diuron	97.00 A	94.50 B	91.50 B
4. Pendimetalina+diuron	98.25 A	95.75 B	94.25 B
5. Ametrina+2,4-D	96.75 A	94.50 B	91.25 B
6. Ametrina+2,4-D	92.00 B	89.50 C	86.25 C
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 C	0.00 D	0.00 D
Coefficiente de variación	2.2707	1.6641	2.0344
Diferencia mínima significativa	4.5709	3.2784	3.9128

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

El comportamiento a los 58 DDA, fue similar a la anterior evaluación en cuanto a las categorías estadísticas que se manifestaron; donde el mayor control (94.25%) lo presentó pendimetalina+diuron en su dosis mayor. Sin embargo, se comportó estadísticamente igual al resto de los tratamientos químicos pero diferente al tratamiento ametrina+2,4-D, en aplicación total, que obtuvo el menor porcentaje de control con 86.25%.

#### 4.5.4.- *Ipomoea purpurea*

Los análisis de varianza de los valores obtenidos para *Ipomoea purpurea* se muestran en los Apéndices 15, 16 y 17, en los que se observa que en las tres evaluaciones existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $Pr > F = 0.0001$ ). La comparación de medias (Cuadro 13) indica que todos los tratamientos químicos se comportaron en cuanto a efectos estadísticamente iguales; pero diferente con relación al testigo absoluto (sucio).

A los 58 DDA, el mejor control químico lo presentó el tratamiento con base en ametrina+2,4-D+diuron (98.75%), y el menor control lo estableció el tratamiento pendimetalina+diuron en su dosis mayor (91.25%).

Cuadro 13. Porcentaje de control de *Ipomoea purpurea* en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58 DDA
1. Pendimetalina+diuron	100.00 A	98.75 A	95.00 A*
2. Pendimetalina+ametrina+ 2,4-D	100.00 A	97.50 A	96.25 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	100.00 A	99.50 A	98.75 A
4. Pendimetalina+diuron	99.50 A	95.00 A	91.25 A
5. Ametrina+2,4-D	98.00 A	95.75 A	94.50 A
6. Ametrina+2,4-D	100.00 A	96.25 A	92.50 A
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Coefficiente de variación	0.9814	3.9769	5.1153
Diferencia mínima significativa	2.0294	8.0497	10.134

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Casillas (1983), quien reporta un buen control de malezas (*Euphorbia* sp, *Ipomoea* sp, *Portulaca oleraceae*, *Cynodon dactylon*, entre otras) en aplicación preemergente en caña planta con la mezcla diuron+2,4-D.

#### **4.5.5.- *Portulaca oleracea***

Los análisis de varianza de los valores obtenidos para *Portulaca oleracea* se muestran en los Apéndices 18, 19 y 20, en los que se observan que en las tres evaluaciones existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $Pr > F = 0.0001$ ). La comparación de medias de acuerdo a Tukey (Cuadro 14) indica que todos los tratamientos químicos fueron estadísticamente iguales en las tres evaluaciones.

En el Cuadro 14 se observa el excelente control que mostraron cada uno de los tratamientos químicos, en las diferentes evaluaciones para *P. oleracea*, a su vez se aprecia que no existió diferencia significativas entre los tratamientos químicos y el tratamiento siempre limpio.

Los resultados del estudio se asemejan a lo citado por Kuntahartono y Tarmani (1980), que reportaron controles eficientes de *Portulaca oleracea* y *Amaranthus espinosus*, con aplicaciones de ametrina, diuron, *metribuzin* y oxifluorfen. Por su parte, Abubaker (1980), reporta que *Portulaca oleracea*, es muy susceptible a un amplio rango de herbicidas aplicados al suelo, entre otros a atrazina y simazina.

Cabe señalar que debido a que *P. oleracea* tiene un crecimiento rastrero o postrado es más susceptible a la competencia que ejerce la caña de azúcar al cierre del cultivo, por lo que esta maleza únicamente compite con el cultivo en las primeras etapas de crecimiento.

Cuadro 14. Porcentaje de control de *Portulaca oleracea* en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	22 DDA	37 DDA	58 DDA
1. Pendimetalina+diuron	100.00 A	100.00 A	97.50 A*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	100.00 A	100.00 A	97.50 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	99.75 A	99.75 A	97.50 A
4. Pendimetalina+diuron	100.00 A	100.00 A	98.75 A
5. Ametrina+2,4-D	99.75 A	98.75 A	96.25 A
6. Ametrina+2,4-D	99.50 A	98.75 A	96.25 A
7. Testigo limpio	100.00 A	100.00 A	100.00 A
8. Testigo sucio	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Coeficiente de variación	0.5149	1.4951	3.8629
Diferencia mínima significativa	1.067	3.0905	7.8304

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.6.- Altura del tallo

Los análisis de varianza para la variable altura de tallo únicamente manifestaron diferencias estadísticas significativas a los 37, 71 y 311 días después de la aplicación (Apéndices 21-25). En el Cuadro 16 se muestra el comportamiento de la altura por efecto de los tratamientos.

A los 22 DDA, la altura del tallo varió de 11.78 a 10.83 cm, siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales entre sí. A los 37 DDA se presentó

diferencias estadísticas significativas (Apéndice 22), en el que pendimetalina+diuron (dosis menor) mostró la mayor altura (15.31 cm), y la menor altura la obtuvo el testigo sucio (12.38 cm), existiendo diferencias estadísticas significativas entre estos tratamientos.

A los 58 DDA de acuerdo al análisis de varianza (Apéndice 23), no se mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Es importante señalar que al permanecer el testigo sucio enmalezado en la hilera del cultivo a los 58 DDA, mostró un promedio de crecimiento no significativo con respecto a los demás tratamientos, pero su diámetro sí se vio afectado significativamente en todas las evaluaciones. Al respecto, Urzúa (2001), sugiere que en ocasiones las plantas en el tratamiento enmalezado pueden presentar mayor altura como respuesta al sombreado que ocasiona la maleza; es decir, tener ahilamiento (plantas más largas pero con tallo delgado). Lo cual se observó un comportamiento similar a los 58 DDA en este experimento.

Al cierre del cultivo, es decir a los 71 DDA (98 DDC), en el Cuadro 15 a los 71 DDA, se presentaron tres grupos estadísticamente diferentes, donde los tratamientos químicos, forman el primer grupo; el segundo quedó constituido por el testigo limpio, y un tercer y último grupo quedó constituido por el testigo sucio, con la menor altura presentada.

