

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MANEJO DE MALEZAS EN CÉSPED

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA

IMELDA LEÓN GARCÍA



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

Octubre del 2005

Chapingo, Estado de México

MANEJO DE MALEZAS EN CÉSPED

Tesis realizada por Imelda León García, bajo la dirección de la Dr. Andrés Bolaños Espinoza y aprobada por el Comité Asesor indicado, y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

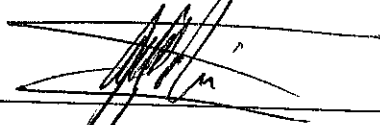
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Andrés Bolaños Espinoza

ASESOR:



Dr. Juan Fernando Solís Aguilar

ASESOR:



M.C. Antonio Segura Miranda

DEDICATORIA

A mis padres:

Gabriel León y Hortensia García

Por el esfuerzo realizado para que todos sus hijos tuviéramos una profesión.
Pero ante todo por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos:

Jesús, Adrián, Gabriel, Daniel, Hortensia y Norma

Por ser mi ejemplo a seguir y por el cariño que nos une.

A mis sobrinos

Que este logro sirva de ejemplo para saber que todo anhelo puede lograrse con
esfuerzo y dedicación.

A Javier Quintero:

Por enseñarme que el amor se basa en libertad y confianza. Te amo

A Paty, David, Briza, Víctor, Karla y Raciél por su amistad y apoyo incondicional
en cada momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, en especial al Departamento de Parasitología Agrícola por las facilidades brindadas durante mi estancia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para realizar de mis estudios de Maestría.

A la Dr. Andrés Bolaños Espinoza por su dedicación, consejos, enseñanza y por el tiempo dedicado en la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar y al M.C. Antonio Segura Miranda por su valiosa colaboración en la realización de esta investigación.

Al Ing. Enrique Lopez Romero por el apoyo brindado a lo largo de esta investigación y por brindarme su amistad.

A la empresa Bayer (División Crop Science) por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A todos los maestro de la maestría por su aportes academicos.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Imelda León García.

Fecha de nacimiento: 12 de junio del 1978.

Lugar de origen: Valle de Santiago Guanajuato.

Profesión: Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola.

Formación académica

Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (1995-1998).

Licenciatura: Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (1998-2002).

Maestría: Programa en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo (2003-2005).

MANEJO DE MALEZAS EN CÉSPED

WEED MANAGEMENT IN TURFGRASS

Imelda León García¹; Andrés Bolaños Espinoza²

RESUMEN

Se evaluó la efectividad biológica de herbicidas en el control de malezas y susceptibilidad de céspedes en el Campus de la Universidad Autónoma Chapingo durante los años 2003-2005. el experimento se desarrollo en dos ambientes: uno de campo que consistió en probar herbicidas, un testigo absoluto y un regional; otro en invernadero donde se establecieron siete variedades de céspedes, dos malezas (*Cyperus esculentus* y *Dichondra carolinensis*), ocho herbicidas y un testigo absoluto. El diseño experimental fue completamente al azar, midiendo las variables respuesta: porcentaje de control de malezas, fitotoxicidad del césped *Pennisetum clandestinum* y porcentaje de daño en pastos cultivados. En campo los mejores controles de *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* y *Medicago denticulata*, se obtuvieron con picloram + 2,4-D. *Oxalis stricta* y *Euphorbia* spp. fueron las especies que mostraron mayor tolerancia, mostrando controles que no superaron el 30%. Iodosulfuron y foramsulfuron causaron daños totales sobre los céspedes *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* y *Lolium perenne*. Mientras que *Cynodon dactylon*, *Stenotaphum secundatum*, el híbrido de *Cynodon* y la mezcla de los últimos manifestaron amplia tolerancia a los herbicidas sulfonilureas.

Palabras clave: maleza, césped, control, susceptibilidad, herbicida.

ABSTRACT

The biological effectiveness of herbicides and turfgrass susceptibility to these same herbicides in weed control at Chapingo University was carried out under two conditions: 1) university lawns where herbicides were tested with a witness without herbicide and a regional witness. 2) seven species of turfgrass and two weeds (*Cyperus esculentus* and *Dichondra carolinensis*) under greenhouse conditions with eight herbicides and a witness without herbicide. The experimental design was random and the variables that were measured were: weed control percentage, level of toxicity in *Pennisetum clandestinum* turfgrass and damage percentage in grass grown. In the lawns, the best control for *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* and *Medicago denticulata* was achieved with picloram + 2,4-D. *Oxalis stricta* and *Euphorbia* spp. were the species that showed the highest tolerance, with controls that did not exceed 30%. Iodosulfuron and foramsulfuron caused total damage on *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* and *Lolium perenne* turfgrass. While *Cynodon dactylon*, *Stenotaphum secundatum*, the *Cynodon* hybrid, and the mixture of *S. secundatum* with the *Cynodon* hybrid showed great tolerance to sulfonilurea herbicides.

Key words: weed, turfgrass, control, susceptibility, herbicide.

1 Tesista

2 Director de Tesis

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	
ABSTRACT	
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE FIGURAS	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia de los céspedes.....	4
2.2 Importancia de las malezas.....	5
2.3 Importancia de las gramínea.....	7
2.4 Características generales de las gramíneas.....	8
2.5 Generalidades de los céspedes.....	11
2.5.1 <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chivo.....	11
2.5.2 <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.....	14
2.5.3 <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Kuntze.....	16
2.5.4 <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.....	18
2.5.5 <i>Festuca rubra</i> L.....	20
2.5.6 <i>Lolium perenne</i> L.....	21

2.6 Principales malezas de los céspedes.....	25
2.6.1 Diente de león <i>Taraxacum officinale</i> F. A. C. Weber.....	25
2.6.2 Alfalfilla <i>Medicago lupulina</i> L.....	26
2.6.3 Carretilla <i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>vulgaris</i> (Benth.) Shinners.....	26
2.6.4 Trébol <i>Trifolium repens</i> L.....	27
2.6.5 Agritos <i>Oxalis stricta</i> L. (<i>O. dillenii</i> Jacq.).....	28
2.6.6 Llantén <i>Plantago lanceolata</i> L.....	28
2.6.7 Hierba de la golondrina <i>Euphorbia stictospora</i> Engelm.....	29
2.6.8 Oreja de ratón <i>Dichondra carolinensis</i>	30
2.6.9 Coquillo <i>Cyperus esculentus</i> L.....	31
2.7 Descripción de herbicidas evaluados.....	34
2.7.1 Herbicidas hormonales.....	34
2.7.1.1 Picloram + 2, 4-D amina (Tordon 101®).....	35
2.7.1.2 2, 4-D ester isobutilico (Hierbester®).....	37
2.7.1.3 Dicamba + 2, 4-D amina (Banvel 12-24®).....	38
2.7.2 Herbicidas Sulfonilureas.....	39
2.7.2.1 Iodosulfuron.....	39
2.7.2.2 Foramsulfuron.....	40

2.7.2.3 Halosulfuron–metilo (Sempra®).....	42
2.7.3 Herbicidas Benzonitrilos.....	43
2.7.3.1 Bentazona (Basagran®).....	44
2.7.3.2 Bromoxynil (Brominal®).....	45
2.7.4 Herbicidas Difenileter.....	46
2.7.4.1 Fomesafen (Flex®).....	46
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1 Ubicación de la zona de estudio.....	48
3.2 Experimentos en campo (áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo).....	48
3.2.1 Diseño experimental.....	49
3.2.2 Primer experimento en campo.....	49
3.2.3 Variables respuesta.....	49
3.2.4 Segundo experimento.....	50
3.2.5 Tercer experimento.....	51
3.2.6 Análisis estadístico.....	52
3.3 Experimentos en invernadero.....	53
3.3.1 <i>Cyperus esculentus</i>	54
3.3.2 <i>Dichondra carolinensis</i>	55

3.3.3 Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfonilureas.....	57
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1 Primer experimento en campo.....	59
4.1.1 Flora nociva.....	59
4.1.2 Fitotoxicidad.....	59
4.1.3 Porcentaje de control de malezas.....	59
4.1.3.1 <i>Plantago lanceolata</i> L.....	60
4.1.3.2 <i>Oxalis stricta</i> L.....	61
4.1.3.3 <i>Euphorbia</i> spp.....	62
4.2 Segundo experimento en campo.....	63
4.2.1 Flora nociva.....	63
4.2.2 Fitotoxicidad.....	63
4.2.3 Porcentaje de control de malezas.....	63
4.2.3.1 <i>Taraxacum officinale</i> Weber.....	63
4.2.3.2 <i>Medicago denticulata</i> L.....	64
4.2.3.3 <i>Plantago lanceolata</i> L.....	65
4.3 Tercer experimento en campo.....	66
4.3.1 Flora nociva.....	66

4.3.2 Fitotoxicidad.....	67
4.3.3 Porcentaje de control de malezas.....	67
4.2.3 3 <i>Plantago lanceolata</i> L.....	67
4.4 Experimentos en invernadero.....	69
4.4.1 <i>Cyperus esulentus</i>	69
4.4.2 <i>Dichondra carolinensis</i>	72
4.4.3 Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas	
sulfunilureas (foramsulfuron e iodosulfuron).....	74
4.4.3.1 Zacate alta fescua (<i>Festuca arundinacea</i>).....	74
4.4.3.2 Cañuela roja (<i>Festuca rubra</i> L.).....	75
4.4.3.3 Vallico (<i>Lolium perenne</i> L.).....	76
4.4.3.4 Zacate bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>).....	77
4.4.3.5 <i>Stenotaphum secundatum</i> y <i>Stenotaphum</i>	
<i>secundatum</i> + híbrido de <i>Cynodon</i>	79
4.4.3.6 Híbrido de <i>Cynodon</i>	80
5. CONCLUSIONES.....	82
Primer experimento en campo.....	82
Segundo experimento en campo.....	82
Tercer experimento en campo.....	83

<i>Cyperus esculentus</i>	83
<i>Dichondra carolinensis</i>	84
Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfonilureas.....	84
6. LITERATURA CITADA.....	85
7. ANEXO.....	90

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2003.....	50
Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2003.....	51
Cuadro 3. Tratamientos en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2004.....	52
Cuadro 4. Tratamientos involucrados en el estudio de control químico de maleza <i>Cyperus esculentus</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.....	55
Cuadro 5. Tratamientos en el estudio de control químico de maleza	

<i>Dichondra carolinensis</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2004 y 2005.....	56
Cuadro 6. Tratamientos en el estudio de susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfonilureas bajo condiciones de invernadero.Chapingo,Méx.2005.....	58
Cuadro 7. Porcentaje de control de <i>Plantago lanceolata</i> en el estudio de control químico de maleza, en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 2003.....	61
Cuadro 8. Porcentaje de control de <i>Oxalis stricta</i> , en el estudio de control de maleza en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 2003.....	62
Cuadro 9. Porcentaje de control para <i>Taraxacum officinale</i> . Chapingo, México. 2003.....	64
Cuadro 10. Porcentaje de control para <i>Medicago denticulada</i> . Chapingo, México.	

2003.....	65
Cuadro 11. Porcentaje de control para <i>Plantago lanceolata</i> . Chapingo,México.2003.....	66
Cuadro 12. Porcentaje de control para <i>Plantago lanceolata</i> . Chapingo, México. 2004.....	68
Cuadro 13. Porcentaje de control para <i>Cyperus esculentus</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.....	70
Cuadro 14. Porcentaje de control para <i>Dichondra carolinensis</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2004.....	73
Cuadro 15. Porcentaje de control para <i>Dichondra carolinensis</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.....	74
Cuadro 16. Porcentaje de daño para <i>Festuca arundinacea</i> en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.....	75
Cuadro 17. Porcentaje de daño para <i>Festuca rubra</i> en condiciones de	

	invernadero.	Chapingo,	Méx.	
	2005.....			76
Cuadro 18. Porcentaje de daño para <i>Lolium perenne</i> en condiciones				
	de	invernadero.	Chapingo,	Méx.
	2005.....			77
Cuadro 19. Porcentaje de daño para <i>Cynodon dactylon</i> en				
	condiciones	de	invernadero.	Chapingo, Méx.
	2005.....			79
Cuadro 20. Porcentaje de daño para híbrido de <i>Cynodon</i> en				
	condiciones	de	invernadero.	Chapingo, Méx.
	2005.....			80

1. INTRODUCCIÓN

Los céspedes han sido apreciados por su importancia en la calidad de vida desde hace casi 2000 años. Se incluyen referencias históricas de céspedes en los vastos jardines del palacio del emperador durante la dinastía Han en China (100 años d.c.); los campos de deportes usados por Akbar, el gran emperador Hisdután (1600 años a.c.), los céspedes alfombrados persas en el reino de Asiria (500 años a.c.), y los céspedes de jardines ingleses en el siglo XII. Actualmente los céspedes son cultivados en casi todas las regiones habitadas por el hombre en el mundo (Smiley et al., 1993).

Numerosos beneficios se derivan de los usos no agrícolas de las gramíneas formadoras de césped, comúnmente llamados prados o praderas. Estos beneficios son principalmente estéticos en naturaleza o asociados con deportes y recreación. Los usos del césped de nuestra altamente favorecida "forma de vida americana" es la cubierta de gramíneas de los prados, parques, orillas de carreteras, cementerios, y los campos de juego de diversos deportes incluyendo el golf, béisbol, fútbol, tenis de prado y "soccer". Probablemente de no menos valor para los moradores urbanos es la reducción de polvo en la atmósfera y la suciedad en las calles. El mantenimiento del prado no sólo proporciona un foco común de interés en la vecindad y orgullo en la comunidad, sino que también es la base del negocio multimillonario de semillas, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas,

cortadoras, rodillos, equipo de riego y otros equipos (Gould y Shaw, 1992). Los mismos autores señalan que la mayoría de las gramíneas de los prados son razas o híbridos de especies nativas e introducidas relativamente nuevas, los prados de la región sur y otros son principalmente especies de zacate bermuda (*Cynodon dactylon*), zacate zoysia (*Zoysia* spp.), zacate San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), zacate ciempiés (*Eremochoa ophiuroides*), zacate bahía (*Paspalum notatum*), y zacate chino (*Buchloe dactyloides*). La pradera de las regiones frías de Estados Unidos incluyen especies de zacates azules (*Poa* spp.), castillitos (*Agrostis* spp.), festuca (*Festuca* spp.) y ballicos (*Lolium* spp.). Estos también se cultivan en una extensión limitada del Sur durante los meses fríos y se refieren como gramíneas de clima frío.

Uno de los factores que afectan la calidad estética del césped, es la presencia de malezas debido a que éstas compiten por agua, luz y nutrimentos, lo que conlleva al desplazamiento de éste; además, estas plantas sirven de refugio de plagas. Dentro de estas, se incluyen malezas de hoja ancha anuales y perennes, tales como: *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Medicago lupulina*, *Oxalis stricta*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia supina*, *Rumex crispus*, entre otras (Turgeon et al., 1994). Con base en la problemática que representan las malezas se llevó a cabo la presente investigación con los objetivos siguientes.

1.1 Objetivos

- ❖ Determinar las especies de malezas que infestan las áreas verdes del Campus Universidad Autónoma Chapingo.
- ❖ Evaluar la efectividad biológica de los herbicidas halosulfuron metilo (Sempra®), bentazona (Basagran®), picloram +2,4-D amina (Tordon 101®), dicamba + 2,4-D amina (Banvel 12-24®), bromoxynil (Brominal®), fomesafen (Flex®), 2,4-D ester isobutilico (Hierbester®), diferentes dosis sobre diferentes malezas en césped de la especie *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.
- ❖ Valorar la fitotoxicidad de los diferentes tratamientos químicos sobre las especie de césped *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.
- ❖ Evaluar la susceptibilidad de los céspedes *Cynodon dactylon*, *Stenotaphum secundatum*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Stenotaphum secundatum* + híbrido de *Cynodon*, híbrido de *Cynodon*, a los herbicidas iodosulfuron y foramsulfuron del grupo sulfunilureas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de los céspedes

Es a partir de 1992 cuando por vez primera aparecen datos acerca de la producción de césped en México. La demanda de tepes enrollados (comúnmente conocidos como "pasto en rollo" o, según SAGARPA, "pasto tapete") es abastecida principalmente por el estado de Jalisco, seguido por Morelos.

La importancia de los céspedes radica en dos rubros, el económico y social. En lo económico, a nivel nacional, aunque no bien cuantificada, la superficie cultivada y cosechada alcanzó las 345 hectáreas en el año agrícola 2000, con un valor de producción de 21.54 millones de pesos (SAGARPA, 2001).

