

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR ALPISTILLO
(*Phalaris spp*) RESISTENTE A HERBICIDAS ARYL
OXYPHENOXYPROPIONATOS Y CICLOHEXANO
DIONAS EN TRIGO (*Triticum vulgare* L.) COMO
PARTE DE UN MANEJO INTEGRADO.**

T E S I S
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL
P R E S E N T A
JAVIER MORGADO GUTIÉRREZ

Chapingo, Estado de México. Diciembre de 1999



Bib 904601

**ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR ALPISTILLO (*Phalaris spp*) RESISTENTE A HERBICIDAS
ARYLOXYPHENOXYPROPIONATOS Y CYCLOHEXANODIONAS EN TRIGO (*Triticum vulgare*
L.) COMO PARTE DE UN MANEJO INTEGRADO**

Tesis realizada por Javier Morgado Gutiérrez bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado
de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

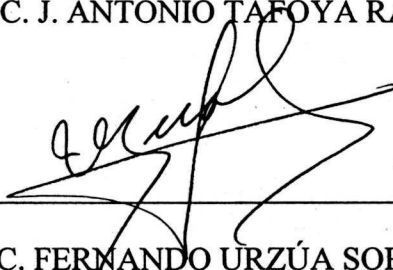
COMITÉ ASESOR

DIRECTOR:



M.C. J. ANTONIO TAFOYA RAZO

ASESOR:



M.C. FERNANDO URZÚA SORIA

ASESOR:



DR. GUILLERMO MONDRAGÓN PEDRERO

Chapingo, México. Diciembre de 1999

35262

**ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR ALPISTILLO (*Phalaris spp*) RESISTENTE A
HERBICIDAS ARYLOXYPHENOXYPROPIONATOS Y CYCLOHEXANODIONAS
EN TRIGO (*Triticum vulgare* L.) COMO PARTE DE UN MANEJO INTEGRADO**

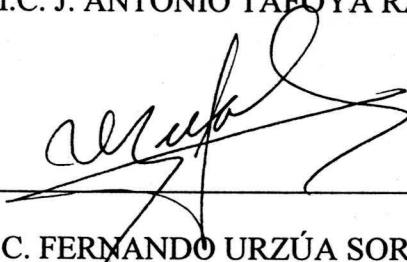
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Javier Morgado Gutiérrez, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, estuvo constituido por:

PRESIDENTE



M.C. J. ANTONIO TACEYÁ RAZO

ASESOR:



M.C. FERNANDO URZÚA SORIA

ASESOR:



DR. GUILLERMO MONDRAGÓN PEDRERO

Chapingo, México. Diciembre de 1999

Chapingo, México. Diciembre de 1999

DEDICATORIA

A mi esposa: Carolina

Por su gran apoyo, motivación y comprensión durante el tiempo que duraron mis estudios de Maestría.

A mi hija: Irma Carolina

Por las satisfacciones y estímulo y que me ha dado y por su gran amor a la vida.

A mi hijo: Esteban Javier

Por las satisfacciones que me ha dado en esta vida y por

A mis padres:

J. Guadalupe y Taurina por su apoyo constante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Parasitología Agrícola, por permitirme la oportunidad de continuar con mis estudios de posgrado en programa de tiempo parcial.

A la empresa Novartis Agro S. A. de C. V. por el apoyo y las facilidades de tiempo para realizar mis estudios de posgrado y así contribuir a elevar mi formación como persona y profesionista.

Al M.C. J. Antonio Tafoya Razo por el tiempo dedicado a la dirección de este trabajo y por sus valiosas aportaciones y sugerencias.

Al M.C. Fernando Ursúa Soria y al Dr Guillermo Mondragón Pedrero por el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo así como por sus valiosas sugerencias y recomendaciones para mejorarlo.

Al M.C. Enrique Flores Carnalla, y al M.C. Jesús Chavez Alfaro por el apoyo brindado para poder realizar en campo los trabajos motivo de esta investigación y por sus atinadas sugerencias para la culminación de esta tesis.

Al Ing. Lucio Barrera Moreno, por su colaboración y ayuda prestada durante todos los estudios de maestría.

Al M.C. F. Larios por la ayuda en la preparación, organización y captura de la información experimental.

Al M.C. Cecilio Mendoza Zamora por su apoyo y constante guía en todo el proceso académico de mis estudios.

A todos los profesores que dedicaron su tiempo en la transmisión de conocimientos y experiencias profesionales durante mis estudios.