Cuadro 15. Altura del tallo del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	Altura (cm)				
	22 DDA	37 DDA	58 DDA	71DDA	311DDA
1. Pendimetalina+diuron	11.61 A	15.31 A	23.22 A	32.16 A	208.60 A*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	11.37 A	14.11 AB	22.77 A	31.44 A	223.68 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	11.68 A	14.82 A	23.00 A	33.67 A	210.23 A
4. Pendimetalina+diuron	11.78 A	14.92 A	23.89 A	32.66 A	204.43 A
5. Ametrina+2,4-D	11.18 A	13.65 AB	23.27 A	33.52 A	211.20 A
6. Ametrina+2,4-D	11.43 A	14.39 AB	21.93 A	31.60 A	219.31 A
7. Testigo limpio	11.20 A	13.83 AB	20.47 A	30.23 B	220.35 A
8. Testigo sucio	10.83 A	12.38 B	18.81 A	26.03 C	175.45 B
Coefficiente de variación	4.2892	6.9176	10.7322	6.9488	4.4776
Diferencia mínima significativa	1.1587	2.3264	5.644	5.1785	26.983

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

Un detalle importante es el que el testigo siempre limpio mostró una longitud promedio ligeramente por debajo de los tratamientos químicos y superando únicamente al testigo sucio. Es posible que el exceso de limpiezas manuales sobre la hilera del cultivo pudiera haber provocado algún estrés al cultivo que se reflejó en los resultados del testigo limpio. Al respecto, Burrell *et al.* (1977), señalan que el desmalezado periódico, manual o mecánico puede dañar el cultivo y por ende reducir el rendimiento. Sin embargo, este estrés por exceso de labores manuales fue superado a como lo muestran los resultados a los 311 DDA.

Al evaluar la longitud del tallo al momento de estimar los rendimientos (311 DDA) se presentaron dos categorías estadísticamente diferentes, donde la primera quedó compuesta por los tratamientos químicos y el testigo limpio, los

cuales fueron estadísticamente iguales entre ellos, pero diferentes significativamente con respecto al testigo absoluto. En la Figura 3 se esquematiza los valores obtenidos para la variable altura de los diferentes tratamientos estudiados.

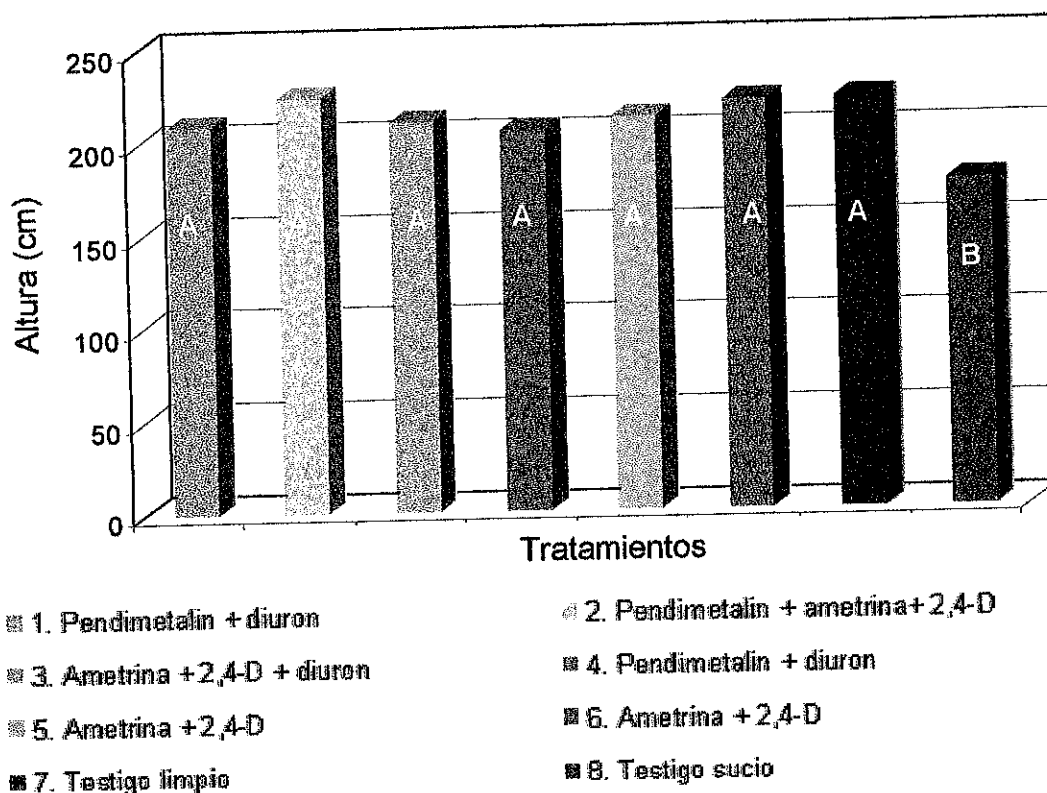


Figura 3. Altura de la planta al momento de la estimación de rendimiento en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.



Los resultados muestran el efecto que las malezas ocasionan sobre el crecimiento del cultivo, ya que al mantener la parcela sin control de malezas sobre la hilera del cultivo provocó una reducción de la altura del tallo por efecto de competencia ínter específica. Al respecto, Subirós (1995) señala que la competencia entre malezas y cultivo, afecta el diámetro y la altura del tallo y, como consecuencia, el rendimiento del cultivo de caña de azúcar.

#### 4.7.- Diámetro del tallo

Para esta variable, en todas las evaluaciones realizadas se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Apéndices 26–30). En el Cuadro 16 se observa que el testigo sucio siempre presentó el menor valor con respecto al diámetro del tallo y fue diferente estadísticamente a todos los tratamientos químicos y al testigo limpio.

Cuadro 16. Diámetro del tallo del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	Diámetro (cm)				
	22 DDA	37 DDA	58 DDA	71 DDA	311 DDA
1. Pendimetalina+diuron	1.05 A	1.26 A	1.51 A	2.14 AB	3.07 A*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	1.05 A	1.22 A	1.48 A	2.07 AB	3.11 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	1.04 A	1.26 A	1.52 A	2.22 A	3.04 A
4. Pendimetalina+diuron	1.06 A	1.25 A	1.53 A	2.20 AB	3.11 A
5. Ametrina+2,4-D	1.04 AB	1.21 A	1.48 A	2.14 AB	3.00 A
6. Ametrina+2,4-D	1.07 A	1.25 A	1.49 A	2.08 AB	3.42 A
7. Testigo limpio	1.05 A	1.22 A	1.46 A	1.95 B	3.22 A
8. Testigo sucio	0.96 B	1.07 B	1.21 B	1.49 C	2.47 B
Coefficiente de variación	3.1725	4.0011	4.0238	5.6645	5.5433
Diferencia mínima significativa	0.0786	0.1159	0.1398	0.2743	0.4883

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

Al cierre del cultivo (71 DDA), el tratamiento ametrina+2,4-D+diuron, presentó el mayor diámetro, los tratamientos con herbicidas restantes formaron un segundo grupo; en el tercer grupo se situó el testigo limpio, y un cuarto grupo quedó compuesto por el testigo sucio.