La importancia social de los céspedes se basa en tres aspectos: funcional, recreativo y ornamental. La importancia funcional se manifiesta en su utilidad como estabilizador del suelo, reducción de la erosión producida por el agua y el viento, limpiador del aire y regulador de la temperatura en las ciudades. La importancia ornamental es evidente, el color verde y la uniformidad brinda un paisaje agradable y relajador, siendo el césped el complemento perfecto para cualquier jardín y para casi cualquier diseño de arquitectura del paisaje. La importancia recreativa estriba en su utilidad como superficie de descanso, de diversión y práctica de deportes (Díaz, 2002).

La importancia de las áreas verdes radica en que además de ser lugar de recreo, esparcimiento, educación o producción vegetal en el interior de la ciudad contribuyen con la estética y armonía a la prestación de servicios ambientales como es el amortiguamiento de ruido; la captura y reducción de contaminantes, producción de oxígeno; generación de microclimas por la humedad y sombra; barreras rompevientos, reducción de tolvaneras y filtración de agua. Otro de los servicios ambientales es la conservación de la biodiversidad de árboles y arbustos milenarios que han logrado sobrevivir a los efectos negativos de la contaminación (Smiley et al., 1996).

2.2 Importancia de las malezas

Ross y Lembi (1999) describen a las malezas como plantas que interfieren con el crecimiento de las plantas cultivadas, constituyéndose habitualmente en perniciosas y persistentes, causando impacto negativo en las actividades humanas por lo que se constituyen en especies indeseables.

Radosevich et al. (1996), definen maleza como una planta creciendo fuera de lugar, esto es, una planta creciendo en un lugar no deseado. Otros autores señalan que además de ser indeseables, estas interfieren con las actividades del hombre (Weed Science Society of América, 1994).

Las malezas son plantas que se encuentran en todos los agroecosistemas que sufren disturbios constantes causados por las actividades agrícolas del hombre. Son las plantas más frecuentes en las áreas agrícolas, ganaderas, forestales,

industriales, acuáticas, carreteras y áreas verdes; a las cuales se trata de controlar para reducir o evitar la interferencia con los cultivos o nuestras actividades recreativas (Pitty, 1997).

Zimdahl (1993) menciona que las malezas compiten con las plantas cultivadas por nutrientes, agua, luz, y que su alta capacidad de competencia está dada por su acelerada tasa de crecimiento y reproducción, comparada con las plantas sobre las que interfieren.

Algunas plantas que hoy son consideradas malezas fueron cultivos por muchos años. En América Central uno de los mejores ejemplos es la planta *Cynodon nlemfuensis*, conocida como estrella africana, pasto estrella o bermuda; ésta fue introducida como pasto y hoy es una de las malezas más problemáticas en jardines, áreas verdes y cultivos anuales y perennes (Pitty, 1997).

Pocas especies tienen las características que las hacen ser plantas dañinas importancia económica. Del número total de plantas en el mundo (cerca 250 000 especies), solo 3% ó 8000 se comportan como malezas en la agricultura. De éstas solamente unas 250 (0.01%) son reconocidas como las malezas más problemáticas en los cultivos, y solo cerca del 0.01% o 25 especies causan los mayores problemas de malezas en el mundo. Sin embargo, a pesar de las pocas especies que son consideradas malezas, éstas están presentes en todos los campos de producción, tienen poblaciones altas, son difíciles de controlar e

interfieren con las actividades agrícolas y de recreación (Ross and Lembi, 1999; Cobb, 1992).

2.3 Importancia de las gramíneas

Las gramíneas son las plantas más abundantes sobre la tierra, su distribución es cosmopolita. De ellas se estiman unos 620 géneros en unas 10 000 especies; ocupan el tercer lugar en cuanto a número de géneros después de Compositae y Orchidaceae, y quinto en número de especies después de las familias Compositae, Orchidaceae, Leguminosae y Rubiaceae. En México se reconocen 1 010 especies de gramíneas en 160 géneros (20% son endémicas) (López, 1992). El mismo autor indica que las gramíneas tienen una amplia capacidad de adaptación y rápido crecimiento vegetativo estacional. Su dispersión como fruto seco contribuye a su eficiencia. Su sistema radicular fibroso permite un máximo de aprovechamiento de agua y nutrientes, y la retención de suelo. Las yemas para la formación de hijatos se localizan hasta la porción basal (muy cerca del suelo) donde generalmente no ocurre daño por prelación, heladas, efecto de herbicidas, etc.

La familia Poaceae (Gramineae) esta compuesta de aproximadamente 600 géneros y 7 500 especies. Dieciséis géneros en esta familia y cerca de 40 especies en las subfamilias Pooideae (Festucoideae), Panicoideae, y Chloridoideae (Eragrostoideae) son comúnmente manejados como césped (Smiley *et al.*, 1993).

2.4 Características generales de las gramíneas

Forma biológica

Plantas herbáceas (cereales), o perennes (pastos) o rara vez leñosas (bambús).

Tallo

Su postura es erecta, ascendente, postrada o rastrera (con estolones o rizomas), cilíndrico, segmentado por nudos transversales, de los cuales se desprenden hojas alternas. El tallo superficial de las gramíneas, llamado también caña, se compone de una serie de segmentos, conocidos por el nombre de internodios (entre nudos) delimitados entre sí por nudos. Los internodios en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo se alargan considerablemente al crecer desde la base (crecimiento intercalar). Los internodios son por lo general huecos, pero en casos excepcionales están rellenos de una médula blanca. Los tallos en su mayor parte glabros y en particular aquellos segmentos envueltos en la vaina. Aunque tampoco es raro encontrar nudos así como el segmento superior de la caña, es decir, el pedúnculo de la inflorescencia que tenga pubescencia. La ramificación se produce siempre a partir de los nudos y surge de una yema situada entre la vaina y la caña. La ramificación se llama, macollo o ahijado. En el caso de gramíneas anuales, cada caña lleva una inflorescencia. Los tallos de las especies perennes también llevan inflorescencias, pero, además, poseen brotes vegetativos de los que algunos no florecen hasta el año siguiente o más tarde. Diversas especies desarrollan los llamados estolones, o sea tallos

superficiales reptantes en cuyos nudos se desarrollan hojas, raíces y renuevos florales (López, 1992; Ackerman *et al.*, 1991).

Raíces

Presentan un profuso sistema radicular fibroso el cual está formado de raíces adventicias superficiales en los nudos de la base de la caña (Ackerman *et al.*, 1991).

Rizomas

Los rizomas son tallos subterráneos cuyas hojas se han reducido a escamas. Los rizomas pueden crecer mucho en longitud, pero después aparecen en la superficie dando origen a un nuevo brote floral que a su vez propaga rizomas en todos los sentidos (López, 1992; Klappi, 1987).

Hoja

Son simples y alternas formando dos hileras. Sus nervaduras son paralelas. Consta de dos porciones, la vaina que envuelve al tallo y el limbo que se extiende linear o lanceolado (en algunos casos se diferencia un peciolo). En la unión entre limbo y la vaina se encuentra un apéndice denominado lígula típicamente membranosa o representada por una hilera de pelos (López, 1992; Gillet, 1984).

Inflorescencia

De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de los pedicelos de las espigas se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias. Además de las formas básicas tales como espiga, panícula y racimo, existen

numerosas formas de mutaciones y combinadas. La unidad básica de la inflorescencia es la espiguilla que característicamente presenta estructuras reproductoras rodeadas por brácteas que en conjunto se denominan flósculos sostenidos sobre un eje o raquilla (continuo o articulado con 1 a 50 flósculos) y definidos en su base por un par de brácteas denominadas glumas. En toda la espiguilla se presentan múltiples variaciones que marcan diferencias significativas con valor taxonómico (para separar subfamilias, tribus, géneros y especies) (López, 1992; Klappi, 1987).

Flor

Cada flósculo posee por lo regular dos brácteas denominadas lema y palea; el lema es fértil si envuelve a una flor perfecta o postilada y es estéril si envuelve a una flor estaminada o vacía; la bráctea contigua o palea se caracteriza por poseer nervaduras en par.

Los estambres pueden ser de 1 a 6 pero generalmente trímeros en uno o dos verticilios, cada estambre con anteras biloculares; el pistilo es de ovario súpero, unilocular, tricarpetal, con un solo óvulo, estilos por lo regular dos, estigmas papilosos o con mayor frecuencia en forma de extensiones plumosas del estilo; el perianto muy modificado o reducido está representado por dos o tres lodículos, situados en la base de la flor en un verticilio exterior a los estambres (al momento de la floración se vuelven turgentes y separan la lema y palea para dar salida a los estambres con lo que se posibilita la fecundación cruzada) (López, 1992).

Fruto

En su mayoría es un cariósperide (la semilla está soldada al pericarpio con abundante endospermo).

2.5 Generalidades de los céspedes

2.5.1 *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov

Nombre común: zacate kikuyo

Origen: *P. clandestinum* aparece en forma natural en las orillas de los bosques y pastizales del altiplano en suelos latosólicos rojos y profundos, en las zonas montañosas de la meseta del Este de África Central con altitudes entre 1950 y 2700

msnm en África oriental y central: Etiopia, Kenya, Tanzania, Uganda y Zaire. Esas áreas son consideradas como centro de origen de esta especie de césped (Holm, *et al.*, 1977).

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Genero: *Pennisetum*

Especie: *P. clandestinum* Hochst. ex Chiov

Descripción botánica. Es una planta perenne postrada que forma grandes matas extendiéndose sobre el suelo por medio de rizomas y estolones. Las hojas son sobrepuestas, de membranosas, con poca o mucha pubescencia; láminas lanceoladas de 1.25 a 5.0 cm de longitud y de 3.0 a 4.0 mm de ancho. Los tallos miden de 30 a 120 cm, son postrados, con crecimiento vertical escaso y muy ramificado. Flor pequeña de 1.0 a 2.0 cm de longitud. La única parte visible de la flor son los estambres, los cuales aparecen como masas de filamentos blancos sobre las hojas y son de 2.5 o más de longitud. La flor esta formada por una espiga con

dos a cuatro espiguillas. Semilla grande (2 mm de longitud), de coloración castaño y forma plana o elipsoidal (Holm *et al.*, 1977; Smiley *et al.*, 1993; De Liñan *et al.*, 1996).

Distribución. Procedente de Zaire y Kenya, la gramínea se ha introducido ampliamente en países tropicales, especialmente Costa Rica, Colombia, Hawaii, Australia, y en África austral (Holm *et al.*, 1977).

Temperatura óptima para el crecimiento. De 16 a 21° C. Su capacidad de adaptación a las temperaturas altas es escasa. Temperaturas media de 18.8° C. la temperatura mínima para el crecimiento es de 7.7° C.

Necesidad de precipitación. En su hábitat requiere de 1000 a 1600 mm al año, ya sea como temporada única o como régimen bimodal. Media de 1269 más menos 632 mm.

Requerimientos de suelo. Es frecuente como pasto natural en los suelos latosólicos profundos, de buena fertilidad, y se ha adaptado con rapidez a suelos similares de otros sitios. Medra también en suelos aluviales y en los suelos arenosos húmedos, donde las excretas de los animales o un fertilizante mineral han aumentado la fertilidad. Es una excelente gramínea invasora y fijadora del suelo. Requiere suelos bien drenados (Skerman y Riveros, 1992).

Necesidades de fertilización. Además de los requisitos de nutrientes apropiados según la fertilidad del suelo, el zacate kikuyo responde sin dificultad a los fertilizantes nitrogenados. El kikuyo no presenta una respuesta marcada al fósforo, excepto en los suelos con fuerte deficiencia, aunque la aplicación de este elemento incrementa el componente de leguminosa. El nivel crítico de fósforo, como porcentaje de la materia seca en la etapa inmediata de la prefloración es de 0.22. Los síntomas por deficiencia de potasio se manifiestan en senescencia y quemaduras en la punta en las hojas inferiores, junto a una reducción del contenido de potasio en la vegetación (0.64 a 1%) (Skerman y Riveros, 1992).

Ventajas. Rápido establecimiento mediante estolones, tolera sequía, soporta temperaturas bajas de hasta 2° C.

Desventajas. Crecimiento excesivamente vigoroso, muy difícil de erradicar una vez establecido, produce mucho fieltro.

2.5.2 *Cynodon dactylon* L. Pers

Nombre común. Zacate bermuda

Origen. Es una maleza cosmopolita, probablemente originaria de África tropical; sin embargo, también se cree que lo es de Eurasia del área de Indo-Malasia y la India (Holm *et al.*, 1977).

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropside

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Chloridoideae

Tribu: Chlorideae

Genero: *Cynodon*

Especie: *C. dactylon* (L.) Pers

Descripción botánica. Es una gramínea perenne estolonífera y rizomatosa de clima templado. Posee tallos de 10 a 50 cm de altura, Hojas de 2 a 10 cm de largo por 2 a 4 mm de ancho. Inflorescencia con espigas dispuestas en forma digitada, cada una de 1.8 a 5.5 cm de largo, generalmente purpúreas o rojizas, espiguillas dispuestas alternadamente y sobrepuestas unas a otras. Fruto cariopsis (Holm *et al.*, 1977; Kittie, 1978; Skerman y Riveros, 1992).

Distribución. Se distribuye en forma bastante equitativa entre más de 80 países de los cinco continentes (Ott, 1986). Especie cosmopolita se encuentra en Hawaii, Jamaica, Perú, Puerto Rico, Trinidad, U.S.A, Italia, Filipinas y Yugoslavia. A nivel nacional es un problema muy frecuente y abundante en la región del valle de México. Altitud de 2200 a 2800 msnm. Se encuentra en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, San Luís Potosí, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Durango, Hidalgo, Jalisco, Guanajuato, México, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Chiapas.

Temperatura óptima para el crecimiento. En climas templados esta gramínea comienza su crecimiento activo a inicios de la primavera. La formación de estolones sólo se da a temperaturas superiores de 15 a 20° C, y su óptimo se encuentra entre 23 y 35° C. el desarrollo vegetativo continúa durante el verano;

floreciendo predominantemente a fines de verano y principios de otoño (Horowitz, 1972).

El crecimiento de *C. dactylon* prácticamente cesa a temperaturas inferiores a 18° C. la temperatura optima para su crecimiento varía de los 25 a 38° C (Ott, 1986).

Necesidad de precipitación. Requiere entre 625 y 1 750 mm de precipitaciones anuales.

Requerimientos de suelo. Sánchez y Urango (1993) indican que esta maleza se le encuentra en todo tipo de suelos y en lugares iluminados. Por otra parte, Kittie (1978) afirma que esta especie no resiste temperaturas bajas, tampoco lugares sombreados, ni cultivos frecuentes, esta especie se adapta fácilmente a condiciones adversas, pero es poco tolerante a heladas.

Ventajas. Se adapta a muchos suelos y climas, estabiliza el suelo contra la erosión, soporta el pisoteo intensivo.

Desventajas. Puede convertirse en maleza en los cultivos y no aumenta mucho de tamaño a menos que se fertilice bien.

2.5.3 *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze

Nombre común. Pasto San Agustín

Origen. Originario de América del Norte, las Indias occidentales y Australia.

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Genero: *Stenotaphrum*

Especie: *S. secundatum* (Walt.) Kuntze

Descripción botánica. Planta perenne resistente que se propaga por medio de rizomas y estolones; los tallos alcanzan de 6 a 40 cm o más de altura; de los numerosos nudos surgen muchas ramas rastreras que producen tallos florales o manojos de hojas en forma de aletas; hojas casi siempre glabras excepto cerca de la lígula; presenta de dos a cuatro espiguillas colocadas de forma alterna a cada lado de un eje central ondulado; espiguillas de 4.5 a 5 mm de largo, sésiles, agudas, sin aristas, glabras, color verde claro.

Distribución. Actualmente está distribuida como césped de jardín.

Requerimientos de suelo. Crece en una gran variedad de suelos, desde suelos ricos en cal hasta suelos arenosos.

Necesidades de fertilización. Se debe fertilizar bien, especialmente con nitrógeno.

Ventajas. Capacidad de formar césped denso. Adaptación para prados de jardín. Capacidad de desarrollarse en una gran cantidad de suelos.

Desventajas. Carácter basto, baja productividad y carencia de semillas.

2.5.4. *Festuca arundinacea* Schreb

Nombre común. zacate fescua, zacate alta fescua

Origen. Europa y naturalizada en zonas templadas y frías de Norteamérica.

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropside

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Poeae

Genero: *Festuca*

Especie: *F. arundinacea* Schreb.

Descripción botánica. Gramínea perenne de clima frío, estolones débiles. Tallos de 150 cm de alto por 5 mm de grosor, erectos, amacollados, glabros y no ramificados; nudos oscuros glabros. Hojas de 10 a 60 cm de largo por 3 a 12 mm de ancho, glabras, ásperas, planas, la superficie superior y los márgenes escabrosos. Panícula de 10 a 30 cm de largo; espiguillas de 10 a 18 mm de largo. Flores en racimo de 4 a 7 con un pelo rígido en la punta. Se reproduce por estolones y semilla (Gillet, 1984; Klappi, 1987).