DATOS BIOGRAFICOS

Javier Morgado Gutiérrez nació en Casasano, Municipio de Cuautla, Estado de Morelos el día 28 de Marzo de 1947.

Datos Personales: Casado con dos hijos.

Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, Estado de México donde egresó en 1971 como Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola.

Experiencia Laboral: Trabajó en la Dirección General de Sanidad Vegetal de 1972 a 1973 como Jefe de Centro de Reproducción de Insectos Benéficos en Martínez de la Torre, Ver. En 1973 entró a trabajar en el Departamento de Plaguicidas de la misma institución hasta el año de 1984 teniendo como responsabilidades el control y registro de plaguicidas a nivel nacional. En 1984 entró a Ciba-Geigy Mexicana S.A. de .C.V. como Jefe de Registros y de 1987 a la fecha es responsable de la Gerencia de Investigación y Desarrollo.

Experiencia en docencia: Es entrenador en el área de presentaciones efectivas habiendo impartido varios cursos en esta materia dentro de la empresa. Ciba-Geigy. En 1997 fue Profesor de tiempo parcial en el ITESM Campus Querétaro impartiendo la cátedra de Plaguicidas Agrícolas.

Actividades en Organismos Científicos: Ha participado en IAP A.C., como Coordinador de Programas y Tesorero en dos ocasiones. En la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza ha sido Vocal, Tesorero y Presidente de la misma de 1990 a 1992. Organizó el Comité de Acción para la Resistencia a Herbicidas (HRAC-México) siendo el primer Presidente del mismo actualmente en funciones.

CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos sobre <i>Phalaris spp.</i>	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Descripción Botánica	3
2.1.3. Taxonomía y distribución	4
2.1.4. Biología e importancia	5
2.2. Aspectos de la resistencia de la maleza a herbicidas	6
2.2.1. Definición de resistencia, tolerancia, resistencia cruzada y resistencia múltiple	6
2.2.2. Descubrimiento de la resistencia	8
2.2.3. Naturaleza de la resistencia: factores que influyen	8
2.2.4. Casos reportados de resistencia a herbicidas	11
2.3. Prevención y manejo de la resistencia	11
2.4. Resistencia de <i>Phalaris spp</i> a herbicidas	14
2.5. Trabajos de control químico contra <i>Phalaris spp</i> resistente	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Bioensayos	17
3.1.1. Localización de los experimentos	17
3.1.2. Características de los sitios experimentales	17
3.1.3. Clima	17
3.1.4. Suelo	18
3.1.5. Diseño experimental	18
3.1.6. Tratamientos	18
3.1.7. Preparación de los experimentos	20
3.1.7.1. Colecta e identificación de especies de <i>Phalaris spp</i>	20
3.1.7.2. Trabajo de instalación	21
3.1.7.3. Aplicación de los tratamientos	22
3.1.8. Evaluaciones	22
3.2. Experimentos de campo	23
3.2.1. Experimentos realizados en áreas con presencia de <i>Phalaris spp</i> resistente	24
3.2.1.1. Tratamientos aplicados en preemergencia	24
3.2.1.2. Tratamientos aplicados en postemergencia	26

3.2.2. Experimentos realizados en áreas con presencia de <i>Phalaris spp</i> susceptible	Pag. 31
3.3. Análisis de resultados	33
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Bioensayos	34
4.1.1. Bioensayos de invernadero	34
4.1.1.1. <i>Phalaris minor</i>	34
4.1.1.2. <i>Phalaris paradoxa</i>	35
4.1.2. Bioensayos de campo	36
4.1.3. Discusión de resultados de los bioensayos	38
4.2. Experimentos de campo	39
4.2.1. Experimentos realizados en áreas con presencia de <i>Phalaris spp</i> resistente	39
4.2.1.1. Tratamientos aplicados en preemergencia	39
4.2.1.2. Tratamientos aplicados en postemergencia	40
4.2.2. Experimentos realizados en áreas con presencia de <i>Phalaris spp</i> susceptible	46
4.3. Discusión de resultados de los experimentos de campo	48
V. CONCLUSIONES	50
VI. BIBLIOGRAFÍA	51
VII. APÉNDICE	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro n°		Pag.
1	Caracteres de identificación interespecíficos de <i>Phalaris spp.</i>	5
2	Valoración del riesgo de desarrollar resistencias: Evaluación de las alternativas.	10
3	Tratamientos evaluados en los bioensayos de invernadero sobre dos poblaciones de alpiñillo (resistente y susceptible a herbicidas). Chapingo, Méx. 1997.	19
4	Tratamientos evaluados en el primer bioensayo de campo para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1998.	19
5	Tratamientos evaluados en el segundo bioensayo de campo para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1998.	20
6	Componentes nutricionales de la solución empleada en los bioensayos de invernadero.	21
7	Escala de puntuación propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar control de malezas y fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica y puntual.	23
8	Tratamientos evaluados en preemergencia para el control químico de poblaciones resistentes de <i>Phalaris paradoxa</i> . Hornitos, Pénjamo, Gto., 1998.	25
9	Tratamientos de mezclas de herbicidas y su interacción con densidades de siembra para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente. La Cal, Pénjamo, Gto. 1999.	26
10	Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente. Irapuato, Gto. 1998.	27
11	Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron, terbutrina e isoproturon para el control de <i>Phalaris paradoxa</i> resistente. Pénjamo, Gto. 1998.	28
12	Tratamientos de clodinafop, fenoxaprop y tralkoxidim para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.	28
13	Tratamientos con triple mezcla y su interacción con la aplicación del riego de auxilio para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.	29