Al evaluar el diámetro del tallo al momento de estimar los rendimientos (311DDA) se presentaron dos categorías estadísticamente diferentes, idénticas a la variable altura, donde la primera quedó compuesta por los tratamientos químicos y el testigo limpio, y éstos a su vez fueron estadísticamente iguales entre ellos (todos con valores superiores a 3 cm de diámetro), pero diferentes significativamente al testigo sucio (2.47 cm de diámetro).

Los resultados obtenidos, coinciden con lo señalado por Marcondes *et al.* (1982) quienes al evaluar diferentes mezclas de herbicidas (ametrina+2,4-D; ametrina+diuron+2,4-D; diuron+2,4-D; diuron+terbutrina; terbutrina y terbacil) en caña soca de la variedad IAC-52-150, estos autores concluyeron que el control de maleza fue satisfactorio a los 40 días después de la aplicación en todos los tratamientos, y al cosechar no hubo diferencias significativas entre tratamientos químicos, pero sí con el testigo enmalezado, en cuanto al número de yemas por caña, longitud y diámetro del tallo.

En la Figura 4, se muestran efectos del testigo sucio y los tratamientos químicos, en tres diferentes épocas.



Testigo sucio 22 DDA



Tratamiento químico (T2) 22 DDA



Testigo sucio 37 DDA



Tratamiento químico (T1) 37 DDA



Testigo sucio 58 DDA



Tratamiento químico (T3) 58 DDA

Figura 4. Vista del testigo sucio y tratamientos químicos en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

#### 4.8.- Rendimiento del cultivo y número de tallos

Con respecto al número de tallos y rendimiento, ambas variables mostraron diferencia estadísticas significativas (Apéndices 31 y 32). La comparación de medias de Tukey (Cuadro 17) muestra que los tratamientos químicos y el testigo limpio fueron estadísticamente iguales, pero diferentes al testigo sucio.

Cuadro 17. Evaluación del número de tallos ha<sup>-1</sup> y rendimiento del cultivo (kg ha<sup>-1</sup>) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamiento	No. tallos ha <sup>-1</sup>	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
1. Pendimetalina+diuron	102948 A	137286.00 A*
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	102339 A	154483.00 A
3. Ametrina+2,4-D+diuron	105106 A	151463.00 A
4. Pendimetalina+diuron	98355 A	132933.00 A
5. Ametrina+2,4-D	95256 A	138316.00 A
6. Ametrina+2,4-D	98327 A	149104.00 A
7. Testigo limpio	102311 A	154137.00 A
8. Testigo sucio	76526 B	83893.00 B
Coefficiente de variación	5.3985	11.4001
Diferencia mínima significativa	15188	45229

\*Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

De acuerdo a los resultados obtenidos para estas variables (número de tallos y rendimiento), se afirma que la presencia de malezas afecto significativamente la población de tallos y por ende el rendimiento de campo del cultivo de caña de azúcar. Al respecto, Sirinivasan (1977) citado por Rao (2000), afirma que hay una correlación negativa entre la población de malezas y número de tallos de caña de azúcar, y el rendimiento.

En el Cuadro 17, se observa que todos los tratamientos químicos se comportaron estadísticamente iguales, sin embargo, la mayor cantidad de tallos lo presentó el tratamiento con base en ametrina+2,4-D+diuron, con 105 106 tallos  $\text{ha}^{-1}$ . Con relación al rendimiento, la disminución con respecto al testigo sucio varió de 45 a 36%. El mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento pendimetalin+ametrina+2,4-D, con 154 483 kg  $\text{ha}^{-1}$ .

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado por diferentes investigadores, entre otros, Villa (1983) que en pruebas experimentales realizadas en la región de occidente de México (Jalisco, Nayarit y Colima) afirma que cuando no se utilizan herbicidas ni se hacen limpiezas manuales o mecánicas, los rendimientos se reducen del 45 al 65% por efecto de competencia con malezas. Asimismo, Cepeda (1983), señala que el control eficiente y económico de las malezas es un factor importante para la obtención de una buena cosecha de caña de azúcar, siendo que si no se realiza dicha labor puede perderse por competencia de las malas hierbas en la región de Altos Balsas del 11 al 86% del rendimiento de campo. Por su parte Gómez (1981) afirma que la disminución del tonelaje de campo por efectos de las malezas en la zona de abasto del ingenio Santa Rosalía, Tabasco puede llegar hasta 48.53 t  $\text{ha}^{-1}$ , lo que representa una reducción en el rendimiento del 55%. El Instituto de Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA) (1981) asegura que para la zona del ingenio de Santa Clara, Michoacán, la competencia de las malezas puede disminuir en 80.6 t  $\text{ha}^{-1}$  en el rendimiento de campo si no se combaten, lo cual representa una disminución del 69.82% de la producción por

hectárea. En la Figura 5, se muestra el comportamiento de los efectos de los tratamientos en el número de tallos y rendimiento del cultivo.

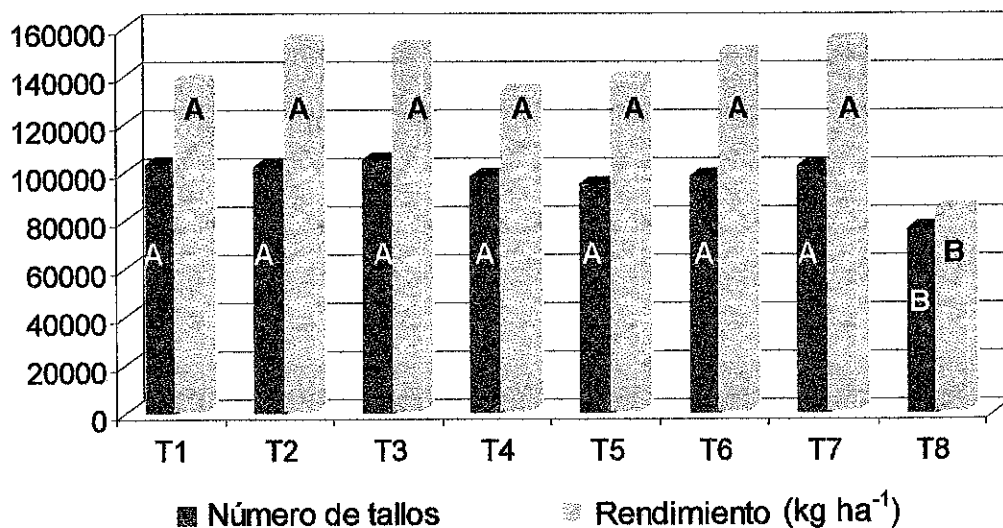


Figura 5. Número de tallos y rendimiento del cultivo en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