Distribución. Habita entre los 1 800 y 2 800 m de altitud. Se encuentra distribuida en la mayor parte de Europa, además de Estados Unidos de Norteamérica, México y Costa Rica.

Requerimientos de suelo. Prefiere terrenos con humedad, suelos ricos, de ordinarios duros, compactos, pero también en suelos pantanosos, en las proximidades del agua o en las zonas inundadas.

Ventajas. Estabilizadora del suelo de los taludes húmedos de las orillas, provee buen césped, soporta pisoteo, ayuda a la conservación del suelo debido a su sistema radical extenso y penetrante.

Desventajas. En verano este césped entra en latencia.

2.5.5 *Festuca rubra* L.

Nombre común. Festuca roja, cañuela roja

Origen. Europa

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Poeae

Genero: *Festuca*

Especie: *F. rubra* L.

Descripción botánica. Tallos de 40 a 100 cm de alto, rizomatosos, delgados, débiles, huecos. Hojas de 1.5 a 2.2 mm de ancho, angosta y glabras. Panícula 15 a 30 cm de largo con ramas cortas y gruesas; espiguillas de 4 a 7 con 8 a 12 mm de largo con frecuencia rojizas o violáceas (Gillet, 1984; Klappi, 1987).

Distribución. Se distribuye ampliamente en las regiones más frías del hemisferio Norte y al Sur, hasta las regiones montañosas de México.

Requerimientos de suelo. Se extiende por todos los tipos de suelo; no es exigente en cuanto a reacción del suelo y suministro de nutrientes. Prefiere los suelos provistos de humus laxo, ni muy secos ni de humedad excesiva.

Usos. Formación de céspedes.

Ventajas. Útil en resiembras con la finalidad de conservación de suelos.

2.5.6 *Lolium perenne* L.

Nombre común. Vallico, Raigrás, Raigrás ingles.

Origen. Esta gramínea tiene su origen en Europa.

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Subdivisión: Pteropside

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Poeae

Genero: *Lolium*

Especie: *L. perenne* L.

Descripción botánica. Gramíneas perenne considerado pasto de clima frío. Tallos erectos, cortos, finos y lisos de 30 a 60 cm de alto, ramificados en la base. Hojas lisas, ligeramente verde oscuro, y generalmente brillante en la parte inferior, casi siempre de 5 a 15 cm de largo por menos de 4 mm de ancho, las basales más largas. La inflorescencia es una espiga erecta o casi erecta de 10 a 20 cm de largo con un eje de aproximadamente 1 mm de ancho, glabra excepto en los bordes que son escabrosos; espiguillas de 8 a 13 mm de largo. Las raíces son muy superficiales que se concentran sobre todo en los 5 a 10 primeros centímetros y no exploran el suelo muy profundamente. Presenta reproducción por semillas y estolones (Gillet, 1984; Klappi, 1987; Ackerman *et al*, 1991).

Distribución. Se encuentra distribuido en zonas templadas, áridas y semiáridas. De 1 500 a 3 000 m de altitud.

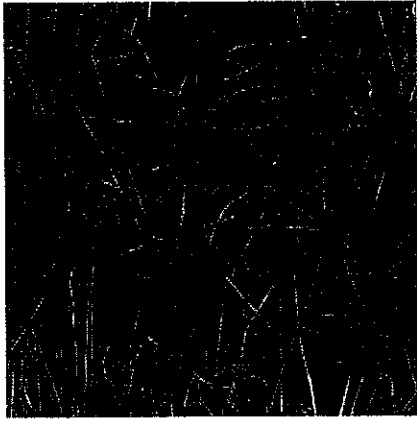
Temperatura óptima para el crecimiento. Esta variedad está adaptada a temperaturas frescas; su óptimo está en los alrededores de 18-20 °C solamente. Pero es sensible al frío y sobre todo a la sequía, que puede perjudicar a su rebrote posterior. Soporta bastante bien el exceso de humedad (Gillet, 1984).

Requerimientos de suelo. Tolerante a un amplio rango de suelos. Lo podemos encontrar sobre suelo ricos, desde compactos a los pesados, solo superficialmente compactados, activos. Prefiere suelos con textura media, pH neutro o poco ácidos, con buen drenaje (Gillet, 1984; Klapp, 1987; SARH, 2002)

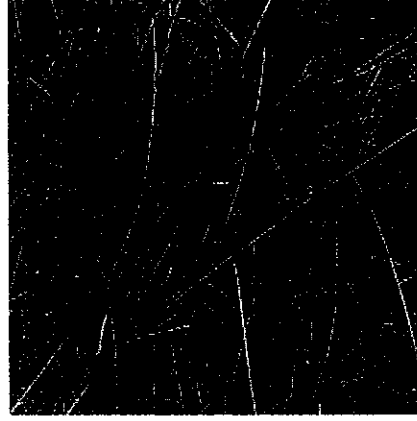
Usos. Es utilizado en campos de pastoreo permanentes sobre suelos compactos, también es utilizado como prados, céspedes de jardines, campos deportivos.

Ventajas. Forman céspedes cerrados, presenta un letargo invernal corto, resiste el pisoteo.

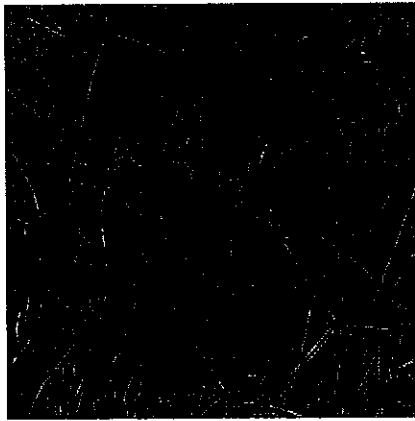
Desventajas. Esta es una variedad sensible a las heladas, no crece a causa de la poda frecuente en los jardines y los campos deportivos.



Lolium perenne



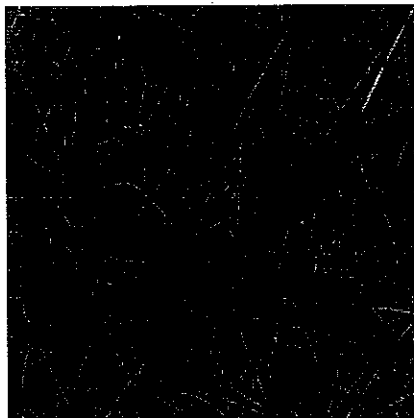
Festuca arundinacea



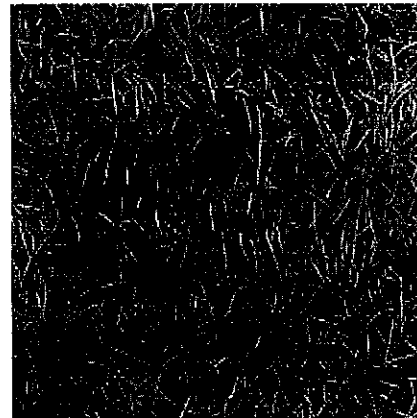
Festuca rubra



Stenotaphrum secundatum



Híbrido de *Cynodon*



Cynodon dactylon

2.6 Principales malezas de los céspedes

2.6.1 Diente de león *Taraxacum officinale* F. A. C. Weber

Familia. Asteraceae=Compositae

Origen. Es una maleza originaria de Europa y naturalizada en las zonas templadas del golfo. Se encuentra en altitudes de 2250 a 3250 msnm.

Descripción botánica. Maleza perenne con raíz pivotante profunda. Hojas basales en roseta de 4 a 35 cm de largo y 1.5 a 8 cm de ancho. Flores simples amarillas al final de cada escapo el cual es liso y hueco de 5 a 40 cm de largo, este generalmente rojizo y cubierto por indumento pubescente. Fruto es un aquenio largo de color grisáceo o café brillante, con 5 u 8 costillas en cada lado y dientes que cubren la parte media superior; al final del aquenio tiene una prolongación o pico de 2 ó 4 veces más largo que el cuerpo, que contiene un penacho de pelos finos, blancos y sedosos. Hojas y tallos exudan una sustancia lechosa cuando se cortan o son dañadas. Se reproduce por semilla y puede formar nuevas plantas con fragmentos de raíz (Turgeon *et al.*, 1994; SARH, 1992; Espinosa y Sarukhán, 1997; Leslie, 1994).

Distribución. Planta común y abundante sobre todo en alfalfares de 3 o más años. Se encuentra distribuida en los Estados Unidos de Norteamérica, Alaska y Hawai, en el Oeste de la India, Centro y Sudamérica, África, Europa y Asia. En México, se encuentra en Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Zacatecas, San Luís Potosí, Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, Estado de México, Veracruz, Morelos, Puebla, Oaxaca y Chiapas (Turgeon *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997; Leslie, 1994).

2.6.2 Alfalfilla *Medicago lupulina* L.

Familia. Fabaceae=Leguminosae

Descripción botánica. Maleza anual de color verde oscuro, raíz pivotante, hábito de crecimiento postrado de 10 a 50 cm de longitud. Tallos angulosos con abundante pubescencia color blanco. Hojas alternadas compuestas de tres foliolos en tallos cuadrados. Produce racimos de flores amarillas (10 a 50) en las hojas axilares. Fruto es una vaina ovoide o enrollada de 2.5 de longitud, ligeramente curvada, casi negra cuando madura. Se reproduce por semilla (Leslie, 1994; Turgeon *et al.*, 1994; Fermanian *et al.*, 1997).

Distribución. Se encuentra distribuida a altitudes de 2240 a 2900 msnm en los Estados Unidos de Norteamérica y Hawai, Canadá, Oeste de la India, Centro y Sudamérica, Europa, Asia y Australia. En México, está distribuida en los estados de Baja California, Nuevo León, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Morelos, Oaxaca y Chiapas (Turgeón *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997; Fermanian *et al.*, 1997; Leslie, 1994).

2.6.3 Carretilla *Medicago polymorpha* L. var. *vulgaris* (Benth.) Shinnars

Familia. Fabaceae=Leguminosae

Origen. Es una maleza nativa de Europa y Asia. Esta introducida en todas las regiones con climas calidos en el mundo (Turgeon *et al.*, 1994).

Descripción botánica. Maleza anual tendida de 10 a 80 cm de longitud, muy ramificada. Tallos angulosos, glabros o escasamente pilosos. Hojas compuestas trifoliadas, alternas de 0.5 a 1.0 cm de longitud, borde denticulado

o aserrado. Inflorescencia es racimos axilares solitarios con 2 a 5 flores de 4 a 5 mm de largo, corola amarilla. Fruto es vaina discoide enroscada con 3 a 5 espinas de 4 a 8 mm de diámetro, glabra, con espinas ganchudas y divergentes, de color amarillento. Reproducción por semilla (Turgeón *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997; Fermanian *et al.*, 1997; Leslie, 1994).

Distribución. Se encuentra en los campos boscosos, y a lo largo de los bordes de carreteras. Esta distribuida del sur de Virginia a Florida, en el Oeste de Texas, Arizona y Missouri y de California a Washington.

2.6.4 Trébol *Trifolium repens* L.

Familia. Fabaceae=Leguminosae

Origen. Especie adventicia originaria de Europa y Asia.

Descripción botánica. Maleza perenne estolonífera muy ramificada de crecimiento bajo. Hojas alternas, compuestas trifoliadas, pecioladas, foliolos con los márgenes dentados, elípticos de 0.7 a 3 cm de largo y 0.6 a 1.5 cm de ancho. Tallos lisos o con escasa pubescencia. Inflorescencia umbelada de 2 a 3.3 cm de diámetro. Flores rosada o rosado-blانquecina de 5 a 7 mm de largo. Fruto es legumbre linear-oblonga de 4 a 7 mm de largo, con 3 o 4 semillas. Reproducción por semilla (Turgeón *et al.*, 1994; Fermanian *et al.*, 1997; Leslie, 1994).

Distribución. Se localiza a altitudes de 2200 a 2300 msnm. Esta distribuida en USA, Hawai, Canadá, Oeste de la India, Centro y Sudamérica, Europa, Asia y Australia Distribuida en los Estados Unidos, en México se encuentra en los

estados de San Luís Potosí, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas (Turgeon *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997).

2.6.5 Agrito *Oxalis stricta* L. (*O. dillenii* Jacq.)

Familia. Oxalidaceae

Descripción botánica. Crece en posición vertical, herbácea, perenne con pubescencia en el tallo. Presenta hojas alternadas divididas en tres. Flores amarillo fuerte con cinco pétalos, tallos doblados bajo el fruto y sujetos a un punto en común. El fruto es una capsula angosta como la ocra (Turgeón *et al.*, 1994; Fermanian *et al.*, 1997).

Distribución. Se encuentra distribuida en el Este y Centro de los Estados Unidos de Norteamérica. También se encuentra en Canadá, Europa, África, Asia, Japón y Nueva Zelanda (Turgeon *et al.*, 1994).

2.6.6 Llantén *Plantago lanceolata* L.

Familia. Plantaginaceae

Descripción botánica. Maleza perenne, raíz pivotante. Tallo ausente. Hojas arrosetadas, estas son angostamente elípticas o en forma de lanza, pecíolos de 2 a 10 cm de largo, base ensanchada. Inflorescencia es una espiga densa, bracteada, cilíndrica cuando madura de 1.5 a 8 cm de largo y 0.6 a 1.0 cm de ancho, sobre escapos estriados con pubescencia en la parte terminal, afilado, de 13 a 75 cm de largo. Flores blancas o bronceadas. Fruto es cápsula

elipsoide de casi. 2 mm de alto, con una o dos semillas (Turgeón *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997; Fermanian *et al.*, 1997; Leslie, 1994).

Distribución. Es cosmopolita se encuentra distribuida en los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Oeste de la India, Centro y Sudamérica, Europa y Asia. En México, se encuentra registrada en Baja California Sur, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Querétaro, Durango, Hidalgo, México, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Morelos, Oaxaca, Tabasco y Chiapas (Turgeon *et al.*, 1994).

2.6.7 Hierba de la golondrina *Euphorbia stictospora* Engelm.

Familia. Euphorbiaceae

Descripción botánica. Maleza anual o perenne, rastrera de 5 a 30 cm de largo, con látex blanco manifiesto al romperse los tejidos. Tallos cilíndricos de color verdoso o rojizo. Hojas opuestas, con pecíolos de 0.5 a 1 mm de largo; lámina elíptica a oblonga de 4 a 10 mm de largo y de 2 a 6 mm de ancho con frecuencia rojizo, base asimétrica; haz generalmente verde y glabro o con escasa pubescencia, envés verde o rojizo densamente pubescente. Inflorescencia pequeña, en grupos acumulados en la punta de las ramas, con 3 a 5 flores masculinas. Flores desnudas, las masculinas rodeando a la femenina. Fruto es una cápsula glabra con una semilla por lóbulo (Turgeón *et al.*, 1994; Fermanian *et al.*, 1997).

Distribución. Altitud de 2250 a 2700 msnm. Se encuentra en USA, en México se localiza en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco,

Zacatecas, Aguascalientes, Veracruz, Guanajuato, Querétaro, México y Oaxaca.

2.6.8 Oreja de ratón *Dichondra carolinensis*

Familia. Convolvulaceae

Descripción botánica. Maleza perenne, rastrera, con tallos de 15 a 50 cm de longitud. Hojas alternadas con escasa pubescencia y pecíolos de 1.2 a 6.5 cm de largo, lámina reniforme a casi redondeada de 0.8 a 2.0 cm de largo y 0.7 a 1.8 cm de ancho, bicolora con indumento seríceo esparcido en el haz y denso en el envés, lo que le da un color plateado, nervadura palmeada. Flores solitarias, pequeñas con 5 pétalos blancos o blanquecinos-verdosos. Fruto capsular, cubierto por indumento seríceo, se separa en dos cuando maduro. Reproducción por semilla (Turgeon *et al.*, 1994; Espinosa y Sarukhán, 1997; Holm *et al.*, 1977).

Distribución. Altitud de 2400 a 2600 msnm. Abundante en las orillas de cultivos, en ocasiones cubre áreas grandes en alfalfares. Se encuentra distribuida desde el estado de Virginia al de Texas, en el Oeste de la India, Centro y Sudamérica, África, Asia, Australia y Hawai. En México está en Nuevo León, Hidalgo, Chiapas, y Veracruz

2.6.9 Coquillo *Cyperus esculentus* L.

Familia. Cyperaceae

Origen. Esta especie es originaria del viejo continente.