Cuadro n°		Pag.
14	Tratamientos con triples mezclas y su interacción con la densidad de siembra para el control de <i>Phalaris minor</i> resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.	30
15	Tratamientos de clodinafop solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina para controlar poblaciones resistentes de <i>Phalaris minor</i> . Pénjamo, Gto. 1999.	31
16	Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron, terbutrina e isoproturon para el control de <i>Phalaris paradoxa</i> susceptible. Pénjamo, Gto. 1998.	32
17	Tratamientos de formulaciones de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con diversos surfactantes para el control de <i>Phalaris minor</i> susceptible. Irapuato, Gto. 1999.	33
18	Porcentaje de control y peso fresco de follaje de <i>Phalaris minor</i> resistente a herbicidas. Chapingo, Méx. 1997.	35
19	Porcentaje de control y peso fresco de follaje de <i>Phalaris minor</i> susceptible a herbicidas. Chapingo, Méx. 1997.	35
20	Porcentaje de control y peso seco fresco de follaje de <i>Phalaris paradoxa</i> resistente a herbicidas. Chapingo, México. 1997.	36
21	Porcentaje de control y peso fresco de follaje de <i>Phalaris paradoxa</i> susceptible a herbicidas. Chapingo, México. 1997.	36
22	Porcentaje de control de <i>P. minor</i> a diversas dosis de clodinafop propargil en condiciones de campo. Irapuato, Gto. 1998.	37
23	Porcentaje de control y peso fresco de follaje de <i>P. minor</i> 45 DDA. Irapuato, Gto. 1998.	37
24	Número de alpiestillos/m ² , espigas/m ² y rendimiento de grano de trigo. Pénjamo, Gto. 1998.	39
25	Número de alpiestillos/m ² y su interacción con la densidad de siembra. Pénjamo, Gto. 1999.	40
26	Porcentaje de control de <i>Phalaris minor</i> . San José de los Naranjos, Irapuato. Gto. 1998.	41
27	Porcentaje de control de <i>Phalaris paradoxa</i> . Hornitos, Pénjamo, Gto. 1998.	42

Cuadro n°		Pag.
28	Número de plantas y espigas de <i>Phalaris paradoxa</i> /m ² , y macollos de trigo. Hornitos, Pénjamo, Gto. 1998.	42
29	Rendimiento de trigo (kg/ha) en el control químico de poblaciones resistentes de <i>Phalaris paradoxa</i> . Hornitos, Pénjamo Gto. 1998.	43
30	Porcentaje de control de <i>Phalaris minor</i> y rendimiento de trigo. Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. 1999.	43
31	Porcentaje de control de <i>Phalaris minor</i> . Guadalupe de Rivera, Irapuato. Gto. 1999.	44
32	Porcentaje de control de <i>Phalaris minor</i> y rendimiento de trigo en interacción con la densidad de siembra. Irapuato, Gto. 1999.	45
33	Porcentaje de control y peso fresco de <i>Phalaris minor</i> y rendimiento de grano de trigo. La Cal, Pénjamo. Gto. 1999.	46
34	Porcentaje de control de <i>Phalaris paradoxa</i> susceptible en el cultivo de trigo. Providencia de Negrete, Pénjamo Gto. 1998.	47
35	Porcentaje de control de <i>Phalaris minor</i> susceptible. Irapuato, Gto. 1999.	47