#### 4.9.- Análisis económico

##### 4.9.1.- Análisis de presupuesto parcial

El análisis de presupuesto parcial (Cuadro 18), indica que el mayor costo variable total lo presentó el testigo limpio (\$ 3,640.00 pesos) que correspondió a deshierbe manual. Cabe señalar que para este tratamiento se consideró un total de cuatro deshierbes, requiriéndose siete jornales por hectárea, con un salario de \$ 130.00 pesos por jornal. Contrariamente el menor costo total variable lo refleja el testigo enmalezado con \$ 0.00 gastado. Sin embargo, se debe aclarar que este tratamiento presentó el menor beneficio neto (\$ 28,691.40 pesos).

Con respecto al mayor beneficio neto (\$ 52 179.13), éste lo presentó el tratamiento pendimetalin+ametrina+2,4-D, con dosis de 0.70+0.43+0.23 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, a su vez este tratamiento mostró un total de costos variables de \$ 653.75.

Cuadro 18: Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Detalles	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rend.	137 286.00	154 483.00	151 463.00	132 933.00	138 316.00	149 104.00	154 137.00	83 893.00
Rend. Ajust.	123 557.40	139 034.70	136 316.70	119 639.70	124 484.40	134 193.60	138 723.30	75 503.70
P.N	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
B.B	46 951.81	52 833.18	51 800.34	45 463.08	47 304.07	50 993.56	52 714.85	28 691.40
C.V								
C.H	343.75	393.75	317.50	373.75	237.50	475.00		
C.A.H	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00		
C:D:M							3 640.00	
T.C.V	603.75	653.75	577.50	633.75	497.50	735.00	3 640.00	0.00
B.N	46 348.06	52 179.43	51 222.84	44 829.33	46 806.57	50 258.56	49 074.85	28 691.40

\*\*Rend = Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>); Rend. Ajust. = ajustado (10% ha<sup>-1</sup>); P.N = Precio neto (\$ kg<sup>-1</sup>); B.B = Beneficios brutos (\$ ha<sup>-1</sup>); C.V = Costos variables; C.H = costo de herbicida (\$ ha<sup>-1</sup>); C.A.H = Costo de aplicación del herbicida (\$ ha<sup>-1</sup>); C:D:M = Costo de deshierbe manual (\$ ha<sup>-1</sup>); T.C.V = Total de costos que varían (\$ ha<sup>-1</sup>); B.N = Beneficios netos (\$ ha<sup>-1</sup>).

Es importante señalar que el agricultor incurrió en costos que no difieren en los tratamientos (como costos de riegos, fertilización, escardas, cosecha, acarreo, etc.), no importando el tratamiento utilizado. Estos costos no afectan las opciones en cuanto al control de malezas y por tanto se omitieron al momento de llevar a cabo el análisis de presupuesto parcial.

#### 4.9.2.- Análisis de dominancia

El análisis de dominancia consiste en determinar qué tratamiento domina en cuanto a beneficios y costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos (Cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados (\$ ha<sup>-1</sup>) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamientos	Total costos que varían	Beneficios netos
8. Testigo sucio	0.00	28 691.40
5. Ametrina+2,4-D	497.50	46 806.57
3. Ametrina+2,4-D+diuron	577.50	51 222.84
1. Pendimetalina+diuron	603.75	46 348.06 D
4. Pendimetalina+diuron	633.75	44 829.33 D
2. Pendimetalina+ametrina+2,4-D	653.75	52 179.43
6. Ametrina+2,4-D	735.00	50 258.56 D
7. Testigo limpio	3640.00	49 074.85 D

D = Tratamientos dominados.

El análisis de dominancia indica que el testigo sucio, y los tratamientos químicos ametrina+2,4-D (0.62+0.41 kg ha<sup>-1</sup>), ametrina+2,4-D+diuron (0.43+0.23+1.00 kg ha<sup>-1</sup>) y pendimetalina+ametrina+2,4-D (0.70+0.43+0.23 kg ha<sup>-1</sup>), resultaron ser no dominados; no así los tratamientos pendimetalina+diuron (0.70+1.00 kg ha<sup>-1</sup>), pendimetalina+diuron (0.80+1.00 kg ha<sup>-1</sup>), ametrina+2,4-D (1.25+0.81 kg ha<sup>-1</sup>) y el testigo limpio (Cuadro 19). Los tratamientos pendimetalina+diuron (en ambas dosis), son dominados por los tratamientos ametrina+2,4-D (dosis menor) y ametrina+2,4-D+diuron; a su vez



ametrina+2,4-D (aplicación total) y el testigo limpio son dominados por ametrina+2,4-D+diuron y pendimetalina+ametrina+2,4-D.

#### **4.9.3.- Análisis marginal**

Para realizar el análisis marginal, se considera el incremento de beneficio neto marginal, incremento de los costos variables marginales, y la tasa de retorno marginal que reflejan el incremento en el beneficio neto que se obtiene de un incremento dado en la inversión, expresada en porcentaje.

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra. Sin embargo, no se puede tomar una decisión respecto a un tratamiento y recomendarlo sin saber la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor. Según el CIMMYT (1988), la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre 50 y 100% para cultivos con ciclos de 4 a 5 meses. Si la tecnología es nueva para el agricultor y además requiere que éste adquiera nuevas habilidades, se utiliza una tasa mínima de 100%; en cambio si la tecnología representa sencillamente un ajuste de la práctica actual, se recomienda usar la tasa de retorno mínima de 50%.

Considerando que el cultivo de caña de azúcar presenta un ciclo de al menos 12 meses y que no todos los productores cañeros utilizan herbicidas, o herbicidas preemergentes en caña soca, se razonó que la tasa de retorno mínima utilizada fuera de 500%.