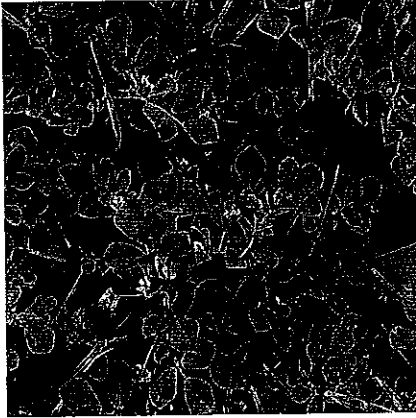
Importancia económica. Presenta características alelopáticas, sobre todo en los tubérculos y con mayor efecto en plántulas de soya y maíz, es hospedera alternante de plagas, virus y nemátodos.

A nivel mundial, en interacción con *C. rotundus* provoca una reducción en el rendimiento que oscila entre el 0 y 87%, dependiendo del tipo de cultivo. En México se ubica a ésta especie como uno de los problemas más serios.

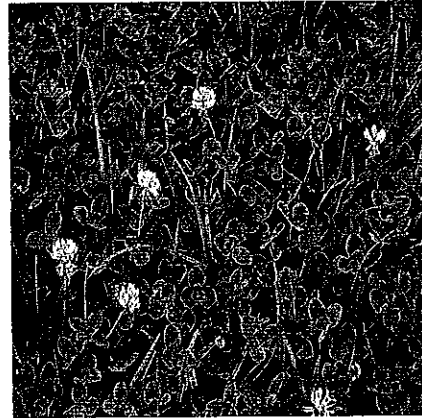
Descripción botánica. Maleza perenne de verano y otoño, erecta de 20 a 90 cm de alto. Cuenta con raíces fibrosas que presentan rizomas corto-estrecho y pequeños tubérculos terminales ovoides. Hojas arqueadas restringidas a la base del tallo y tan largas como éste con nervadura media prominente de color verde brillante. Inflorescencia en forma de umbela, aunque con pedúnculos de largo desigual, subtendida por 3 a 9 hojas, con al menos una de ellas más larga que la inflorescencia; las espigas de 1 a 3 cm de largo, en grupos de 8 a 16. Fruto es un pequeño aquenio triangular de color café claro (Turgeon *et al.*, 1994; SARH, 1992; Espinosa y Sarukhán, 1997; Ross y Lembi, 1999; Holm *et al.*, 1977).

Distribución. Su distribución ésta en función de las variaciones climáticas y factores edáficos, la temperatura (hasta -17° C) y la humedad son dos factores ambientales importantes, además del fotoperiodo y características del suelo. Se encuentra distribuida en Europa, Ecuador, Norte de Canadá, Alaska, en el Este

y Sureste de África, Asia, Medio Oriente, la Cuenca del Pacífico y en toda América. En México se encuentra en Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Michoacán, Querétaro, México, Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Yucatán (Turgeon *et al.*, 1994; SARH, 1992; Espinosa y Sarukhán. 1997).



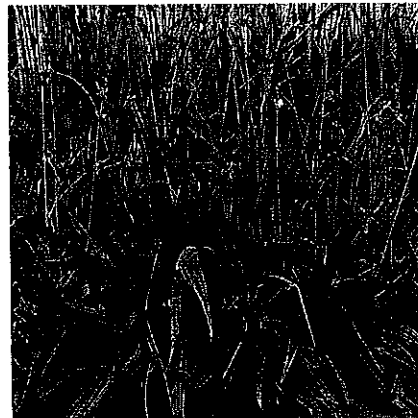
Medicago denticulata



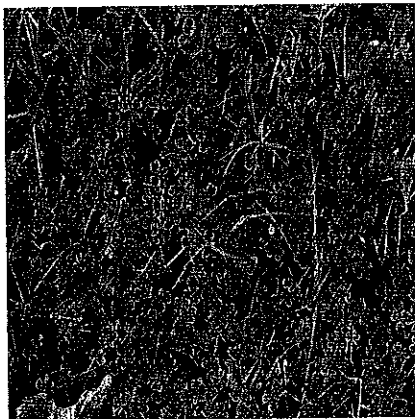
Trifolium repens



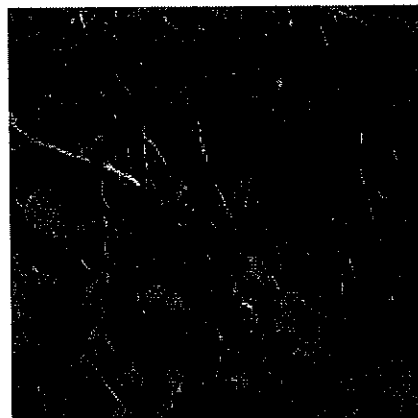
Taraxacum officinale



Plantago lanceolata



Oxalis stricta



Dichondra carolinensis

2.7 Descripción de herbicidas evaluados

2.7.1 Herbicidas hormonales

Son usados ampliamente para el control de malezas de hoja ancha en un gran número de especies gramíneas. También han sido usados para controlar malezas en bosques, sitios no cultivados y cuerpos de agua (malezas acuáticas). Los herbicidas hormonales se aplican principalmente al follaje y se traslocan en mayor grado simplásticamente, aunque lo pueden hacer también vía apoplástica. Los tejidos más severamente dañados son aquellos en donde existen una mayor actividad meristemática; la muerte de las plantas se observa desde una hasta varias semanas después de la aplicación (Duke, 2000; Montgomery, 1997; Mársico, 1980).

Mecanismo de acción. El herbicida se acopla a la membrana celular, produciendo relajación de la misma. A continuación se libera un factor (citocromo) que se traslada al núcleo donde activa a la enzima de la transcripción (ARN polimerasa). Al aumentar en forma desmedida la producción de ARN, se incrementa la división celular. Los meristemos se desarrollan en forma desordenada. Bajas concentraciones estimulan a la ARN polimerasa, resultando en el subsiguiente incremento de ARN, ADN y biosíntesis de proteína. Incremento anormal en este proceso presumiblemente lleva a un descontrol en la división de células y crecimiento, el cual resulta en destrucción del tejido vascular. En contraste, altas concentraciones de herbicidas tipo auxinas inhibe la división celular y el crecimiento, usualmente en regiones

Sintomatología. Los síntomas causados incluye epinastias y torceduras de tallos, hojas y pecíolos, tallos abultados (particularmente en los nudos) y elongación, hojas con hinchamientos y rizados. La forma de la hoja y la venación con apariencia anormal, esto es seguido de clorosis en los puntos de crecimiento, inhibición del crecimiento, marchitamiento y necrosis. A bajas concentraciones, en hojas jóvenes pueden aparecer arrugamientos y las puntas de nuevas hojas pueden desarrollarse como extensiones angostas (Radosevich *et al.*, 1996; Dodge, 1989).

Nombre químico. 4-amino-3,5,6-trichloro-2-ácido pyridinecarboxílico

Formula molecular. Ácido $C_6H_3Cl_3N_2O_2$; Isoocyl ester (lo ester) $C_{14}H_{19}Cl_3N_2O_2$; sal K $C_6H_2Cl_3KN_2O_2$; sal triisopropanolamina (Tipa) $C_{15}H_{24}Cl_3N_3O_5$.

NC1=CC=C(Cl)C(=C1C(=O)O)Cl
CCCCCOC(=O)C1=CC=C(Cl)C(=C1N)Cl
NC1=CC=C(Cl)C(=C1C(=O)[O-])Cl
CC(O)CNC(CO)C(O)C1=CC=C(Cl)C(=C1N)Cl

35

rápida y en mayores cantidades que otras formulaciones. El movimiento del picloram es a través del plasmalemma puede afectar ambos en activar proteínas mediante procesos y difusión pasiva. Picloram es transportado rápidamente en tejidos primarios de la planta vía simplástica (incluyendo el floema), eventualmente se acumula en los puntos de crecimiento. Picloram también se trasloca significativamente en el apoplasto (Vencill, 2002; Hance y Holly, 1990).

Uso del herbicida. Picloram puede aplicarse foliarmente a 0.14-1.12 Kg i.a ha⁻¹ en plantaciones forestales, no aplicar en áreas cultivadas; postemergencia a 0.07-0.56 Kg i.a ha⁻¹ en pastizales y grandes áreas; postemergencia a 0.14-0.56 Kg i.a ha⁻¹ en terrenos en programas de conservación de reservas; postemergencia a 18-27 g i.a ha⁻¹ en trigo, cebada y avena; postemergencia a 0.14-0.28 Kg i.a ha⁻¹ en barbecho; Picloram controla eficientemente malezas de hoja ancha anual a bajas dosis y malezas de hoja ancha perenne, vid y árboles a altas dosis. Las gramíneas no son controladas. Los usos que se le dan a este producto son en el control selectivo en postemergencia de malezas de hoja ancha en maíz, sorgo, trigo, caña de azúcar, potreros y áreas no cultivadas (Vencill, 2002).

Persistencia: El periodo promedio en el campo es de 90 días, con un rango de 20-300 días. Picloram es disipado más rápido en la presencia de raíces de plantas, en suelo con alto contenido de materia orgánica y a bajas concentraciones de picloram.

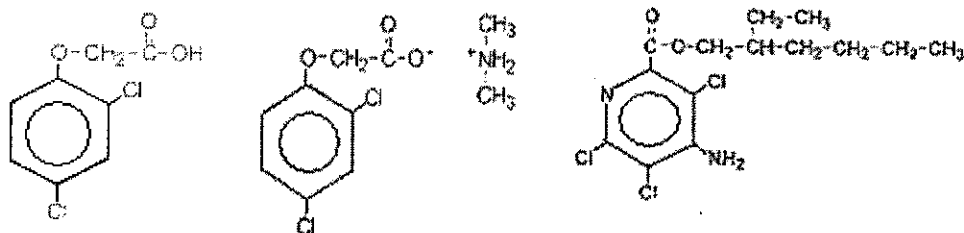
2.7.2 2, 4-D ester isobutilico (Hierbester®)

Nombre químico. (2,4-diclorofenoxy) ácido acetico

Familia química. phenoxy, ácido phenoxialcanoico o ácido phenoxiacetico

Formula molecular. ácido $C_8H_6Cl_2O_3$; butoxyethyl ester (be ester) $C_{14}H_{18}Cl_2O_4$,
sal dimethylamina (dma) $C_{10}H_{13}Cl_2NO_3$; isooctyl ester $C_{16}H_{22}Cl_2O_3$

Estructura químicas



Absorción y translocación. Las raíces de las plantas absorben vía polar, las formas sales de 2,4-D más rápidamente que los esteres, mientras que las formas esteres penetran más rápidamente por la vía no polar. Un periodo libre de lluvias de 4 horas usualmente es adecuado para tener un efectivo control de malezas. Las formas esteres tienden a resistir el lavado de las hojas y son rápidamente convertidos en la forma ácido, una vez que penetran al en el interior de la planta. El 2,4-D es transportado principalmente vía simplastica (incluido el floema) y acumulado principalmente en los puntos de crecimiento de los brotes y raíces. Después de que las raíces absorben el 2,4-D este es translocado siguiendo la vía transpiratoria por la vía apoplastica. La traslocación generalmente es lenta en pastos y otras especies tolerantes (Radosevich *etal.*, 1996; Montgomery, 1997).

Uso del herbicida. 2,4-D es aplicado foliarmente y puede ser usado en postemergencia a 0.56-2.24 Kg i.a ha⁻¹ en césped; postemergencia a 0.28-0.56 kg i.a ha⁻¹ en trigo, cebada, avena, arroz, sorgo y maíz dulce; 2,4-D controla muchas malezas de hoja ancha, con poca o nula actividad contra gramíneas.

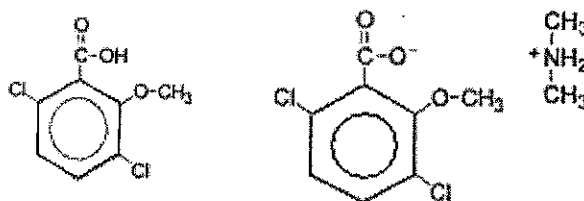
2.7.1.3 Dicamba + 2, 4-D amina (Banvel 12-24®)

Nombre químico. 3,6-dicloro-2-ácido metobenzoico

Familia química. Ácido benzoico

Formula molecular. ácido C₈H₆Cl₂O₃; sal diglycolamina C₁₂H₁₇Cl₂NaO₃; sal dimetilamina (Dma) C₁₀H₁₃Cl₂NO₃; sal Na C₈H₅Cl₂NaO₃

Estructura químicas



Absorción y traslocación. Dicamba penetra rápidamente a la planta por hojas, raíces, y tallos, pero aparentemente no es el ácido fenoxiacético como en 2,4-D. Dicamba es transportado por ambas vías simplástica (incluyendo floema) y apoplastica (incluyendo xilema) acumulándose en los puntos de crecimiento. Generalmente la traslocación es lenta en pastos y otras especies tolerantes (Montomery, 1997; Smith, 1995).

Uso del herbicida. Controla malezas de hoja ancha anuales, bianuales y perennes. Es usado particularmente para el control de especies que no son

controladas efectivamente con 2, 4-D y con atrazinas para incrementar su espectro en el primer caso, y espectro y residualidad en el segundo. Aplicado fuera de época puede causar daños a los cultivos. Su uso principal es en los cultivos de maíz, sorgo trigo, cebada, caña de azúcar y potreros (Vencill, 2002).

2.7.2 Herbicidas Sulfonilureas

Las sulfonilureas representan un nuevo grupo de herbicidas desarrollados recientemente, tienen actividad biológica a dosis extremadamente bajas. Por esta razón se les ha dado el nombre herbicidas de la tercera generación.

Mecanismo de acción de las sulfonilureas

Inhiben la acetolactato sintetasa (ALS), también llamada acetohidroxyacida sintetasa (AHAS), una enzima clave en la biosíntesis de los aminoácidos ramificados isoleucina, leucina y valina. Las plantas mueren como resultado de eventos ocurridos en respuesta a la inhibición de la ALS. Algunos efectos secundarios pueden incluir disrupción de la traslocación de fotosintatos, desequilibrio hormonal debido a la interrupción nacimiento/sumergimiento, e interferencia en síntesis de ADN y crecimiento celular (Pitty, 1997; Smith, 1995)

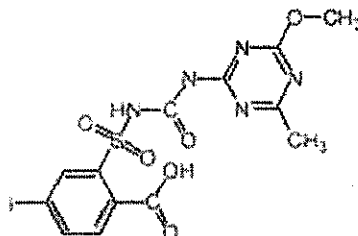
2.7.2.1 Iodosulfuron

Nombre químico. 4-yodo-2-[[[(4-methoxy-6-metil-1,3,5-triazin-2-yl)amino]carbonyl] amino]sulfonyl]ácido benzoico

Familia química. Sulfonilureas

Formula molecular: C₁₃H₁₂IN₅O₆S

Estructura químicas



Sintomatología. Se presenta clorosis en los tejidos meristematicos seguidos por necrosis y muerte de la planta. Su actividad se manifiesta por la decoloración de las hojas y muerte de las malezas en un periodo de seis semanas siguientes a la aplicación (Vencill, 2002; Smith, 1995).

Absorción y traslocación. Iodosulfuron es absorbido por raíces y follaje. La traslocación ocurre en el floema.

Uso del herbicida. Iodosulfuron bajo condiciones ambientales se aplica en postemergencia para el control de hojas anchas en cereales usando 10 g i.a ha⁻¹. Es efectivo contra gramíneas anuales como *Lolium*, *Poa*, *Avena* sp. Y algunas dicotiledóneas anuales como *Raphanus* sp., *Polygonum aviculare*. Este herbicida es de uso autorizado para trigo y cebada contra malezas de hoja ancha.

2.7.2.2 Foramsulfuron

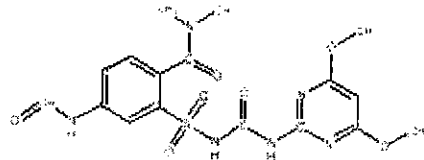
Nombre químico. 2-[[[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonyl]amino]sulfonyl]-4-(formylamino)-N,N-dimethylbenzamide

Nombre común. Foramsulfuron (ISO)

Familia química. sulfonilurea

Formula molecular. $C_{17}H_{20}N_6O_7S$

Estructura químicas



Sintomatología: El crecimiento de las plantas susceptibles es inhibido pocas horas después de la aplicación, pero los síntomas provocados por este herbicida usualmente aparecen después de 1-2 semanas o más. Las áreas meristematicas se tornan cloróticas, seguidas de clorosis foliar general y necrosis.

Las malezas detienen su crecimiento luego de la aplicación, presentando clorosis en los tejidos a las 72 horas después de la aplicación y coloración rojiza entre los 4 y 10 días, estos tejidos terminan necrosandose llevando a la muerte de la maleza entre los 15 y 20 días después de la aplicación (Smith, 1995; Vencill, 2002).

Absorción y traslocación. El movimiento de ambos es en el xilema y floema.