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro n°		Pag.
1	Análisis de varianza de los bioensayos de invernadero.	56
2	Análisis de varianza de los bioensayos de campo.	56
3	Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en preemergencia.	56
4	Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en postemergencia para alpastillo resistente a herbicidas.	57
5	Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en postemergencia para alpastillo susceptible a herbicidas.	57
6	Características de las principales especies de <i>Phalaris</i> presentes en México.	58
7	Clave para la identificación de especies del género <i>Phalaris</i> . (Fuente: CIBA GEIGY, 1981).	59
8	Clasificación de los herbicidas de acuerdo a su modo de acción (HRAC, 1997).	60
9	Mecanismos de resistencia a herbicidas. HRAC. 1995	
10	Relación de muestras de alpastillo de áreas con presencia de biotipos con historial de resistencia. Guanajuato, Mex. 1999.	

RESUMEN

Javier Morgado Gutiérrez

ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR ALPISTILLO (*Phalaris spp*) RESISTENTE A HERBICIDAS ARYLOXYPHENOXYPROPIONATOS Y CYCLOHEXANODIONAS EN TRIGO (*Triticum vulgare* L.) COMO PARTE DE UN MANEJO INTEGRADO

Diciembre de 1999

(Bajo la dirección de Tafoya Razo J.A.)

Se realizó una investigación con objeto de confirmar la resistencia y su nivel en biotipos de *Phalaris minor* y *P. paradoxa* hacia los herbicidas de uso convencional en la región de El Bajío, realizándose bioensayos de invernadero y campo. Después de confirmar la resistencia se ensayaron estrategias de control a nivel de campo, empleando herbicidas, dosis, mezclas de herbicidas, épocas de aplicación y densidades de siembra de trigo. La resistencia presente fue del tipo cruzada y el mayor nivel de resistencia fue para el Fenoxaprop-p-etyl con 82% más que clodinafop y 190% más que Tralkoxidim. La mezcla de herbicidas Clofinafop + Clorotoluron + Terbutrina (60 + 800 + 87.5 g ia/ha respectivamente) aplicados en postemergencia fue la mejor alternativa química de control e integrada con las densidades de siembra de 200 y 250 kg/ha mejoró en un 10% su control y aumentó 800 kg/ha el rendimiento de grano. La aplicación de la triple mezcla en días más cercanos al riego redujo la fitotoxicidad hacia el trigo.

PALABRAS CLAVE: *Phalaris spp*, *Triticum vulgare*, herbicidas, resistencia, densidades, épocas.

ABSTRACT

Javier Morgado Gutierrez

STRATEGIES TO CONTROL CANARY GRASS (*Phalaris spp*) RESISTANT TO HERBICIDES ARYLOXYPHENOXYPROPIONATE AND CYCLOHEXANODIONES ON WHEAT (*Triticum vulgare* L.) AS PART OF AN IWM MODEL.

Diciembre de 1999

(Under direction of Tafoya Razo J. A.)

This research was carried out to confirm the level of resistance in biotypes of *Phalaris minor* and *P. paradoxa* to the herbicides currently recommended in the Bajío region, these bioassays were conducted under greenhouse and field conditions once resistance was confirmed we tested strategies to control these weeds in the field using herbicides, rates, mixtures of herbicides, application timings, and seed densities of wheat. Cross resistance was found and the major level of resistance seen was for the herbicide Fenoxaprop-p-ethyl with 82% more than Clodinafop and 190% more than Tralkoxidim. The mixture of herbicides Clodinafop + Chlortoluron + Terbutryn (60 + 800 + 87.5 g ai/ha) in postemergence applications was the best chemical control choice and integrated to the right seed densities found in 200 and 250 kg/ha which increased the weed control in 10% and raise the yield in 800 kg/ha of wheat grain. The application of the triple mix in the days closer to the second irrigation reduce the phytotoxicity showed in the crop.

KEY WORDS: *Phalaris spp*, *triticum vulgare*, herbicides, resistance, densities, timing.