Los resultados del análisis marginal (Cuadro 20), muestran que existe una tasa de retorno marginal de pasar del testigo sucio al uso de ametrina+2,4-D (dosis menor), de 3641%, esto significa que por cada \$ 1.00 peso invertido en adquirir y aplicar herbicida, el agricultor puede esperar recobrar el \$ 1.00 peso y obtener \$ 36.41 peso adicionales. De igual manera, al pasar del tratamiento con base en ametrina+2,4-D (dosis menor) al tratamiento compuesto por ametrina+2,4-D+diuron, se obtiene una tasa de 5520%, esto significa que por cada \$ 1.00 peso invertido en adquirir y aplicar herbicida, el agricultor puede esperar recuperar el \$ 1.00 peso y obtener \$ 55.20 pesos adicionales. Y finalmente pasar del tratamiento ametrina+2,4-D+diuron al uso de pendimetalina+ametrina+2,4-D, se adquiere una tasa de 1254%, lo que significa que obtendría un ingreso adicional de \$ 12.54 peso por cada \$ 1.00 peso invertido. De acuerdo a los resultados antes señalados, todas las tasas de retorno marginal superan a la tasa mínima aceptable por el agricultor.

La recomendación no se basa en la tasa de retorno marginal más elevada. Para el testigo sucio, una inversión de \$ 497.50, produce una tasa de retorno muy alta, pero si se limitara a ese nivel se desaprovecharía la oportunidad de obtener mayores ganancias. Con base en lo anterior, el tratamiento recomendado desde el punto de vista económico es el tratamiento químico con base en pendimetalina+ametrina+2,4-D.

Cuadro 20. Análisis marginal de los tratamientos evaluados (\$ ha<sup>-1</sup>) en el estudio de aplicación de herbicidas en banda en caña de azúcar. San José Teruel, Tepeojuma, Puebla. 2003/2004.

Tratamientos	C.V	C.M	B.N	B.N.M	T.R.M
8	0.00		28 691.40		
5	497.50	497.50	46 806.57	18 115.17	3641%
3	577.50	80.00	51 222.84	4416.27	5520%
2	653.75	76.25	52 179.43	956.59	1254%

C.V = Costos que varían; C.M = Costos marginales; B.N = Beneficios netos; B.N.M = Beneficios netos marginales; T.R.M = Tasa de retorno marginal.

#### 4.9.4.- Curva de beneficios netos

El análisis de dominancia ha eliminado cuatro tratamientos químicos: pendimetalina+diuron (dosis menor y mayor), ametrina+2,4-D (aplicación total) y el testigo limpio, debido a sus bajos beneficios netos con relación a sus costos variables, más no ha producido una recomendación definida si se desea comparar los tratamientos no dominados, para esto es necesario un análisis adicional, para el cual resulta útil la curva de beneficios netos (Figura 6).

En una curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían. Las alternativas que no son dominadas se unen con una línea. Las alternativas dominadas también han sido indicadas para demostrar que se sitúan por debajo de la curva de beneficios netos.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y a las condiciones en que se llevó a cabo la investigación, se concluye lo siguiente:

- ✓ La variedad de caña CP 72-2086 mostró amplia tolerancia a los efectos de los herbicidas estudiados.
- ✓ Pendimetalina+diuron a dosis de 0.70+1.00 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, resultó ser la mejor mezcla para el control general de malezas, con 96.5% a los 58 DDA. Sin embargo, todos los tratamientos con base en herbicidas presentaron controles superiores a 87%.
- ✓ Los tratamientos químicos exhibieron un buen control (mayor de 91%) y a su vez no mostraron diferencia significativa en las evaluaciones para el control de *Amaranthus* spp, *Ipomoea purpurea* y *Portulaca oleracea*
- ✓ Pendimetalina+diuron, a dosis de 0.80+1.00 kg i.a ha<sup>-1</sup>, respectivamente, mostró ser el mejor tratamiento para el control de *Cynodon dactylon* a los 58 DDA (94.25%).
- ✓ Para el control *Euphorbia heterophylla*, a los 22 DDA se observó un buen control de los tratamientos con base en herbicidas. A los 37 DDA el control fue de medio a regular, pero a los 58 DDA el control fue de regular a pobre, por lo que se considera una especie tolerante a los herbicidas utilizados en este estudio.
- ✓ La presencia de malezas sobre la línea del cultivo, provocó diferencia significativa con respecto al tratamiento siempre sucio en la hilera del

cultivo, efectos que se reflejaron en una disminución de la longitud y diámetro del tallo.

- ✓ El mejor rendimiento lo presentó pendimetalina+ametrina+2,4-D con 154 483 kg ha<sup>-1</sup>, a su vez este tratamiento resultó económicamente con el mayor beneficio neto con \$ 52 179.43, y costos variables de \$ 653.75.
- ✓ La competencia ejercida por la maleza, cuando no se hizo ninguna labor de control, causó efectos significativos, los cuales se manifestaron en un menor rendimiento del cultivo.
- ✓ La aplicación de herbicidas en bandas resultó ser efectiva en el control de maleza y a su vez económico, debido al ahorro de producto y a un menor efecto en los agroecosistemas.

## VI. LITERATURA CITADA

- Abubaker, A. S. 1980. Major weeds of sugarcane in Coast Province and their control. *In*: Proceedings of the Seventh East African Weed Science Conference. Weed Abstracts 31: 16.
- Alemán, F. 1997. Manejo de malezas en el trópico. Facultad de Sanidad Vegetal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. pp. 120-155.
- Almeida, F. 1981. Controle de ervas en: plantio directo no estado do Paraná. Circular IAPAR Num. 23. Fundação Instituto Agronomico de Paraná, Paraná, Brasil. pp. 15-17.
- Bakker, H. 1999. Sugarcane cultivation and management. Klumer Academic/ Plenum Publishers. Printed in the United States of America. pp. 208-209.
- Bolaños, E. A. 1981. Aplicación postemergente de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar para el control de zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) en el área de influencia de Atencingo., Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 65 p.

- Burril, L.; J. Cárdenas y E. Localtelli. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas. Editorial International Plant Protection Center. USA. 64 p.
- Casillas, N. J. C. 1983. Las malas hierbas en el cultivo de caña de azúcar en el estado de Tabasco. Sociedad Mexicana de la ciencia de la maleza. Memoria IV Congreso Nacional. Guadalajara, Jalisco. México. pp. 497-508.
- Castillo, M. L. E. 2000. Introducción a la Estadística Experimental. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. p 55.
- CENICAÑA (Centro de investigación de la caña de azúcar). 1989. Seminario sobre control de malezas en caña de azúcar. Colombia. p 145.
- Cepeda, D. S. 1983. Control Químico de malezas en la región cañera del Alto Balsas. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Memorias. IV Congreso Nacional. Guadalajara., Jalisco, Noviembre. pp. 393-406.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF., México: CIMMYT. 79 p.