Uso del herbicida. Foramsulfuron es un herbicida graminicida postemergente recomendado para maíz que tiene control de algunas pequeñas semillas de hojas anchas. En mezcla foramsulfuron mas iodosulfuron provee un amplio espectro de control de pastos y hojas anchas, además presenta, buen control de algunas malezas perennes.

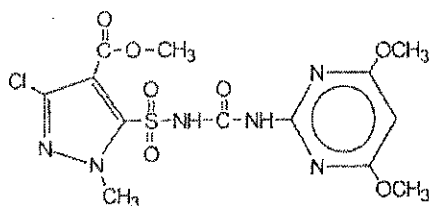
2.7.2.3 Halosulfuron–metil (Sempra®)

Nombre químico. methyl[[[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonylamino]sulfonyl]-3-chloro-1-methyl-1H-pyrazole-4-carboxylate

Familia química: Sulfunilurea

Formula molecular. C₁₃H₁₅ClN₆O₇S

Estructura químicas



Sintomatología. Rápida inhibición del crecimiento cuando la aplicación es postemergente. La clorosis ocurre entre 3-7 días después de la aplicación, apareciendo rápido bajo buenas condiciones de crecimiento. La muerte de los puntos de crecimiento ocurre entre 7-14 días, para que se muera completamente la planta se requiere de 14 a 21 días. La aplicación preemergente no inhibe la germinación de semillas. Los puntos de crecimiento de los brotes llegan a ser cloróticos y necróticos después de la emergencia de la plántula (Smith, 1995; Hance & Holly, 1990).

Absorción y traslocación. Es absorbido por las raíces cuando en pH hidropónicos la absorción se da de rápido a lento. Aproximadamente 10-11% del halosulfuron suministrado a raíces de maíz es absorbido a pH 4 en 24 horas, mientras 5-7% es absorbido a pH 7 (Vencill, 2002).

Uso del herbicida. Halosulfuron es un herbicida que se aplica sobre la superficie del suelo antes de el transplante o en forma preemergente al cultivo a 73-84 g i.a ha⁻¹, en postemergencia en maíz y sorgo a 36 g i.a ha⁻¹, postemergencia en condiciones calidas y frias en césped a 35-70 g i.a ha⁻¹ y postemergencia en caña de azúcar a 18-140 g i.a ha⁻¹. Controla malezas como coquillo y especies de hoja ancha en los cultivos de maíz, sorgo, arroz y caña de azúcar.

2.7.3 Herbicidas Benzonitrilos

Los nitrilos son componentes que contienen un grupo $-C=N$. Los que se emplean como herbicidas son benzonitrilos con sustitución de OH⁻, Cl⁻ y/o Br⁻ en el anillo del benceno. Solo tienen un herbicida comercial.

Mecanismo de acción de los benzonitrilos

Inhibe la fotosíntesis, después de penetrar a los cloroplastos el herbicida se acopla al nicho que deja la Q_B cuando acepta los dos electrones de la Q^A. Cuando el herbicida está acoplado al nicho de la Q_B se detiene el flujo de electrones po el Fotosistema II, se bloquea la transferencia de energía de la excitación de la clorofila al centro de reacción del Fotosistema II(P₆₈₀) y se detiene la reacción de Hill. La clorofila sigue absorbiendo la energía del sol, pero al no poder transferir esa energía queda excitada y reacciona con oxígeno molecular (O₂), lo que forma oxígeno singulete. Este último y la clorofila excitada inician la destrucción de los lípidos de las membranas celulares (Pitty, 1997; Smith, 1995; Radosevich *et al.*, 1996; Dodge, 1989).

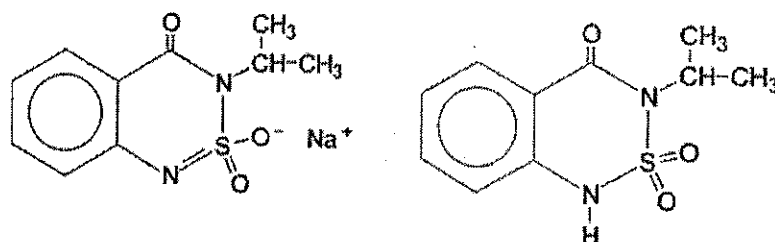
2.7.3.1 Bentazona (Basagran®)

Nombre químico. 3-(1-methylethyl)-(1H)-2, 1, 3-benzothiadizin-4(3H)-one 2,2-dioxine

Familia química. Benzonitrilos.

Formula molecular. Ácido $C_{10}H_{12}N_2O_3S$; sal Na $C_{10}H_{11}N_2NaO_3S$

Estructura químicas



Sintomatología. Los síntomas inician con una clorosis que se manifiesta entre 3 a 5 días después de la aplicación seguida por una desecación foliar y/o necrosis, el bronceado foliar ocurre en cultivos tolerantes como es el caso de la soya (Cobb, 1992; Dodge, 1989).

Absorción y traslocación. Es un herbicida que se absorbe por la hoja inmediatamente después de la aplicación y se da una traslocación mínima basipetala. Se requieren días soleados y cuatro horas libres de lluvia después de la aplicación para obtener la eficiencia máxima del producto (Vencill, 2002).

Uso del herbicida. Controla maleza anual de hoja ancha en cultivos de leguminosas y gramíneas. La presencia de lluvia en un periodo menor de ocho horas después de la aplicación reduce su efectividad. Se recomienda en los cultivos de soya, cacahuate, frijol, chicharo, arroz y maíz. Se puede mezclar con

herbicidas graminicidas (fluazifop-butil, setoxidim, etc) para ampliar su espectro de acción.

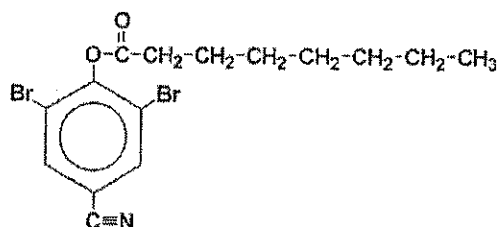
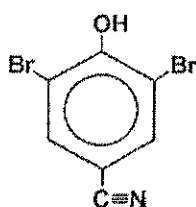
2.7.3.2 Bromoxynil (Brominal®)

Nombre químico. 3,5-dibromo-4-hydroxybenzonitrilo

Familia química. Benzonitrilo o nitrilo

Formula molecular. ácido $C_7H_3Br_2NO$; octanoato ester $C_{15}H_{17}Br_2NO_2$

Estructura químicas



Sintomatología: Usualmente comienza con clorosis entre 1-2 días y necrosis foliar completa entre 3-6 días después de la aplicación (Radosevich *et al.*, 1996).

Absorción y traslocación. Rápidamente absorbida dentro de las hojas después de la aplicación postemergente con poco o nulo movimiento basipetalo (Dodge, 1989).

Uso del herbicida. Bromoxinil puede ser aplicado en postemergencia a 0.21-0.56 Kg i.a ha⁻¹ en sorgo, cebada, arroz y triticale; postemergencia a 0.28-0.56 Kg i.a ha⁻¹ en alfalfa y pastos; postemergencia a 0.28-0.42 Kg i.a ha⁻¹ en cultivos de maíz, sorgo, pimiento y cebollas; postemergencia a 0.42 Kg i.a ha⁻¹ en ajo y en césped.

2.7.4. Herbicidas difenileter

Mecanismo de acción de los difenileter

Estos herbicidas inhiben la protoporfirinógeno IX oxidasa, una enzima que convierte protoporfirinógeno IX a protoporfirina IX. La inhibición causa la acumulación del protoporfirinógeno, al acumularse sale del cloroplasto, que es el sitio de acción de la enzima, y pasa al citoplasma. Al estar fuera del cloroplasto donde están las enzimas que participan en la formación de clorofila a, el protoporfirinógeno IX se convierte a protoporfirina IX por medios que no necesitan enzimas. Pero la protoporfirina IX que se forma de esta manera queda libre en el citoplasma y no puede formar clorofila a. Esto provoca que se dañen las membranas lo que conduce a una pérdida de la semipermeabilidad de las membranas, derrame del contenido celular y la muerte de la célula (Dodge, 1989; Smith, 1995).

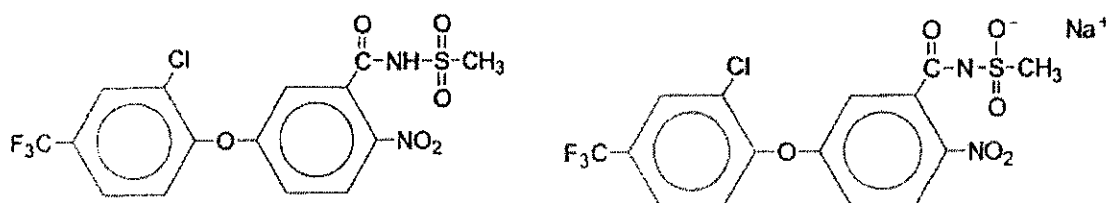
2.7.4.1 Fomesafen (Flex®)

Nombre químico. 5-[2-cloro-4-(trifluorometil)fenoxi]-N-(metilsulfunil)-2-nitrobenzamida

Familia química. difenileter (diphenylether)

Formula molecular. Ácido $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_6S$; sal Na $C_{15}H_9ClF_3N_2NaO_6S$

Estructura químicas.



Sintomatología. Las hojas de plantas susceptibles se vuelven cloróticas, necrosan y se secan entre 1-3 días. Las hojas jóvenes de cultivos tolerantes como la soya también pueden mostrar clorosis y necrosis, especialmente a altas dosis. Dosis subletales pueden producir bronceado foliar, usualmente en hojas jóvenes (Vencill, 2002; Hance & Holly, 1990).

Absorción y traslocación. Rápidamente absorbido dentro de las hojas con mínima pérdida de actividad cuando se presente lluvia una hora después de la aplicación. Fomesafen es principalmente movido por el xilema. Este producto es absorbido a través del sistema radicular (Cobb, 1992).

Uso del herbicida. Fomesafen puede ser aplicado en postemergencia a 0.28 – 0.42 Kg ia ha⁻¹ en soya para el control de muchas malezas de hoja ancha anuales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en las áreas verdes e invernadero de Postgrado de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, ubicada geográficamente a los 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste, a 2250 msnm, con una temperatura anual de 15.2 °C y una precipitación media anual de 636.5 mm (García, 1988). Para cumplir con los objetivos planteados, la investigación se condujo en dos fases, las cuales consistieron de tres experimentos en campo y cuatro bioensayos en invernadero.

3.2 Experimentos en campo (áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo)

En la fase de campo se realizaron tres experimentos los cuales se establecieron en las áreas verdes del Campus de la Universidad Autónoma Chapingo. La especie de césped sobre la que se aplicaron los tratamientos fue el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex. chiov), que de acuerdo a Martínez (2002) se encuentra ampliamente distribuido en las zonas cálidas y templadas de México. En todos los casos los herbicidas fueron aplicados en

postemergencia tanto a la maleza como el césped y a cada tratamiento químico se les adicionó 0.2% v/v del surfactante Kineti[®] (polidimetilsiloxano).

3.2.1 Diseño experimental. Para cada uno de los experimentos en campo los tratamientos quedaron alojados en un diseño experimental completamente al azar.

3.2.2 Primer experimento en campo

Se evaluaron seis tratamientos químicos un testigo regional y un testigo enmalezado (Cuadro 1), con tres repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por 3m de largo x 2 m de ancho, haciendo una superficie total de 6 m². Los tratamientos químicos se aplicaron en forma total el 26 de agosto de 2003, para lo cual se utilizó una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una boquilla de abanico plano Teejet 8003 LP. El equipo fue calibrado previo a la aplicación obteniendo un gasto de 537 L ha⁻¹. El testigo regional consistió de podas mecánicas, práctica común en el manejo de las áreas verdes en el Campus de la Universidad Autónoma Chapingo.

3.2.3 Variables respuesta. Para realizar las evaluaciones de los tres experimentos se utilizó la escala porcentual visual de control de malezas (0-100%), en donde 0 significó nulo efecto sobre la maleza y el cultivo, y 100 (muerte total de la maleza). Las variables respuestas fueron: porcentaje de control de la maleza por especie y fitotoxicidad al césped.

Las evaluaciones se realizaron a los 8, 16 y 24 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2003.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P.F ² L ha ⁻¹
2,4-D ester isobutilico	0.6	1.5
2,4-D ester isobutilico	0.8	2.0
Picloram + 2,4-D amina	0.13 + 0.48	2.0
Picloram + 2,4-D amina	0.19 + 0.72	3.0
Dicamba + 2,4-D amina	0.24 + 0.48	2.0
Dicamba + 2,4-D amina	0.36 + 0.72	3.0
Testigo regional (podas)		
Testigo enmalezado		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

3.2.4 Segundo experimento en campo

Se evaluaron seis tratamientos químicos, un testigo siempre enmalezado y un testigo regional (podas) (Cuadro 2), con cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó constituida por 9 m² (3m de ancho x 3 m de largo). Los tratamientos químicos fueron aplicados en forma total el 13 de septiembre de 2003, en postemergencia a la maleza y al césped, para lo cual se utilizó una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una boquilla

de abanico plano Teejet 11003 VS. El equipo fue calibrado obteniendo un gasto de 458.3 L ha⁻¹.

El control de malezas y la fitotoxicidad se evaluaron a los 8,16, 24 y 32 días después de la aplicación de los tratamientos químicos (DDA).

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2003.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P. F ² L ha ⁻¹
2,4-D ester isobutilico	0.8	2.0
2,4-D ester isobutilico	0.10	2.5
2,4-D ester isobutilico	1.2	3.0
Picloram + 2,4-D amina	0.16 + 0.6	2.5
Picloram + 2,4-D amina	0.19 + 0.72	3.0
Picloram + 2,4-D amina	0.22 + 0.84	3.5
Testigo enmalezado		
Testigo regional (podas)		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

3.2.5 Tercer experimento en campo

Se evaluaron 12 tratamientos químicos y un testigo siempre enmalezado con cuatro repeticiones (Cuadro 2). La unidad experimental quedó constituida por 3.75 m² (1.5m de ancho x 2.5 m de largo). Los tratamientos químicos fueron aplicados en forma total el 09 de octubre de 2004, para lo cual se utilizó una

aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una boquilla de abanico plano Teejet 8003 LP. El equipo fue calibrado obteniendo un gasto de 450 L ha⁻¹. Las evaluaciones se realizaron a los 10,16 y 22 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA).

Cuadro 3. Tratamientos en el estudio de control químico de malezas de hoja ancha en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2004.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P. F ² L ha ⁻¹
Dicamba + 2,4-D amina	0.18 + 0.36	1.5
Dicamba + 2,4-D amina	0.24 + 0.48	2.0
Dicamba + 2,4-D amina	0.30 + 0.60	2.5
Picloram + 2,4-D amina	0.64 + 0.24	1.0
Picloram + 2,4-D amina	0.96 + 0.36	1.5
Picloram + 2,4-D amina	0.13 + 0.48	2.0
2,4-D ester isobutilico	0.4	1.0
2,4-D ester isobutilico	0.6	1.5
2,4-D ester isobutilico	0.8	2.0
Bromoxynil	0.36	1.5
Bromoxynil	0.48	2.0
Bromoxynil	0.60	2.5
Testigo enmalezado		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

3.2.6 Análisis estadístico. La información obtenida en cada una de las evaluaciones y en los tres experimentos se sometió a un análisis de varianza,

empleando el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System). Las medias estadísticas fueron agrupadas mediante la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$

3.3 Experimentos en invernadero

Durante la segunda fase se realizaron cuatro bioensayos bajo condiciones de invernadero, dos de los cuales fueron orientados a conocer la efectividad biológica de diferentes herbicidas comerciales, sobre las malezas coquillo (*Cyperus esculentus*) y oreja de ratón (*Dichondra carolinensis*) para esta especie se llevaron a cabo dos bioensayos, el cuarto consistió en conocer la susceptibilidad de gramíneas cultivadas (césped) a dos herbicidas sulfonilureas no registrados en México.

Se utilizó suelo del lote "San Martín", ubicado en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, destinado a la producción de agricultura orgánica con la finalidad de evitar la presencia de residuos de herbicidas. El suelo fue desinfectado con bromuro de metilo.

Los cuatro ensayos se llevaron a cabo en los invernaderos de Postgrado de la Universidad Autónoma Chapingo. A todos los tratamientos químicos les fue adicionado el surfactante Kinetic® (polidimetilsiloxano) a razón de 0.2% v/v.

3.3.1 *Cyperus esculentus* L.