I. INTRODUCCIÓN

El control químico de la maleza es una práctica que se ha generalizado en muchos cultivos a partir del descubrimiento del 2,4-diclorofenoxiacético. El éxito de ésta práctica en forma selectiva radica en el poder que tienen los herbicidas de cambiar el metabolismo de las plantas, de tal manera que impiden el crecimiento y desarrollo de las malezas sin afectar a los cultivos, sin embargo, existen reportes de herbicidas que no alcanzan el control esperado en algunas especies de maleza, lo que podría deberse a diversos factores como edad de las plantas, estado hídrico, volumen de aplicación, dosis y presencia de biotipos tolerantes y/o resistentes a estos productos (Gill *et al.*, 1991 y Byrd *et al.*, 1997). Este último factor ha sido considerado como una respuesta al uso continuo y prolongado de algunos herbicidas (York y Slife, 1981), lo que ha favorecido cambios en las poblaciones de malezas y ha incrementado los problemas de las mismas en diversos cultivos. Por ejemplo, uno de los mayores problemas en cereales ha sido la aparición de malezas gramíneas difíciles de controlar (Green, 1973), de las cuales, se han señalado a la *Avena fatua*, *Phalaris minor* y *P. paradoxa* como las especies más frecuentes, altamente competitivas y resistentes a los herbicidas usados comúnmente en los cultivos de trigo (Callejas, 1997).

Respecto a estas especies, se han reportado las siguientes evidencias: En México se han constituido en el principal problema del cultivo de trigo en todas las regiones productoras, las cuales en diversos grados de infestación han ocasionado grandes pérdidas en el rendimiento. Asimismo han mostrado cierta resistencia a los herbicidas fenoxaprop y clodinafop desde hace más de diez años y actualmente sus repercusiones se traducen a grandes pérdidas económicas en el norte del país y en El Bajío (Callejas, 1997), por lo que ha dificultado y encarecido su control en el cultivo de trigo. En la India se reporta la existencia de más de 80,000 hectáreas de trigo con problemas de *Phalaris* resistente a isoproturon (Callejas, 1997). En países como Australia, USA, Sudáfrica e Inglaterra diversas gramíneas han desarrollado resistencia a diclofop metil y a otros herbicidas, por el uso continuo y prolongado de éstos; por lo que se encuentran considerados dentro del grupo de herbicidas de alto riesgo de resistencia (Holt, 1990).

Para el caso de México, también es el resultado de la creciente dependencia de los herbicidas; que ha llevado a una reducción del uso de las técnicas tradicionales para el control de la maleza en algunos cultivos como el trigo. La razón de este hecho, es que todas las poblaciones de maleza, con independencia de la aplicación de cualquier herbicida, contienen probablemente plantas individuales (biotipos) que son resistentes a los herbicidas, por lo que el uso repetido de uno de estos, expone a la población a una “presión de selección” que puede conducir a un aumento del número de individuos resistentes, supervivientes, en la población. Como consecuencia, la población de malezas resistentes puede aumentar hasta el punto que no se pueda alcanzar un control adecuado con la aplicación de ese herbicida según Hill (1982).

Para retardar la aparición de malezas resistentes, diversos investigadores han señalado el uso de mezclas de herbicidas como una alternativa posible, ya que se ejercería menor presión de selección sobre poblaciones sujetas a control (York y Slife, 1981). Otros proponen la combinación de diversas técnicas como el uso de mezclas, la secuencia de herbicidas y la rotación de cultivos y prácticas de manejo de éstos; de tal forma que se puedan utilizar todos los métodos disponibles de modo económico (HRAC, 1997).

Con base a lo anterior y considerando los problemas que representan *Phalaris minor* y *P. paradoxa* como especies resistentes a los herbicidas convencionales en el cultivo de trigo en las diversas zonas trigueras del país, se planteó este trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

1. Determinar si las especies *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa* que invaden el cultivo de trigo presentan resistencia a los herbicidas convencionales y selectivos al cultivo.
2. Diseñar estrategias de manejo que controlen satisfactoriamente las poblaciones de *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa* resistentes a los herbicidas convencionales en el cultivo de trigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos sobre *Phalaris spp*

2.1.1. Generalidades

La especie *Phalaris minor* se conoce comúnmente como alpiste silvestre o cola de zorra en diferentes regiones de México; en otras regiones del mundo se conoce como alpiste, zacate canario del mediterráneo y alpiste de semilla chica. Su origen no está bien definido, pero se especula que es originaria de las Islas Canarias situadas en el Mediterráneo, por haberse encontrado en esta región la mayor diversidad de especies del género *Phalaris* (Villarias, 1979). Su importancia radica en que se encuentra asociado en muchos cultivos como una maleza difícil de controlar por métodos químicos, especialmente en cebada, trigo y arroz (Espinosa y Sarukhán, 1997, Villaseñor y Espinosa, 1998).