Claus, R. 1981. Weed control in . Sugarcane in the Ivory Coast: review of the trails and prospects. *In: Weed Abstracts* 31 (11): 404.

Coazucar. (Comité de Agroindustria Azucarera). 2004.  
<http://www.sagarpa.gob.mx/Coazucar/coazucar.htm> (Revisado el 7 de mayo de 2004).

Colby, S.R; R.G. Lym; W.J. McAvoy; L.M. Kitchen and R. Prasad. 1989. Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America. Sixth Edition. pp. 10-208.

Contreras, De la C. E. 2000. Glosario de Términos Comunes en la Ciencia de la Maleza. Sociedad Mexicana de Fitopatología. A. C. p 15.

Crespo, H. 1988. Historia del azúcar en México. Fondo de cultura económica. Tomo I. pp. 11-35.

Daniels, J. y B.T. Roach. 1987. Taxonomy and evolution. Ed. Por D.J. Heins. *In: Sugarcane improvement through breeding*. N. Y. Elsevier. pp. 7-84.

Devine, M. D., S. O. Duke and C. Fedtke. 1993. Physiology of Herbicide Action. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 441 p.



- Duke, S.O. 1985. Weed Physiology. Herbicide Physiology. Volume II. CRC Press. Inc. Florida. USA. pp. 209-210:
- Fauconnier, R. y D. Basserrau. 1975. La caña de azúcar. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona. Blume. p 11.
- Fisher, C. A.1981. Consideraciones ecológicas para el control de malezas. Mimeografiado. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. México. 13 p.
- Flores, T. J. 1995. Control químico de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Tlaquiltenango, Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 51 p.
- Flores, S. C. 2001. Las variedades de caña de azúcar en México, s/e México. pp. 209-210.
- Gallegos, C. A. 1981. Control químico de la maleza en caña de azúcar. Primer Congreso Nacional de la SOMECIMA. Torreón Coah. México. pp . 42-45.
- GEPLACEA (grupo de Países Exportadores de Azúcar).1988a. La industria alcoquímica en América Latina y el Caribe. pp. 1-29.

GEPLACEA (grupo de Países Exportadores de Azúcar).1988b. Manual de los derivados de la caña de azúcar. pp. 52-53.

Gómez, F. M. A. 1986. Las malezas de la caña de azúcar en México. IMPA. Córdoba, Veracruz. 13 p.

Gómez, F. M. A.1981. La investigación sobre malezas en el cultivo de la caña de azúcar en México. Memoria I Congreso Nacional SOMECINA, Torreón, Coah. México. pp. 101-110.

González, M. R y T. Funes 1976. Solución al problema de la maleza en caña de azúcar. Memoria IV Convención ATAM. Acapulco Guerrero, México. pp. 119-121.

Gutiérrez, M. 1993. Influencia de diferentes métodos sobre el comportamiento de malezas y el crecimiento de la caña de azúcar. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Tesis Ing. Agrónomo. 44 p

Humbert, R. 1982. El cultivo de la caña de azúcar. Compañía editorial continental, S.A. traducido por Alonso González Gallardo. Impreso en México. pp. 52-54

Instituto de Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA). 1981. Plagas y enfermedades en: Informe Técnico del IMPA. 1980. serie de Divulgación Técnica. Libro No. 19. CNIA – IMPA. México. pp. 257-258.

Juang, C.B. ; C.M. Huang y C.C. Wei. 1988. Effects of postemergence herbicides in control of weeds in cane fields at diferent weed age. *In: Weed Abstracts* 38 (7): 235.

Klingman, G & F. Ashton 1982. Weed Science. Principles and Practices. Second Edition. Coprright© 1982 by John Wiley & Sons, Inc. USA. pp. 80-94.

Kuntohartono, T. y P. Tarmani. 1980. Weeds of mechanized in sugarcane field in Java: Their economic importance and control. *In: Weed Abstracts* 23 (12): 353.

Laredo, V. A. 1992. Control químico de las malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Ursulo Galvan Veracruz. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 70 p.

- Leyva, A. y R. Hurtado. 1983. Comportamiento de algunas mezclas de herbicidas residuales en áreas cañeras bajo riego por surco. *Cultivos Tropicales* 5 (4): 763-776.
- Lebaron, H. M and J. Gressel. 1982. Herbicide Resistance in Plants. John Wiley & Sons, Inc. USA. pp. 141-154.
- Marcondes, D. A. S.; A. N. Chehata., D. A. Fornarolli. y B. .A. Braz. 1982. Preemergence herbicides in sugarcane (*Saccharum officinarum*). In: *Weed Abstracts* 35 (3): 100.
- Muñoz, R. y A. Pitty. 1994. Guía fotografica para la identificación de malezas. Parte I. Zamorano Academia Press, Zamorano, Honduras. 124 p.
- Nestor, P., T. Harger and L. McCormick. 1979. Weed Watch-Wild poinsettia. *Weeds Today*. 10: 24-25.
- NOVARTIS. 1999. Manual de la aplicación terrestre. pp. 40-41.
- Orozco, T. J. 1976. Combate químico de la maleza en el cultivo de la caña de azúcar en México. Memoria IV Convención ATAM. Acapulco, Guerrero, México. pp. 117-119.

- Osgood, R. V; R.R. Romanowski, and H.W. Hilton. 1972. Differential tolerance of Hawaiian sugarcane cultivars to diuron. *Weed Science*. 20: 537.
- Padilla, P. M. 1986. Efectividad de dos tipos de herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar. La Habana Cuba. *Centro Agrícola* 12 (4): 48-57.
- Peng, S.Y. and H.J. Yeh. 1970. Determination of varietal tolerance of sugarcane to preemergence diuron and atrazine. *Weed Res.* 10: 218-229.
- Posos, P. 2001. Principales malezas en el cultivo de la caña de azúcar en México. Universidad de Guadalajara. México. CD-ROM
- Quintero, E. y S. Rodríguez. 1983. Evaluación de herbicidas aplicados en pree y postemergencia en cana de retoño. La Habana Cuba. *Centro Agrícola* 10 (2): 69-77.
- Ramalho, J.F. y P.A. Graciano 1982. Chemical weed control in sugarcane (*Saccharum officinarum*). In: *Weed Abstracts* 35 (3): 100.
- Rao, V. S. 2000. Principales of weed Science. Second edition. Science Publishers Inc. USA. Printed India. p 457.