Este ensayo consistió en evaluar la efectividad biológica de algunos herbicidas de uso común en cultivos sobre la maleza *Cyperus esculentus*. Se evaluaron seis tratamientos químicos y un testigo enmalezado (Cuadro 4). Los tratamientos fueron alojados en un diseño experimental completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones. Las plantas de coquillo con tierra fueron colectadas en el lote "San Ignacio" del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo y posteriormente fueron transplantadas en macetas. La unidad experimental quedó constituida por una maceta con seis plantas de coquillo las cuales fueron transplantadas el 21 de mayo del 2005. Los herbicidas se aplicaron en postemergencia a la maleza (2 y 3 de junio del 2005), después del establecimiento de las plantas; para tal fin se hizo uso de una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L, equipada con una boquilla de abanico plano Teejet 8004 LP. Previo a la aplicación se realizó la calibración del equipo obteniendo un gasto de 320 L ha^{-1} .

Las variables respuestas medidas fueron: porcentaje de control de coquillo. Las evaluaciones para los productos de contacto se realizaron a los 4, 15 y 25 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA) y en el caso del producto sistémico (halosulfuron metilo) las evaluaciones se realizaron a los 10, 20 y 30 DDA.

Cuadro 4. Tratamientos involucrados en el estudio de control químico de maleza *Cyperus esculentus* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P.F ² L ha ⁻¹
Bentazona	0.72	1.5
Bentazona	0.96	2.0
Fomesafen	0.24	1.0
Fomesafen	0.36	1.5
Halosulfuron metilo	0.075	100 g
Halosulfuron metilo	0.11	150 g
Testigo		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

3.3.2 *Dichondra carolinensis*

Los ensayos fueron realizados bajo condiciones de invernaderos en 2004 y 2005. Previamente se sacaron rodales de suelo conteniendo a la maleza, esto con la ayuda de un sacabocados con dimensiones de 14 cm de diámetro y 8 cm de profundidad, posteriormente estas se transplantaron en macetas el día 16 de octubre del 2004 y 31 de mayo del 2005. En este ensayo se evaluó la efectividad biológica de 10 tratamientos químicos y un testigo sobre la maleza *D. carolinensis* (Cuadro 5). El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con tres y cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó constituida por una maceta con un rodal de plantas. Los herbicidas fueron aplicados en postemergencia a la maleza (cuando *D. carolinensis* estuvo establecida), el 24 de noviembre del 2004 y 20 de junio del 2005, para lo cual se utilizó una

aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una punta de abanico plano Teejet 8003 LP para el primer ensayo y una punta Teejet 8004 LP para el segundo. Previo a la aplicación se realizó la calibración del equipo obteniendo un gasto de 262.5 L ha⁻¹ y 320 L ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro 5. Tratamientos en el estudio de control químico de maleza *Dichondra carolinensis* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2004 y 2005.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P.F ² L ha ⁻¹
Dicamba + 2,4-D amina	0.24 + 0.48	2.0
Dicamba + 2,4-D amina	0.18 + 0.36	2.5
Bentazona	0.72	1.5
Bentazona	0.96	2.0
Bromoxynil	0.36	1.5
Bromoxynil	0.48	2.0
2,4-D ester isobutilico	0.60	1.5
2,4-D ester isobutilico	0.80	2.0
Fomesafen	0.25	1.0
Fomesafen	0.37	1.5
Testigo enmalezado		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

La variable respuesta medida fue: control de la maleza. Las evaluaciones para los productos de contacto se realizaron a los 3, 10 y 20 días después de la aplicación (DDA) de los herbicidas (bentazona, bromoxynil y fomesafen) y para

los productos sistémicos (2,4-D ester y dicamba + 2,4-D amina) las evaluaciones fueron a los 8,16 y 24 DDA.

3.3.3 Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfunilureas

El experimento consistió en evaluar la susceptibilidad de diferentes especies de céspedes cultivados, a herbicidas sulfunilureas no registrados en México (iodosulfuron y foramsulfuron). Se evaluaron seis tratamientos químicos y un testigo absoluto (Cuadro 4). Los tratamientos quedaron alojados en un diseño experimental completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones. Los pastos San Agustín (*Stenotaphum secundatum* (Walt.) Kuntze), híbrido de *Cynodon* y una mezcla de *S. secundatum* y el híbrido fueron trasladados en rodales del estado de Morelos y posteriormente colocados en charolas, mientras que las variedades ballico (*Lolium perenne* L.), zacate alta fescua (*Festuca arundinace* Schreb), cañuela roja (*Festuca rubra* L.) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) fueron sembrados de forma directa en charolas, colocando 5 g de semilla por cada charola. Siendo esta última considerada como la unidad experimental. Los herbicidas fueron aplicados en postemergencia a los pastos después de que los de siembra directa se establecieron, los días 12 y 13 de julio del 2005, para lo cual fue necesaria un aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una boquilla de abanico plano Teejet 8004 LP, a todos los tratamientos químicos se les adicionó el surfactante Kinetic® (polidimetilsiloxano) a razón de 0.2% v/v. Previo a la aplicación se realizó la calibración del equipo obteniendo un gasto de 320 L ha⁻¹.

Cuadro 6. Tratamientos en el estudio de susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfonilureas bajo condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Dosis	
	Kg i.a ¹ ha ⁻¹	P.F ² ha ⁻¹
Foramsulfuron	0.03	1.4 L
Foramsulfuron	0.04	1.48 L
Iodosulfuron	0.010	0.20 Kg
Iodosulfuron	0.015	0.30 Kg
Foramsulfuron + Iodosulfuron	0.015 + 0.005	0.70 + 0.10
Foramsulfuron + Iodosulfuron	0.016 + 0.007	0.74 + 0.15
Testigo enmalezado		

¹ ingrediente activo, ² producto formulado

La variable respuesta medida fue: el porcentaje de daño al césped en cada una de las variedades. El daño de cada variedad de césped fue evaluado visualmente a los 10, 20 y 30 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA), empleando para ello la escala porcentual visual, donde 100 es daño total o muerte de la planta y 0 es planta sin daño. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, empleando el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System). Las medias estadísticas fueron agrupadas mediante la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Primer experimento en campo

4.1.1 Flora nociva

Las malezas predominantes en el área de estudio fueron: *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae), *Oxalis stricta* L. (Oxalidaceae) y *Euphorbia* spp (Euphorbiaceae). Con una menor incidencia se presentaron *Taraxacum officinale* Weber. (Asteraceae= Compositae), *Dichondra carolinensis* Michx. (Convolvulaceae) y *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae).

4.1.2 Fitotoxicidad

Ninguno de los tratamientos químicos presentaron síntomas de fitotoxicidad en el césped. Al respecto, Pitty (1997) señala que la selectividad del 2,4-D en las gramíneas, se atribuye a la conjugación de este con los aminoácidos, aspartato y ácido glutámico.

4.1.3 Porcentaje de control de malezas por especie

El testigo regional (podas) no fue incluido en el análisis estadístico, por considerar que estas únicamente reducen el tamaño de la maleza, pero no así

las densidades de la maleza, ya que no elimina totalmente a la maleza. Al realizar las podas, se observó que el rebrote de las malezas (principalmente las perennes) superó en altura al césped. También, hay que considerar que el crecimiento arrosetado o en forma de corona, de algunas especies, es una adaptación en malezas que habitan en ambientes frecuentemente perturbados por el hombre o en el caso particular de céspedes a las podas continuas. Cuando las malezas presentan los puntos de crecimiento al ras del suelo o por debajo de la superficie del suelo, estas escapan a los implementos de corte, esto es característico de malezas perennes simples como *Plantago* spp. y *Taraxacum officinale*.

4.1.3.1 *Plantago lanceolata* L.

En el Cuadro 7 se observa que el mejor control de *P. lanceolata* a los 24 DDA, lo presentaron los tratamientos con base en picloram + 2,4-D amina a las dosis de 0.13 + 0.48 y 0.19 + 0.72 Kg i.a ha⁻¹, con 81 y 85%, respectivamente. Los demás tratamientos químicos mostraron controles muy deficientes para esta especie.

Cuadro 7. Porcentaje de control de *Plantago lanceolata* en el estudio de control químico de maleza, en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 2003.

Tratamiento	Porcentaje de control		
	8DDA	16DDA	24DDA
2,4-D ester isobutilico	53.33 ab	50.00 abc	52.33 ab
2,4-D ester isobutilico	50.00 ab	56.67 ab	61.67 ab
Picloram + 2,4-D amina	71.67 ab	80.00 a	81.67 a
Picloram + 2,4-D amina	81.67 a	85.00 a	85.00 a
Dicamba + 2,4-D amina	25.00 b	12.00 cd	12.50 c
Dicamba + 2,4-D amina	40.00 ab	35.00 bcd	36.00 bc
Testigo enmalezado	0.00 c	0.00 d	0.00 c

DDA= días después de la aplicación de herbicidas

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

4.1.3.2 *Oxalis stricta* L.

Con respecto al control de *O. stricta* (Cuadro 8), todos los tratamientos químicos mostraron controles inferiores al 30% a las dosis estudiadas. Al respecto, Turgeón (1985) señala que *O. stricta*, requiere varias aplicaciones sucesivas de dicamba para su control. Además, indica que esta especie ha mostrado tolerancia al 2,4-D. en dicho cuadro se observa que ninguno de los tratamientos químicos evaluados podrían considerarse dentro de un programa de manejo de esta especie ya que los controles en todos los casos fueron muy pobres.

Se podría discutir y atribuir estos controles a características propias de la maleza tales como: pubescencia, forma de crecimiento vertical, herbácea y ciclo de vida perenne.

Cuadro 8. Porcentaje de control de *Oxalis stricta*, en el estudio de control de maleza en áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 2003

Tratamiento	Porcentaje de control		
	8DDA	16DDA	24DDA
2,4-D ester isobutilico	13.33 ab	15.00 abc	10.00 ab
2,4-D ester isobutilico	25.00 a	7.50 ab	11.67 ab
Picloram + 2,4-D amina	17.50 a	26.67 a	17.50 a
Picloram + 2,4-D amina	12.50 ab	26.67 a	30.00 a
Dicamba + 2,4-D amina	10.00 ab	6.67 ab	6.67 ab
Dicamba + 2,4-D amina	20.00 a	10.00 ab	11.6 bc
Testigo enmalezado	0.00 b	0.00 b	0.00 c

DDA= días después de la aplicación de herbicidas

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

4.1.3.3. *Euphorbia* spp.

Euphorbia spp. fue la maleza que mostró mayor tolerancia a todos los tratamientos químicos evaluados, siendo el máximo control de 7%.

4.2 Segundo experimento en campo

4.2.1 Flora nociva

Las malezas predominantes en el lugar de estudio fueron: *Taraxacum officinale* Weber. (Asteraceae=Compositae), *Medicago denticulata* L. (Fabaceae=Leguminosae) y *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae). Con menor incidencia se presentaron: *Oxalis stricta* L. (Oxalidaceae) y *Trifolium repens* L. (Fabaceae=Leguminosae).

4.2.2 Fitotoxicidad

Ninguno de los tratamientos químicos evaluados presentaron daño o síntomas anormales en el desarrollo del pasto kikuyo.

4.2.3 Porcentaje de control de malezas por especie

4.2.3.1 *Taraxacum officinale* Weber

Los análisis de varianza para los controles de *T. officinale* presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Apéndices 1-4). El mayor control de *T. officinale* se obtuvo con las mezclas de picloram + 2,4-D amina a las dosis evaluadas a los 32 DDA, con un control entre 96.7 y 100%, existiendo poca variación entre la tercera y cuarta evaluación. Con respecto al 2,4-D ester isobutilico, este mostró un control aceptable de 87.5% únicamente a la dosis más alta (Cuadro 9).

Como puede observarse, esta especie mostró alta susceptibilidad a la mezcla de herbicida picloram + 2,4-D amina, por lo que estos tratamientos podrían ser una opción viable para el control de *T. officinale*.

Cuadro 9. Porcentaje de control para *Taraxacum officinale*. Chapingo, México. 2003

Tratamiento	Porcentaje de control			
	8DDA	16DDA	24DDA	32DDA
2,4-D ester isobutilico	22.50 c	37.0 c	50.00 c	68.25 c
2,4-D ester isobutilico	31.25 bc	60.0 bc	73.75 bc	75.50 bc
2,4-D ester isobutilico	42.50 b	60.0 b	86.25 ab	87.50 ab
Picloram + 2,4-D amina	81.25 a	90.0 a	91.25 a	96.75 a
Picloram + 2,4-D amina	82.50 a	91.7 a	94.25 a	98.00 a
Picloram + 2,4-D amina	83.70 a	87.5 a	97.00 a	100.00 a
Testigo enmalezado	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$.

4.2.3.2 *Medicago denticulata* L.

En tres de las cuatro evaluaciones, los análisis de varianza presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Apéndices 5-8). El 2,4-D ester isobutilico mostró un control efectivo en las tres dosis evaluadas sobre *M. denticulata* (87.5 y 95.0%) a los 24 DDA, no existiendo diferencias significativas entre los controles obtenidos. La mezcla picloram + 2,4-D amina, también tuvo un excelente control sobre *M. denticulata*, ya que a los 16 y 24 DDA, sus controles fueron entre 90 y 100%, cabe mencionar que las dosis

intermedia y alta, controlaron totalmente a esta especie (Cuadro 10). Esta maleza fue susceptible a las aplicaciones de 2,4-D ester isobutilico y a la mezcla picloram + 2,4-D amina ya que algunas leguminosas a la cual pertenece esta especie solo se controla a altas dosis o aplicaciones repetidas de estos herbicidas (Ross y Lembi, 1999); coincidiendo con los resultados para esta investigación ya que las dosis aplicadas fueron altas.

Cuadro 10. Porcentaje de control para *Medicago denticulata*. Chapingo, México. 2003.

Tratamiento	8DDA	6DDA	24DDA
2,4-D ester isobutilico	53.75 b	68.75 b	87.50 b
2,4-D ester isobutilico	75.00 a	86.00 ab	94.50 ab
2,4-D ester isobutilico	81.66 a	87.66 ab	95.00 ab
Picloram + 2,4-D amina	81.26 a	90.75 a	98.75 a
Picloram + 2,4-D amina	88.33 a	90.00 a	100.00 a
Picloram + 2,4-D amina	85.00 a	95.00 a	100.00 a
Testigo enmalezado	0.00 c	0.00 c	0.00 c

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Nota: La cuarta evaluación no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo cual la comparación de medias es irrelevante. Sin embargo, los controles fueron excelentes.

4.2.3.3 *Plantago lanceolata* L.

Los análisis de varianza de los porcentajes de control de *P. lanceolata* mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Apéndices 9-12). La comparación de medias (Cuadro 11) indica que el mejor control de *P. lanceolata* 32 DDA, lo presentaron los tratamientos con base en

picloram + 2,4-D amina con un 83.25 y 90.0% para sus dos dosis, respectivamente. El tratamiento 2,4-D ester isobutilico mostró un control deficiente para esta especie, lo cual coincide con lo reportado por Bolaños *et al.* (2003), para el control de esta especie en césped kikuyo.

Cuadro 11. Porcentaje de control para *Plantago lanceolata*. Chapingo, México. 2003

Tratamiento	8DDA	16DDA	24DDA	32DDA
1.2,4-D ester isobutilico	11.6 b	36.6 b	46.6 b	61.6 b
2.2,4-D ester isobutilico	18.7 ab	51.2 ab	58.7 ab	71.2 ab
4.Picloram + 2,4-D amina	27.5 a	65.0 ab	73.7 ab	83.2 ab
6.Picloram + 2,4-D amina	30.0 a	77.5 a	84.5 a	90.0 a
7.Testigo enmalezado	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$.

4.3 Tercer experimento en campo

4.3.1 Flora nociva

La comunidad de plantas nocivas en el área de estudio quedó compuesta por *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae), la cual se distribuyó uniformemente en toda el área; otras especies presentes aunque en forma localizada fueron *Medicago denticulata* L. (Fabaceae= Leguminosae) y *Euphorbia* spp. (Euphorbiaceae).

4.3.2 Fitotoxicidad

El césped kikuyo no presentó síntomas de daño, en ninguno de los tratamientos químicos aplicados, por lo que con toda seguridad se pueden emplear los herbicidas evaluados.

4.3.3 Porcentaje de control de malezas por especie

4.3.1.1 *Plantago lanceolata* L.