2.1.2. Descripción botánica

El género *Phalaris* pertenece a la familia poaceae, su denominación proviene del griego “phalaros” = brillante, que hace alusión a las espiguillas relucientes o plateadas (Villarias, 1979). Diversos autores describen a *Phalaris minor* Retz como una planta erecta, anual, amacollada, de color verde azulado; de tallos débiles, ligeramente doblados hacia la base y ramificados, de 30 a 90 cm de altura (o aún más). **Culmo** liso. **Hojas** con vaina más corta que el entrenudo, de 3.5 a 9 cm de largo, abierta hasta la base con borde festoneado hialino, cuando la hoja es joven los bordes se superponen, lígula laminar de 4 a 9 mm de alto, ápice convexo, entero o apenas dentado, amplexicaule o semiamplexicaule, fusionada con los bordes de la vaina; lamina lanceolada u oblongo-lanceolada de 5 a 30 cm de largo y 0.6 a 1.1 cm de ancho, ápice acuminado, base conspicuamente auriculada, completamente lisa y glabra o escábrida en el envés, plana. **Inflorescencia** paniculada espiciforme y cilíndrica, de 2.5 a 8 cm de largo y de 1.1 a 1.6 cm de ancho; espiguillas fuertemente comprimidas con un flósculo fértil y una lema estéril de 5 a 5.5 mm de largo y 3 mm de ancho, articulados por encima de las glumas que son iguales, plegadas, con tres nervios muy conspicuos y quilla alada, acuminadas, más grandes que el

flósculo fértil; lema estéril linear, de 1.5 a 2 mm, lema fértil de 3 mm de largo, endurecida, acuminada, plegada y pilosa; palea oculta por la lema, binervada. **Fruto:** cariopside (Marzocca, 1976; Villarias, 1979; Parker, 1984; Espinosa y Sarukhán, 1997; Villaseñor y Espinosa, 1998).

2.1.3. Taxonomía y distribución

La clasificación botánica de las especies de *Phalaris spp* ha sido establecida de la siguiente forma según Espinosa y Sarukhán (1997):

Reino	Vegetal
División	Magnolophyta
Clase	Liliatae
Subclase	Commelinidae
Orden	Pyperales
Familia	Gramineae (Poaceae)
Subfamilia	Festucoideae
Tribu	Phalaridae
Género	<i>Phalaris</i>
Especie	<i>Phalaris minor</i> y <i>Phalaris paradoxa</i>
Nombre común	Alpiste silvestre

Existen diversas especies que se encuentran agrupadas por este género distribuidas en todo el mundo y descritas por diversos autores; por ejemplo, Marzocca (1976) describe cinco especies: *Phalaris angusta* Nees ex Trin., *Phalaris canariensis* L, *Phalaris minor* Retz, *Phalaris paradoxa* L y *Phalaris platensis* (Arech.) Parodi; Villarias (1979) cita a *Phalaris brachystachys* Link, *Phalaris hispanica* Coincy, *Phalaris minor* Retz y *Phalaris paradoxa* L; Parker (1984) describe a dos especies: *Phalaris minor* Retz y *Phalaris caroliniana* Walt; Lebgue y Valerio (1986) señalan cuatro especies: *Phalaris arundinacea* L, *Phalaris canariensis* L, *Phalaris caroliniana* Walt y *Phalaris paradoxa* L; Espinosa y Sarukhán (1997) solo describen a *Phalaris minor*; Villaseñor y Espinosa (1998) menciona a *Phalaris canariensis* L, *Phalaris caroliniana* Walt, *Phalaris americana* Ell, *Phalaris occidentalis* Nutt, *Phalaris minor* Retz y *Phalaris paradoxa* L. Sólo *Phalaris paradoxa* y *Phalaris minor* son las que se encuentran distribuidas en las diversas regiones trigueras de México, siendo *Phalaris minor* la de mayor frecuencia e incidencia; esta última se describe como una especie importante que se desarrolla en los jardines, diversos cultivos de riego y en lugares perturbados. Los mayores daños los causa en cultivos de cebada y trigo; y sobre todo se reporta como muy nociva en las zonas trigueras del norte del país y El

Bajío. Puede encontrarse en floración de junio a noviembre y en condiciones de altitud de 2250 a 2350 msnm. Es una especie muy conocida en Baja California, Sonora, Michoacán, Edo. de México y Guerrero (Espinosa y Sarukhán, 1997; Tafoya, 1997).