- Richard, E. P. Jr. 1998. Control of Perennated Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in the sugarcane (hybrid of the spp. of the saccharum). *Weed Technology*. 12. (1): 128-133.
- Richard, E. P. Jr. 1989. Response of sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars to preemergence herbicides. *Weed technology*. 3: 358-363.
- Rincones, C. 1985. Control de malezas en caña de azúcar en Venezuela. *Caña de Azúcar*. 3 (1): 5-20.
- Rodríguez, L. L. Díaz y E. Zayas. 2003. Eficacia herbicida y tolerancia en caña de azúcar de mezclas de isoxaflutol + metribuzin. Instituto Nacional de Investigación de la caña de azúcar. Cuba. XVI Congreso Latinoamericano de Malezas (ALAM). XXIV Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza (ASOMECIMA). CD-ROM. pp. 179-184.
- Rodríguez, R. 1994. El cultivo de la caña de azúcar en México. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Edo. México. p 7.
- Rojas, G. M. y R. Vázquez G. 1995. Manual de herbicidas y fitorreguladores. Aplicación y usos de productos agrícolas. Tercera Ed. Limusa, S.A de CV. México DF. 157 p.

- Ross, M. A. and C.A. Lembi. 1985. Applied weed science. Burgess Publishing Company. USA. 340 p.
- Salgado, F. 1989. Manual para la Investigación en manejo de malezas. Centro Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar. Dirección General de Técnica Agropecuarias. Managua Nicaragua. pp. 21-33.
- Sánchez, P. A. 1991. Cultivos de plantación. Manuales para educación agropecuaria. Área Producción Vegetal 22. Trillas. México. pp. 63-80.
- Sánchez, M. 1997. Desarrollo de la producción de caña y azúcar en la Republica Mexicana. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Edo. México. pp. 7-8.
- Sánchez, N. F. 1992. Materia prima: Caña de azúcar. Segunda Ed. Manual Azucarero. S. A de C. V. México. DF. 789 p.
- Siebert, J. D., J. L. Griffin and C. A. Jones. 2004. Red Morningglory (*Ipomoea Coccinea*). Weed Technology. 18 (1): 38-44.
- Subirós, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. EUNED. Costa Rica. 448 p.

- Urzúa, S. F. 2001. Estudios de efectividad biológica con herbicidas. Bases para Realizar Estudios de Efectividad Biológica de Plaguicidas, Editado por N. Bautista y O. Díaz. pp. 85-94.
- Vargas, J. 1999. Evaluación de isoxaflutole en caña de planta. Departamento de Agronomía. Ingenio Monte Rosa. Nicaragua. s/p.
- Victoria, F. R. y C. Camargo. 1982. Effects of herbicides applied singly preemergence, or in mixures with 2,4-D postemergents, on weed control, macronutrients content and technological characteristics of sugarcane (*Saccharum officinarum*). In Weed Abstracts 35 (3): 100.
- Viator, B. J., J. L. Griffin, and J. M. Ellis. 2002a. Red Morningglory (*Ipomoea coccinea*) Control with Sulfentrazone and Azafeniden Applied at Layby in Sugarcane (*Saccharum* spp.) *Weed Technology*. 16: 142-148.
- Viator, B. J., J. L. Griffin, and J. M. Ellis. 2002b. Sugarcane (*Saccharum* spp.) response to azafeniden applied preemergence and postemergence. *Weed Technology*. 16: 444-451.
- Villa G. L. 1983. La maleza, limitante de la productividad en terrenos cañeros de la región de occidente. IMPA. pp. 268-280.



Weed Science Society of America. 1994. Herbicide Handbook. Septima Ed.  
Champaign, IL.

Zimdahl, R. 1993. Fundamentals of weed science. Copyright by Academic Press,  
INC. USA. pp. 16-17.

## VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para el número de cepas.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	7549267.5937	2516422.5312	3.26	0.0419 *
Tratamientos	7	2011372.7187	287338.9598	0.37	0.9083 NS
Error	21	16216060.15625	772193.3407		
Total	31	25776700.46875			

Apéndice 2. Análisis de varianza para la fitotoxicidad del cultivo.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	1.8437	0.6145	0.4955	0.3202 NS
Tratamientos	7	220.9687	31.5669	63.70	0.0001 *
Error	21	10.4062	0.4955		
Total	31	233.2187			

Apéndice 3. Análisis de varianza para el porcentaje de control general de malezas a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	13.8437	4.6145	0.87	0.4723 NS
Tratamientos	7	33470.7187	4781.5312	901.32	0.0001 *
Error	21	111.4062	5.3050		
Total	31	33595.9687			

Apéndice 4. Análisis de varianza para el porcentaje de control general de malezas a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	21.3437	7.1145	1.49	0.2467 NS
Tratamientos	7	33332.7187	4761.8169	995.94	0.0001 *
Error	21	100.4062	4.7812		
Total	31	33454.4687			

Apéndice 5. Análisis de varianza para el porcentaje de control general de malezas a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	10.3437	3.4479	0.30	0.8228 NS
Tratamientos	7	31333.2187	4476.1741	393.46	0.0001 *
Error	21	238.9062	11.3764		
Total	31	31582.4687			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 6. Análisis de varianza para el control de *Euphorbia heterophylla* a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	356.1250	118.7083	2.55	0.0831 NS
Tratamientos	7	30141.3750	4305.9107	92.52	0.0001 *
Error	21	977.3750	46.5416		
Total	31	31474.8750			

Apéndice 7. Análisis de varianza para el control de *Euphorbia heterophylla* a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	297.0937	99.0312	1.36	0.2822 NS
Tratamientos	7	26046.2187	3720.8883	51.10	0.0001*
Error	21	1529.1562	72.8169		
Total	31	27872.4687			

Apéndice 8. Análisis de varianza para el control de *Euphorbia heterophylla* a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	137.5000	45.8333	2.41	0.0959 NS
Tratamientos	7	22750.0000	3250.0000	170.63	0.0001 *
Error	21	400.0000	19.0476		
Total	31	23287.5000			

Apéndice 9. Análisis de varianza para el control de *Amaranthus* spp. a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.6250	0.2083	0.64	0.5999 NS
Tratamientos	7	34851.3750	4978.7678	15207.87	0.0001 *
Error	21	6.8750	0.3273		
Total	31	34858.8750			