Los análisis de varianza para los porcentajes de control en las tres evaluaciones, mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos químicos evaluados (Apéndices 13-15). En la comparación de medias (Tukey) se observa que los mejores controles se obtuvieron con la mezcla picloram + 2,4-D amina a las dosis baja y media ($0.64 + 0.24$ y $0.96 + 0.26$ Kg i.a ha⁻¹, respectivamente), y cuyos controles fueron superiores al 92% en la tercera evaluación (Cuadro 12); sin embargo, el mismo cuadro muestra que estos efectos no son diferentes a los presentados por la mezcla dicamba + 2,4-D amina en sus tres dosis, 2,4-D ester isobutilico en su dosis más alta y bromoxynil en sus tres dosis. Los resultados obtenidos en este estudio difieren de los citados por Bolaños *et al.* (2003), quienes al evaluar tres dosis de 2,4-D ester isobutilico y tres dosis de la mezcla picloram + 2,4-D amina, obtuvieron controles inferiores. Los tratamientos químicos que presentaron los menores controles de *P. lanceolata* fueron la dosis baja y media de 2,4-D ester isobutilico y cuyos valores no superan el 84%.

Los efectos de los diferentes herbicidas fueron variables en cuanto a tiempo, ya que el bromoxynil presento una necrosis en los primeros cinco días después de la aplicación, en tanto los herbicidas hormonales sus síntomas se manifestaron en forma de epinastia e hiponastia, y sus efectos finales se observaron 15 días después de la aplicación.

Cuadro 12. Porcentaje de control para la maleza *Plantago lanceolata*. Chapingo, México. 2004.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Tratamiento	Evaluación	Evaluación	Evaluación
Dicamba + 2,4-D amina	83.75 abc	87.50 abc	88.75 ab
Dicamba + 2,4-D amina	83.75 abc	90.00 abc	92.00 ab
Dicamba + 2,4-D amina	83.75 abc	90.00 abc	92.00 ab
Picloram + 2,4-D amina	93.75 a	95.00 a	96.50 a
Picloram + 2,4-D amina	93.75 a	95.75 a	95.75 a
Picloram + 2,4-D amina	87.50 abc	91.25 ab	92.50 ab
2,4-D ester isobutilico	77.50 bc	81.25 bc	83.75 b
2,4-D ester isobutilico	75.00 c	80.00 c	83.75 b
2,4-D ester isobutilico	85.00 abc	88.75 abc	90.00 ab
Bromoxynil	88.75 ab	91.25 ab	93.00 ab
Bromoxynil	86.25 abc	87.50 abc	87.50 ab
Bromoxynil	88.75 ab	91.25 ab	91.25 ab
Testigo	0.00 d	0.00 d	0.00 c

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Cabe señalar que también se presentaron las malezas *Medicago denticulata* y *Euphorbia* spp, los datos obtenidos de estos experimentos no fueron analizados

debido a que estas no se distribuyeron uniformemente en el experimento. Es importante mencionar que para *M. denticulata* se presentó un excelente control con las dosis de picloram + 2,4-D amina al igual que con el tratamiento a base de bromoxynil, en el caso de *Euphorbia* spp. se presentó el mejor control con la mezcla de picloram + 2,4-D amina, pero sin llegar a causar la muerte de la planta.

4.4 Experimentos en invernadero

4.4.1 *Cyperus esculentus*

Los análisis de varianza para los porcentajes de control de *C. esculentus* mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos químicos en las tres evaluaciones (Apéndices 16-18). En la comparación de medias (Tukey) se observa que los mejores controles se obtuvieron a los 20 y 30 DDA con el herbicida halosulfuron metilo a las dosis (0.075 y 0.11 Kg i.a ha⁻¹, respectivamente), y cuyos controles fueron entre 92 y 99.5 % (Cuadro 13), así mismo, el cuadro indica que no existen diferencias en los efectos presentados por fomesafen a la dosis de 0.36 Kg i.a ha⁻¹ el cual presentó un control de 91.25% esto en su tercera evaluación (25 DDA). Los menores controles se presentaron con bentazona ya que en su dosis alta (0.96 kg i.a ha⁻¹), solo obtuvo un control del 73.75%. Los resultados obtenidos por estos últimos herbicidas se atribuyen a que bentazona y fomesafen son herbicidas de contacto, que no afectan los tubérculos de la planta, por lo que se presenta un rebrote aproximadamente a los 15 DDA, mientras que halosulfuron metilo es un

herbicida sistémico, que aun cuando sus efectos tardan más en observarse, este afecta las estructuras vegetativas (tubérculos y rizomas) del coquillo, evitando así, que se presente un rebrote y el control sea satisfactorio.

Gentner (1973) reporta que un excelente control de *C. esculentus* L. fue obtenido en 10 semanas después de la aplicación con perfluidona y aproximadamente un 50% de control con el herbicida bentazona. El mismo autor encontró que aplicaciones de bentazona durante el mes de junio controlaron de 98 a 100% de *C. rotundus* durante dos años. Mientras que para las aplicaciones realizadas a mediados y finales del verano el control fue sólo de 28 a 68% en dos años.

Cuadro 13. Porcentajes de control para la maleza *Cyperus esculentus* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	1 ^a Evaluación	2 ^a Evaluación	3 ^a Evaluación
Bentazona	58.75 bc	80.00 b	67.50 d
Bentazona	73.75 a	81.25 b	73.75 d
Fomesafen	52.50 c	78.75 b	82.50 c
Fomesafen	52.50 c	65.75 c	91.25 b
Halosulfuron metil	68.75 a	92.50 a	99.00 ab
Halosulfuron metil	66.25 ab	95.00 a	99.50 a
Testigo	0.00 d	0.00 d	0.00 e

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Johnson (1975) menciona que bentazona y perfluidona fueron efectivos para el control de *C. rotundus* L. Además señala que el control de la maleza mejoró, cuando bentazona se aplicó en junio, comparado con aplicaciones realizadas durante el mes de agosto. El mismo autor indica que para *C. esculentus* el mejor tiempo de control es cuando las plantas presenten aproximadamente 10 cm de altura.

Aplicaciones de bentazona en el mes de junio presentaron un control de 98 a 100% para *C. esculentus* esto en un experimento realizado durante dos años. El control para aplicaciones realizadas a mediados y finales del verano fueron solo de 28 a 68% (Jonson, 1975). El mismo autor indica que los tratamientos con bentazona no causaron daños severos a ninguno de los céspedes en ninguna dosis y número de aplicaciones, además de que la densidad del césped no fue afectada por los tratamientos con bentazona durante los años 1973 y 1974.

Bingham (1977) menciona que una sola aplicación de bentazona no fue satisfactoria para el control de *C. esculentus*. Mientras que en aplicaciones secuenciadas a intervalos de 10 a 12 días el control fue superior al presentado con una sola aplicación del herbicida. El mismo autor menciona que la presencia de lluvia cerca de cinco horas después de la aplicación en la prueba de una sola dosis no redujó el control.

4.4.2 *Dichondra carolinensis*

Los análisis de varianza para los porcentajes de control mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndices 19-24). En la comparación de medias se observa que en la tercera evaluación la mayoría de los tratamientos mostraron controles que van del 90 al 100% en el segundo año (Cuadro 15) y de 90 a 97% en el primer año; sobresaliendo para el bentazona a la dosis de 0.96 kg i.a ha⁻¹ con un control de 97% en el 2004 y 2,4-D ester isobutilico a 0.80 kg i.a ha⁻¹ con un control en las ultimas dos evaluaciones del 100% en 2005, sin embargo, los mismos cuadros muestran que los menores controles de *D. carolinensis* los presentaron las dosis altas de 2,4-D en 2004 y bromoxynil en 2005 con 86.66 y 87.50 respectivamente. Para ambos experimentos los menores controles los presentaron las dos dosis de bromoxynil, con 92 y 87% respectivamente.

La variación en los resultados en los dos experimentos se atribuye a que en el año 2004 se utilizaron dos especies diferentes (*D. carolinensis* y *D. repens*), una de las cuales (*D. carolinensis*) presenta una capa cerosa en el haz de la hoja que pudo haber influido en la penetración de los herbicidas y por lo tanto en un control eficiente.

Cuadro 14. Porcentajes de control para la maleza *Dichondra carolinensis* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2004.

Tratamiento	1 ^a Evaluación	2 ^a Evaluación	3 ^a Evaluación
Dicamba+2,4-D amina	60.00 ab	75.00 bcd	90.00 abc
Dicamba+2,4-D amina	68.33 a	78.33 abcd	90.00 abc
Bentazona	65.00 ab	80.00 abc	90.00 abc
Bentazona	71.66 a	88.33 ab	97.00 a
Bromoxynil	70.00 a	82.66 ab	92.66 abc
Bromoxynil	70.66 a	81.66 abc	90.00 abc
2,4-D ester isobutilico	61.33 ab	67.66 cd	88.33 bc
2,4-D ester isobutilico	58.33 ab	65.00 d	86.66 c
Fomesafen	53.33 b	90.00 a	96.66 ab
Fomesafen	60.00 ab	85.00 ab	96.00 ab
Testigo	0.00 c	0.00 e	0.00 d

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Cuadro 15. Porcentajes de control para la maleza *Dichondra carolinensis* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	1 ^a Evaluación	2 ^a Evaluación	3 ^a Evaluación
Dicamba+2,4-D amina	67.50 bc	97.25 ab	100.00 a
Dicamba+2,4-D amina	68.75 bc	96.50 ab	100.00 a
Bentazona	12.50 d	80.00 d	97.50 ab
Bentazona	16.25 d	92.50 ab	100.00 a
Bromoxynil	71.25 ab	87.50 bcd	92.00 bc
Bromoxynil	78.75 ab	81.25 cd	87.50 c
2,4-D ester isobutilico	53.75 c	98.75 a	100.00 a
2,4-D ester isobutilico	67.50 bc	100.00 a	100.00 a
Fomesafen	80.00 ab	92.00 abc	99.00 ab
Fomesafen	87.50 a	97.50 ab	100.00 a
Testigo	0.00 d	0.00 e	0.00 d

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$.

4.4.3 Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfonilureas (foramsulfuron e iodosulfuron)

4.4.3.1 Zacate alta fescua (*Festuca arundinacea*)

Los análisis de varianza para los valores de daño a *F. arundinacea* señalan que solo existen diferencia estadísticas significativas entre tratamientos para la segunda evaluación, esto es a los 20 DDA (Apéndices 25-27). La comparación de medias muestra que los daños que manifestaron todos los tratamientos químicos fueron muy severos, y solo en la primera evaluación, estos fueron bajos. Pero a medida que transcurrieron los días el daño fue más severo

(Cuadro 16). Lo anterior se atribuye a que ambos productos son de carácter sistémico, razón por la cual tuvo que pasar algunos días para que la translocación de estos se diera y con ello sus efectos se manifestaran.

Los resultados obtenidos indican que estos herbicidas, no deberán considerarse como opciones químicas para el control de malezas en la variedad *F. arundinacea*.

Cuadro 16. Porcentaje de daño para *Festuca arundinacea* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Porcentaje de daño		
	10DDA	20DDA	30DDA
Foramsulfuron	20.00 a	96.75 b	99.50 a
Foramsulfuron	22.50 a	100.00 a	100.00 a
Iodosulfuron	22.50 a	100.00 a	100.00 a
Iodosulfuron	27.50 a	99.50 a	100.00 a
Testigo	0.00 b	0.00 c	0.00 b

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

4.4.3.2 Cañuela roja (*Festuca rubra*)

Los análisis de varianza para los porcentajes de daño de *F. rubra*, muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos solo en las dos primeras evaluaciones (Apéndices 28-29). En la comparación de medias (Tukey) se observa que el daño presentado para a variedad *F. rubra* fue total en la tercera evaluación, a pesar de que en la primera estos efectos fueron

intermedios (Cuadro 17). Por lo antes expuesto *F. rubra* mostró ser un césped muy susceptible a los efectos de ambos productos (iodosulfuron y foramsulfuron) del grupo de las sulfonilureas.

Cuadro 17. Porcentaje de daño para *Festuca rubra* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Porcentaje de daño		
	10DDA	20DDA	30DDA
Foramsulfuron	42.50 ab	78.75 b	100.00 a
Foramsulfuron	32.50 bc	97.00 a	100.00 a
Iodosulfuron	26.25 c	96.00 a	100.00 a
Iodosulfuron	56.25 a	100.00 a	100.00 a
Testigo	0.00 d	0.00 c	0.00 b

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

4.4.3.3 Vallico (*Lolium perenne*)

Los análisis de varianza para los porcentajes de daño de *L. perenne* muestran diferencias estadísticas significativas para las dos primeras evaluaciones (Apéndices 30-31). En la comparación de medias (Tukey) se observa que *L. perenne* resultó ser altamente susceptible a los efectos de los herbicidas sulfonilureas (foramsulfuron e iodosulfuron) en sus dos dosis, ya que el porcentaje de daño al finalizar el periodo de evaluaciones fue del 100% para todos los tratamientos (Cuadro 18). Nuevamente se descarta la posibilidad de considerar a estos productos dentro de un programa de manejo en el césped *L. perenne*.

Cuadro 18. Porcentaje de daño para *Lolium perenne* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Porcentaje de daño		
	10DDA	20DDA	30DDA
Foramsulfuron	25.00 b	96.50 b	100.00 a
Foramsulfuron	25.00 b	98.00 b	100.00 a
Iodosulfuron	21.25 b	100.00 a	100.00 a
Iodosulfuron	37.50 a	100.00 a	100.00 a
Testigo	0.00 c	0.00 c	0.00 b

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

4.4.3.4 Zacate bermuda (*Cynodon dactylon*)

En esta variedad los análisis de varianza únicamente presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en la segunda evaluación realizada a los 20 DDA (Apéndices 32-34). El tratamiento que menor daño causó fue foramsulfuron a su dosis baja con un porcentaje de daño del 28.75% (Cuadro 19), cabe hacer mención que después de los 25 DDA este césped comenzó a mostrar indicios de recuperación, como se observa en los datos de la evaluación tres donde no existen diferencias significativas, también se puede observar disminución en los porcentajes de daño. De acuerdo a los porcentajes de daño alcanzados en la tercera evaluación, se infiere que estos no son significativos y que en función de su pronta recuperación, estos herbicidas podrían ser candidatos a utilizar para el control de malezas en el césped *C. dactylon*.

Los síntomas de daño iniciaron con una clorosis en las hojas, que posteriormente se torno en manchas púrpuras y finalmente necrosis de la parte apical de las hojas.

Lo anterior coincide con lo dicho por Vencill (2002) quien indica que las malezas detienen su crecimiento luego de la aplicación de herbicidas sulfonilureas, presentando clorosis en los tejidos a las 72 horas después de la aplicación y coloración rojiza entre los 4 y 10 días, estos tejidos terminan necrosandose llevando a la muerte de la maleza entre los 15 y 20 días después de la aplicación.

Pitty (1997) menciona que en las gramíneas, las plantas se quedan enanas debido a la falta de aminoácidos, hay inhibición del brote, clorosis entre las venas, las hojas no se desarrollan normalmente y tienen una coloración morada. Las raíces tienen pocas raicillas, y las raíces y los puntos de crecimiento terminales mueren.

Cuadro 19. Porcentaje de daño para *Cynodon dactylon* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Porcentaje de daño		
	10DDA	20 DDA	30 DDA
Foramsulfuron	28.75 a	28.75 b	25.50 a
Foramsulfuron	28.75 a	30.00 b	27.00 a
Iodosulfuron	34.50 a	38.75 ab	27.50 a
Iodosulfuron	28.75 a	40.75 ab	32.50 a
Foramsulfuron + iodosulfuron	28.50 a	31.25 b	23.75 a
Foramsulfuron + iodosulfuron	35.75 a	47.50 a	30.50 a
Testigo	0.00 b	0.00 c	0.00 b

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

4.4.3.5 San Agustín (*Stenotaphum secundatum*) y *Stenotaphum secundatum* + híbrido de *Cynodon*

Los análisis estadísticos para los porcentajes de daño del pasto San Agustín y la mezcla de San Agustín más híbrido de *Cynodon* no muestran diferencias significativas en ninguna de las tres evaluaciones.

De acuerdo a los resultados estos céspedes fueron los que mostraron tolerancia tanto a las dosis de ambos productos sulfonilureas, así como, a las mezclas entre ellos, ya que en todos los casos no se presentó ningún daño. Se atribuye esta tolerancia a los herbicidas debido a que estos céspedes ya estaban bien establecidos, esto es, sus estructuras vegetativas subterráneas

ya estaban formadas (rizomas y estolones), situación que hizo que toleraran ampliamente a estos productos.

4.4.3.6 Híbrido de *Cynodon*

En este césped, como se puede ver en los datos el análisis de varianza para los porcentajes de daño del híbrido de *Cynodon* no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Apéndice 35). Cabe señalar que solo en la primera evaluación se presentaron ligeros daños los cuales no sobrepasaron el 6% y estos desaparecieron a partir de la segunda evaluación (Cuadro 20). A partir de la segunda y tercera evaluación el daño fue nulo, por lo que estos productos son una opción viable en el control de malezas en el híbrido de *Cynodon*.

Cuadro 20. Porcentaje de daño para híbrido de *Cynodon* en condiciones de invernadero. Chapingo, Méx. 2005.