Para diferenciar *Phalaris minor* y *P. Paradoxa* de otras especies involucradas en este género, se describen los caracteres de identificación interespecíficos (Cuadro 1), Según Villarias (1979). Por otro lado en el cuadro 6 del apéndice indican las principales características de estas especies reportadas para México (Häfliger and Scholz, 1981)

Cuadro 1. Caracteres de identificación interespecíficos de *Phalaris spp.*

Caracteres	<i>P. brachystachys</i>	<i>P. hispanica</i>	<i>P. minor</i>	<i>P. paradoxa</i>
Forma de la inflorescencia	Panícula especiforme corta, oblonga	Panícula especiforme larga, engrosada en el medio	Panícula especiforme corta, subcilíndrica	Panícula especiforme larga, engrosada hacia el ápice
Color de la inflorescencia	Verde blanquecino	Verde	Verde blanquecino o violáceo	Verde o verde amarillento
Ala de la quilla de las glumas	Ancha, entera o algo denticulada	Ancha, poco denticulada o entera	Estrecha, muy dentada o aserrada	Entera, prolongada en punta
Glumilla	Vellosas	Glabrescentes	Vellosas	Glabrescentes
Relación pedicelo espiguilla	$\cong 0$	>1	> 1	$= 1$

Fuente: Villarias, 1979.

2.1.4. Biología e importancia

Phalaris minor Retz es una gramínea conocida comúnmente como alpiste. Es una maleza que se encuentra infestando los cultivos de trigo y arroz en diversas partes de la República Mexicana y en el mundo. Su control se hace difícil cuando estos cultivos se siembran en rotación. Esta maleza presenta características que le dan cierta particularidad con respecto a otras especies; por ejemplo: la temperatura óptima requerida para la germinación de las semillas es de 10 a 15 °C; decrece la germinación al disminuir la temperatura. Por arriba de los 30 °C no germinan y se inhibe abajo de los 5 °C (Bhan y Bhaskar Chaudhary, 1976). Otras observaciones de Kumar y Kataria (1977), señalan que la germinación de la semilla de alpiste se extiende por más de 9 semanas dependiendo de la disponibilidad de humedad del suelo; y la germinación temprana se lleva a cabo en las semillas que se encuentran de 3 a 4 cm de profundidad del suelo, las cuales tienden a desarrollar más macollos y producir semilla con mayor peso de testa, comparado con las que germinan a mayor profundidad. El porcentaje de germinación, número de macollos y panículas por planta son menores en *Phalaris minor* que en avena silvestre (*Avena ludoviciana*

L.); el número de nudos, hojas y semillas producidas por planta son mayores en alpiste que en avena silvestre; y la emergencia de la espiga no difiere significativamente entre las dos especies (Bansal y Singh, 1984). La relación raíz/parte aérea en alpiste es de 1:9, comparada con 1:11 en trigo; esto ha permitido explicar el porqué las especies de malezas con alta relación raíz/parte aérea tienen mayor expectativa para utilizar los recursos del suelo en comparación a las plantas cultivadas, y ser más competitivas. El número de estomas por milímetro cuadrado de área foliar de *Phalaris minor* fue de 105, comparado con 65 en trigo; y se cree que es una de las razones por lo que esta especie absorbe mayores cantidades de agua del suelo y presenta una fuerte competencia al trigo por este recurso (Rao y Agarwal, 1984). *Phalaris minor* presenta un gran desarrollo radical y alto número de estomas que le permiten utilizar los nutrientes del suelo a expensas del desarrollo del cultivo de trigo (Vengris *et al*, 1953). Por último, *Phalaris minor* tiene en promedio seis hojas y produce de 300 a 450 semillas por panícula (Bhan y Blaskar Choudhary, 1976).

2.2. Aspectos de la resistencia de la maleza a los herbicidas

La resistencia de las malezas a los herbicidas afecta a muchos sectores relacionados con la agricultura, existiendo el temor de que en un caso extremo de resistencia, se pueda perder la valiosa herramienta que ha sido esencial hasta ahora, para el control eficaz de las malas hierbas. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los problemas de resistencia son manejables a través del uso integrado de las tecnologías disponibles para el control de malas hierbas.

2.2.1. Definición de resistencia, tolerancia, resistencia cruzada y resistencia múltiple

El Comité de Acción Para la Resistencia a Herbicidas (HRAC, 1997) ha definido los términos de tolerancia, Resistencia, Resistencia cruzada y Resistencia múltiple de la siguiente manera:

Resistencia. La capacidad natural y heredable de algunos biotipos de malas hierbas de una población determinada para sobrevivir a un tratamiento herbicida, que debería controlar con

eficacia esa población en las condiciones normales de uso. La selección de biotipos resistentes ocasiona fallas en el control.