Apéndice 10. Análisis de varianza para el control de *Amaranthus* spp. a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	11.7500	3.9166	0.82	0.4971 NS
Tratamientos	7	34351.5000	4907.3571	1027.98	0.0001 *
Error	21	100.2500	4.7738		
Total	31	34463.5000			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 11. Análisis de varianza para el control de *Amaranthus* spp. a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	37.3750	12.4583	1.02	0.4031 NS
Tratamientos	7	33773.3750	4824.7678	395.59	0.0001 *
Error	21	249.5000	12.1964		
Total	31	34066.8750			

Apéndice 12. Análisis de varianza para el control de *Cynodon dactylon* a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	9.5000	3.1666	0.85	0.4809 NS
Tratamientos	7	33078.000	4725.428	1272.23	0.0001 *
Error	21	78.0000	3.7142		
Total	31	33165.5000			

Apéndice 13. Análisis de varianza para el control de *Cynodon dactylon* a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	17.3750	5.7916	3.03	0.0520 NS
Tratamientos	7	31766.3750	4538.0535	2375.06	0.0001 *
Error	21	40.1250	1.9107		
Total	31	31823.8750			

Apéndice 14. Análisis de varianza para el control de *Cynodon dactylon* a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	35.5937	11.8645	4.36	0.0155 *
Tratamientos	7	30473.9687	4353.4241	1599.51	0.0001 *
Error	21	57.156	2.7217		
Total	31	30566.7187			

Apéndice 15. Análisis de varianza para el control de *Ipomoea* spp a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	1.6250	0.5416	0.74	0.5401 NS
Tratamientos	7	34763.8750	4966.2678	6783.20	0.0001 *
Error	21	15.3750	0.7321		
Total	31	34780.8750			

\*SI (Pr > F) <  $\alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 16. Análisis de varianza para el control de *Ipomoea* spp a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	30.3437	10.1145	0.88	0.4683 NS
Tratamientos	7	33386.968	4769.5669	414.05	0.0001 *
Error	21	241.9062	11.5193		
Total	31	33659.2187			

Apéndice 17. Análisis de varianza para el control de *Ipomoea* spp a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	30.8437	10.2812	0.56	0.6453 NS
Tratamientos	7	32135.7187	4590.8169v	251.45	0.0001 *
Error	21	383.4062	18.2574		
Total	31	32549.9687			

Apéndice 18. Análisis de varianza para el control de *Portulaca oleracea* a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.2500	0.0833	0.41	0.7462 NS
Tratamientos	7	34901.0000	4985.8571	24636.00	0.0001 *
Error	21	4.2500	0.2023		
Total	31	34905.5000			

Apéndice 19. Análisis de varianza para el control de *Portulaca oleracea* a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	2.5937	0.8645	0.51	0.6802 NS
Tratamientos	7	34733.9687	4961.9955	2922.40	0.0001 *
Error	21	35.6562	1.6979		
Total	31	34772.2187			

Apéndice 20. Análisis de varianza para el control de *Portulaca oleracea* a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	152.3437	50.7812	4.66	0.0120 *
Tratamientos	7	33436.7187	4776.6741	438.22	0.0001 *
Error	21	228.9062	10.9002		
Total	31	33817.9687			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 21. Análisis de varianza para la altura del tallo a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.0859	0.0286	0.12	0.9473 NS
Tratamientos	7	2.7241	0.3891	1.63	0.1815 NS
Error	21	5.0120	0.2386		
Total	31	7.8222			

Apéndice 22. Análisis de varianza para la altura del tallo a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	2.5272	0.8424	0.88	0.4695 NS
Tratamientos	7	23.8095	3.4013	3.54	0.0115 *
Error	21	20.2045	0.9621		
Total	31	46.5413			

Apéndice 23. Análisis de varianza para la altura del tallo a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	8.6985	2.8995	0.51	0.6784 NS
Tratamientos	7	82.0519	11.7217	2.07	0.0932 NS
Error	21	118.9227	5.6629		
Total	31	209.6733			

Apéndice 24. Análisis de varianza para la altura del tallo a los 71 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	19.0166	6.3388	1.33	0.2914 NS
Tratamientos	7	166.9361	23.8480	5.00	0.0019 *
Error	21	100.1148	4.7673		
Total	31	286.0676			

Apéndice 25. Análisis de varianza para la altura del tallo a los 311 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	2	1612.3715	806.1857	9.19	0.0028 *
Tratamientos	7	4811.1143	687.3020	7.84	0.0006 *
Error	14	1227.9132	87.7080		
Total	23	7651.3991			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 26. Análisis de varianza para la diámetro del tallo a los 22 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.0263	0.0087	7.97	0.0010 *
Tratamientos	7	0.0296	0.0042	3.85	0.0076 *
Error	21	0.0231	0.0011		
Total	31	0.0790			

Apéndice 27. Análisis de varianza para la diámetro del tallo a los 37 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.0034	0.0011	0.48	0.6978 NS
Tratamientos	7	0.114	0.0164	6.88	0.0003 *
Error	21	0.0501	0.0023		
Total	31	0.1686			

Apéndice 28. Análisis de varianza para la diámetro del tallo a los 58 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.0193	0.0064	1.86	0.1679 NS
Tratamientos	7	0.2923	0.0417	12.03	0.0001 *
Error	21	0.0729	0.0034		
Total	31	0.3845			

Apéndice 29. Análisis de varianza para la diámetro del tallo a los 71 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	3	0.0107	0.0035	0.27	0.8484 NS
Tratamientos	7	1.5925	0.2275	17.01	0.0001 *
Error	21	0.2808	0.0133		
Total	31	1.8841			

Apéndice 30. Análisis de varianza para la diámetro del tallo a los 311 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	2	0.0175	0.0087	0.30	0.7422 NS
Tratamientos	7	1.5419	0.2202	7.67	0.0007 *
Error	14	0.4021	0.0287		
Total	23	1.9616			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).

Apéndice 31. Análisis de varianza para el número de tallos por hectárea a los 311 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	2	138851813.5833	69425906.7916	2.50	0.1181 NS
Tratamientos	7	1740827049.6250	248689578.5178	8.95	0.0003 *
Error	14	389033885.7500	27788134.6964		
Total	23	2268712748.9583			

Apéndice 32. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo a los 311 DDA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Pr > F
Bloques	2	226674454.27135	113337227.1356	0.46	0.6405 NS
Tratamientos	7	11369302525.5349	1624186075.0764	6.59	0.0014 *
Error	14	3450039011.6393	246431357.9742		
Total	23	15046015991.4456			

\*Si  $(Pr > F) < \alpha$ , existen diferencias significativas entre tratamientos, en este caso  $\alpha = 0.05$ .

NS = no significativo (no existen diferencias estadísticas significativas).