Tratamiento	Porcentaje de daño 10 DDA
Foramsulfuron	5.50 a
Foramsulfuron	3.25 ab
Iodosulfuron	2.75 ab
Iodosulfuron	1.50 ab
Foramsulfuron + iodosulfuron	2.25 ab
Foramsulfuron + iodosulfuron	1.25 b
Testigo	0.00 b

^a Valores agrupados con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Los dos herbicidas evaluados en este bioensayo dañaron de forma muy seria a las variedades de césped sembradas, ya que estos no presentan la cantidad de estructuras reproductivas que les permita reproducirse y recuperarse más rápidamente, caso contrario de los céspedes ya establecidos. Cabe hacer mención que todas las variedades afectadas por los herbicidas sulfonilureas son considerados como céspedes de clima frío, por lo que esto también puede ser una condicionante para el uso de estos productos para el control de malezas en césped.

5. CONCLUSIONES

Primer experimento en campo

De acuerdo a los resultados y a las combinaciones en que se llevó a cabo la investigación, se concluye que las especies predominantes en el área de estudio fueron: *Plantago lanceolata* L., *Oxalis stricta* L. y *Euphorbia* spp. Con respecto a la efectividad biológica, picloram + 2,4-D en sus diferentes dosis ($0.13 + 0.48$ y $0.19 + 0.72$ Kg i.a ha⁻¹) fueron los tratamientos que presentaron los mejores controles, 81 y 85%, respectivamente, para *P. lanceolata* a los 24 DDA. Con relación a *O. stricta* y *Euphorbia* spp., los tratamientos químicos no presentaron controles satisfactorios. En la determinación de fitotoxicidad, ninguno de los tratamientos provocó síntoma alguno en el césped kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hosch ex Chiov).

Segundo experimento

Los mejores controles de *T. officinale* se obtuvieron con la mezcla picloram + 2,4-D amina en sus diferentes dosis ($0.16 + 0.6$, $0.19 + 0.72$ y $0.22 + 0.84$ Kg i.a ha⁻¹) con 96.75 y 100.0% a los 32 DDA; para *Medicago denticulada* L. (98.75 y 100.0%) y *P. lanceolata* (83.25 y 100.0%). 2,4-D ester isobutilico presentó un porcentaje de control regular para el caso de estas dos malezas. El césped

kikuyo no presentó ningún síntoma de daño por fitotoxicidad por ninguno de los tratamientos químicos evaluados.

Tercer experimento en campo

Existe la posibilidad de utilizar a los productos herbicidas que presentaron los mejores controles dentro de un programa de manejo. Cabe señalar que debido a que en las áreas verdes es común realizar prácticas de poda en forma periódica, se recomendaría en forma alterna una aplicación de herbicidas y una poda, con lo que a mediano plazo se eliminarían en forma total a malezas perennes tales como *P. lanceolata* y *T. officinale*, muy importantes en estas áreas.

Cyperus esculentus

Halosulfuron metil fue el mejor tratamiento al presentar un excelente control sobre *Cyperus esculentus* por lo cual puede ser una alternativa de uso en los viveros donde se produce césped para la venta ya que es aquí donde se presenta con mayor frecuencia esta maleza.

Para los herbicidas bentazona y fomesafen se recomienda aplicaciones secuenciadas, ya que una sola aplicación de estos productos no manifiestan controles eficientes, además, de que las plantas de coquillo tienden a rebrotar.

Dichondra carolinensis

Es posible utilizar los tratamientos químicos evaluados en este experimento (dicamba + 2,4-D, bentazona, bromoxynil, 2,4-D ester, fomesafen), ya que la mayoría presentó un excelente control de esta maleza. Para obtener un control exitoso de la maleza es necesario conocer o identificar adecuadamente a la especie que se presentan en el área de control, ya que como se pudo observar la serosidad de las hojas puede ser un factor que disminuya la penetración de los herbicidas.

Susceptibilidad de céspedes cultivados a herbicidas sulfunilureas

Los herbicidas iodosulfuron y foramsulfuron causaron severos daños a los gramíneas de clima frío (*Festuca arundinacea* Schreb, *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L.), por lo que no es recomendable realizar aplicaciones de estos productos en zonas donde se presenten estas variedades de césped. Por el contrario, se observó que los tratamientos aquí evaluados pueden ser utilizados en césped de la variedad *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ya que este se recuperó después de algunos días. En variedades *Stenotaphum secundatum* y *S. secundatum* + híbrido de *Cynodon*, híbrido de *Cynodon* no se mostró ningún daño, por lo cual estos herbicidas pueden ser utilizados en estos casos para eliminar otras gramíneas y malezas de hoja ancha no deseables que se encuentren mezclados con estas especies.

VI. LITERATURA CITADA

- Ackerman, B. A; E. Manriqu , F; J Miranda, S; A. Chima, H; V. Jaramillo, L; A. Rodriguez, R. 1991. Las Gramíneas de México. Editado por la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. 332 p.
- Bingham, S. W. 1977. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Control in Cool Season Turgrass. *Weed Science* 25:487-491.
- Bolaños, E. A; H. Dominguez, G; V. Espinola, A; I. León, G; E. López R; O. Téllez, C. 2003. Control Químico de la Maleza en áreas Verdes de la UACH. En: Memorias XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia de la Maleza y XXIV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. 10-12 noviembre, 2003. Manzanillo, Col. México.
- Cobb, A. 1992. Herbicides and Plant Physiology. Ed. Chapman & Hall. London, Great Britain. 176 p.
- De Liñan, V. C; M. Fernandez, G; S. Bur s; J. Costa. 1996.  reas Verdes y Jardines. Ediciones Aerot cnicas S. L. España. 503 p.
- Dodge, D. A. 1989. Herbicides and Plant Metabolism. Ed. Cambridge University Press. U. S. A. 277 p.
- Duke, O. S. 2000. Weed Physiology Volumen I: Reproducción and ecophysiology. Ed. CRC Press, Inc. Florida, U. S. A. pp 105-108.

- Duke, O. S. 2000. Weed Physiology Volumen II: Herbicide and physiology. Ed. CRC Press, Inc. Florida, U. S. A. 257 p.
- Espinosa, G. F; J. Sarukhán. 1997. Manual de Malezas del Valle de México. Claves, Descripciones e Ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Edit. Fondo de Cultura económica. México. 407 p
- Fermanian, T. W; M. C. Schurtleff; R. Randell. 1997. Controlling Turfgrass Pest. 2ª. Ed. Prentice-Hall. New Jersey, USA. 171 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Copen, para Adaptarlos a las Condiciones de la República Mexicana. 4ta. Edición. Talleres Larios S.A. México. 217 p.
- Gentner, W.A. 1973. Yellow nutsedge control with MBR 8251. *Weed Science*. 21:122-124.
- Gillet, M. 1984. Las Gramíneas Forrajeras. Descripción, Funcionamiento, Aplicaciones al Cultivo de la Hierba. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp
- Gould, F. W; R. B. Shaw. 1992. Gramíneas "Clasificación Sistemática". Ed. AGT-Editor. México, D.F. 381 p.
- Hance, R. & Holly, K, 1990. Weed Control Handbook: principles. Ed. British crop protection council. Boston, USA. 582 p.
- Hanson, A. A. and Juska, F. V. 1969. Turfgrass Science. Ed. American Society of Agronomy. Wisconsin. U.S.A. pp 240-287.

- Holm, L. G., D. L. Plucknett; J. V. Pancho; J. P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Edit. East-West Center Book. USA. pp 25-31.
- Horowitz, M. 1972. Development of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Weed Research* 12:207-220.
- Johnson, B. J. 1975. Purple Nutsedge Control with Bentazon and Perfluidone in Turfgrass. *Weed Science* 23:349-353.
- Kittie, F. P. 1978. Malezas del Noroeste de México. Relación y estudio de las plantas perjudiciales en granjas. Editorial "El labrados". 20 p.
- Klappi, E. 1987. Manual de las Gramíneas. Reconocimiento y determinación, lugar y establecimiento de asociaciones, valoración y uso. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 270 p.
- Leslie, R. A. 1994. Handbook Integrated Pest Management for Turf and Ornamentals. Ed. Lewis Publishers. Washinton, Estados Unidos de Norteamérica. 660 p.
- López, R. G. 1992. Gramíneas. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. México. México. pp 11-12
- Mársico, J. V. 1980. Herbicidas y Fundamentos del Control de Malezas. Editorial Hemisferio Sur, S. A. Buenos Aires. Argentina. pp 1-2
- Martínez, C. A. 2002. Pasto kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Hoscht. Ex. Chiov). *Revista césped* 1(02) 14-17.

- Montgomery, H. J. 1997. Agrochemicals Desk Referente. Second edition. Ed. Lewis Publishers. U. S. A. pp 47-48, 63-64, 121-125, 355-357.
- Ott, M. P. 1986. Biología y Ecología de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Ecología y Control de las Malezas Perennes en América Latina. FAO. Santiago, Chile. pp 39-50.
- Pitty, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Editorial Comayagüela. Zamorano Academic Press, Honduras. 300 p.
- Radosevich, S; J. Holt; C. Ghera. 1996. Weed Ecology: implications for management. Second edition. Ed. John Wiley & Sons, Inc. U. S. A. pp 3-6, 397-417.
- Ross, A. M and A. C. Lembi. 1999. Applied Weed Science. Ed. Prentice Hall. 2ª Ed. Upper Saddle River, New Jersey. USA. pp. 1, 11, 144, 288-289.
- Sanchez, P. P ; R. Urango. 1993. Plantas Indeseables de Importancia Económica en los cultivos Tropicales. Editorial Científico-Técnica. Habana, Cuba. pp. 13
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1992. Malezas comunes en Cultivos Agrícolas de México: descripción, distribución, importancia económica y control. Serie Sanidad Vegetal. 91 p.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 2002. Gramíneas recomendadas para zonas áridas, semiáridas y templadas. Publicado por Coordinación General de Ganadería. pp 2.
- SAGARPA. 2001. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 200. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y

- Alimentación; Centro de Estadística Agroalimentaria y Pesca. México D.F.
- Skerman, J. P; F. Riveros. 1992. Gramíneas Tropicales. Ed. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Italia. pp 332-346, 627-663, 742-745.
- Smiley, R; P. Dernoeden; B. Clarke. 1993. Compendium of Turfgrass diseases. Ed. Aps press. Minnesota, Estados Unidos de Norteamérica. 1-5 pp.
- Smith, E. A. 1995. Handbook of Weed Management System. Ed. Marcel Dekker, Inc. U. S. A. pp 111-122, 603-665.
- Turgeon, A. J. 1985. Turfgrass Management. Ed. A. Reston Book Prentice-Hall. Inc, Englewood cliffs. New Jersey. U. S. A. pp 233-248.
- Turgeon, A. J; D. M. Oral; M. K. Viney. 1994. Turf Weeds and Their Control. Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, U. S. A. 259 p.
- Vencill, K. W. 2002. Herbicide Handbook. Eighth edition. Ed. Weed Science Society of América. U. S. A. 465 p.
- Weed Science Society of America. 1994. Herbicide Handbook. 7th edition. Ed Champaign. U. S. A.
- Zimdahl, R. L. 1993. Fundamentals of weed science. pp 14-16, 225-269.

VI. ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Taraxacum officinale* a los 8 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S:C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	16067.70833	3213.54167	62.11	<.0001*
Error	18	931.25000	51.73611		
Total	23	16998.95833			

Coefficiente de variación 12.55467

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Taraxacum officinale* a los 16 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	10875.33333	2175.06667	22.92	<.0001*
Error	18	1708.50000	94.91667		
Total	23	12583.83333			

Coefficiente de variación 14.00122

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Taraxacum officinale* a los 24 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003.

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	6229.708333	1245.941667	10.10	<.0001*
Error	18	2220.250000	123.347222		
Total	23	8449.958333			

Coefficiente de variación 13.63418

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Taraxacum officinale* a los 32 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	3465.833333	693.166667	13.75	<.0001*
Error	18	907.500000	50.416667		
Total	23	4373.333333			

Coefficiente de variación 8.099395

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Medicago denticulata* a los 8 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	2809.166667	561.833333	15.10	<.0001*
Error	14	520.833333	37.202381		
Total	19	3330.000000			

Coefficiente de variación 8.025494

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Medicago denticulata* a los 16 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	1487.583333	297.516667	5.26	0.0063*
Error	14	792.166667	56.583333		
Total	19	2279.750000			

Coefficiente de variación 8.823683

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Medicago denticulata* a los 24 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	424.2023810	84.8404762	4.60	0.0096*
Error	14	276.7500000	18.4500000		
Total	19	700.9523810			

Coefficiente de variación 4.492145

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Medicago denticulata* a los 32 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	5	100.7833333	20.1566667	1.89	0.1602
Error	14	149.4166667	10.6726190		
Total	19	250.2000000			

Coefficiente de variación 3.323395

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 8 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	3	732.9166667	244.305556	6.55	0.0084*
Error	11	410.416667	37.310606		
Total	14	1143.333333			

Coefficiente de variación 26.94812

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 16 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	3	3249.583333	1083.194444	4.84	0.0219*
Error	11	2460.416667	223.674242		
Total	14	5710.000000			

Coefficiente de variación 25.34872

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 24 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	3	2919.233333	973.077778	4.78	0.0227*
Error	11	2237.166667	203.378788		
Total	14	5156.400000			

Coefficiente de variación 21.22187

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 32 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2003

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	3	1667.566667	555.188889	5.64	0.0137*
Error	11	1082.166667	98.378788		
Total	14	2747.733333			

Coefficiente de variación 12.79270

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 8 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004

F.V	GL	S. C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	12	28451.92308	2370.99359	97.34	<0.0001*
Error	39	950.00000000	26.38888889		
Total	51	29401.92308			

Coefficiente de variación 6.244404

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 14. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 16 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	12	30305.73077	2370.99359	140.60	<0.0001*
Error	39	700.50000	17.96154		
Total	51	31006.23077			

Coefficiente de variación 5.151507

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 15. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Plantago lanceolata* a los 24 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	12	31011.76923	2584.31410	149.82	<0.0001*
Error	39	672.75000	17.25000		
Total	51	31684.51923			

Coefficiente de variación 4.968305

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 16. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Cyperus esculentus* a los 4 y 10 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	6	14785.71429	2464.28571	138.00	<.0001*
Error	21	375.00000	17.85714		
Total	27	15160.71429			

Coefficiente de variación 7.941047

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 17. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Cyperus esculentus* a los 15 y 20 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	6	25403.71429	4233.95238	405.53	<.0001*
Error	21	219.25000	10.44048		
Total	27	25622.96429			

Coefficiente de variación 4.585546

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 18. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Cyperus esculentus* a los 25 y 30 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	6	28641.92857	4773.65476	410.01	<.0001*
Error	21	244.50000	11.64286		
Total	27	28886.42857			

Coefficiente de variación 4.651439

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 3 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	10	12155.87879	1215.58788	53.27	<.0001*
Error	22	502.00000	22.81818		
Total	32	12657.87879			

Coefficiente de variación 8.227331

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 20. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 10 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	10	18994.90909	1215.58788	53.27	<.0001*
Error	22	502.00000	22.81818		
Total	32	19506.24242			

Coefficiente de variación 6.681827

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 21. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 20 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2004.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	10	23311.21212	2331.12121	293.61	<.0001*
Error	22	174.66667	7.93939		
Total	32	23485.87879			

Coefficiente de variación 3.378774

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 22. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 3 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
HERB	10	37380.68182	3738.06818	72.83	<.0001*
Error	33	1693.75000	51.32576		
Total	43	39074.43182			

Coefficiente de variación 13.05279

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 23. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 16 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	10	32862.54545	3286.25455	160.36	<.0001*
Error	33	676.00000	20.49242		
Total	43	33538.79545			

Coefficiente de variación 5.393492

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 24. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Dichondra carolinensis* a los 24 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	10	35318.72727	3531.87273	331.11	<.0001*
Error	33	352.00000	10.66667		
Total	43	35670.72727			

Coefficiente de variación 3.680927

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 25. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Festuca arundinacea* a los 10 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	4	1830.000000	457.500000	18.30	<.0001*
Error	15	375.000000	25.000000		
Total	19	2205.000000			

Coefficiente de variación 27.02703

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.

Anexo 26. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de control de *Festuca arundinacea* a los 20 DDA de los diferentes tratamientos químicos. Chapingo, México. 2005.

F.V	GL	S.C	C.M	Fcal	Pr>F
Trat	4	31432.00000	7858.00000	12089.2	<.0001*
Error	15	9.75000	0.65000		
Total	19	31441.75000			

Coefficiente de variación 0.017320

Si $[Pr>F] > \alpha$, entonces no existen diferencias estadísticas, en este caso $\alpha=0.05$.