Tolerancia. La sobrevivencia de los individuos de una población de una especie de maleza a la aplicación de un herbicida, el cual es letal para otras especies. Otro concepto que se ajusta al contexto, es el que describe Robles (1990), como la capacidad de una planta, variedad o especie de recuperarse del daño causado por insectos o por fitopatógenos. Desde el punto de vista agronómico, se dice que existe tolerancia cuando después del daño la especie cultivada no sufre pérdidas significativas en su rendimiento y/o su reducción en la calidad.

Resistencia cruzada. Es la resistencia a dos o más herbicidas debida a un mismo mecanismo fisiológico. Se señala que la presencia de un mecanismo puede complicar la selección de herbicidas alternativos como herramienta para controlar un caso de resistencia. Por ello, la estrategia de control debe incorporar algo más que un simple cambio de producto.

Resistencia múltiple. Sucede cuando la resistencia a varios herbicidas está basada en dos o más mecanismos en la misma planta. Para explicar más adecuadamente lo anterior, es conveniente que se describan estos mecanismos:

Mecanismos de resistencia. Se trata del proceso por el cual una planta resistente supera el efecto de un herbicida. El mecanismo presente influirá en el tipo de resistencia, en particular el perfil de la resistencia cruzada y la respuesta a las dosis. Los más comunes son, según Le Baron (1982) y la HRAC (1997), los siguientes:

- **Alteración del sitio de acción dentro de la planta.** Puede significar que un herbicida ya no se fije en su lugar normal de acción debido a un cambio en la estructura del objetivo, permitiendo a la planta sobrevivir así al tratamiento herbicida, que basa su actividad en este objetivo.

- **El metabolismo incrementado.** Significa que la planta resistente puede degradar un herbicida a sustancias no fitotóxicas más rápidamente que una planta sensible normal y, por lo tanto, sobrevivir al tratamiento herbicida de forma parecida a muchos cultivos.
- **La compartimentación o aislamiento.** Significa que el herbicida es apartado de las partes sensibles de la célula vegetal y llevado a un lugar tolerante, como una vacuola, donde es inocuo para el crecimiento vegetal.

Se mencionan otros mecanismos en el cuadro 9 del apéndice los cuales son considerados de menor importancia (powles and Preston, 1995)

2.2.2. Descubrimiento de la resistencia

Se atribuye a Harper (1956), en advertir la posible aparición de resistencia a herbicidas, por hacer una analogía de lo que ocurría con otras poblaciones animales y vegetales (Le Baron, 1982). Sin embargo, otros habían especulado sobre este fenómeno en especies vegetales a herbicidas con mucha anterioridad tales como Blackman (1950), Pfeiffer y Zeller (1953), citados por Le Baron (1982).

Sin embargo, la evidencia específica de resistencia a herbicidas la reportó Ryan (1970), quien encontró que después de controlar satisfactoriamente a *Senecio vulgaris* L. con dosis letales de simazina durante varios años, la planta dejó de mostrar efecto a la aplicación convencional y en años posteriores, en la misma región, se reportaron casos de resistencia a triazinas, por parte de especies de los géneros *Amaranthus* y *Chenopodium*, las cuales inicialmente se habían mostrado susceptibles a dichos herbicidas.

2.2.3. Naturaleza de la resistencia: factores que influyen

El desarrollo de la resistencia en un campo es un proceso de selección. Se supone que un pequeño número de plantas de cualquier población de malas hierbas es resistente de forma natural a cualquier herbicida, y que la aplicación repetida de este herbicida permitirá a esas

plantas sobrevivir y producir semillas. Otra forma de explicar lo anterior, está basado en las diferencias en susceptibilidad o resistencia entre biotipos de la misma especie que pueden ser explicados en términos de diferencias morfológicas o fisiológicas que afectan la concentración del herbicida o metabolitos fitotóxicos que actúan en el sitio de acción. Se tiene conocimiento que los factores que determinan la resistencia están ligados principalmente a la presión de selección que ejerce el herbicida, es decir, cuanto mayor sea la mortalidad real causada por el herbicida, mayor será la presión a seleccionar individuos resistentes; así también, el uso continuo de un herbicida en condiciones de monocultivo, especialmente si es persistente y posee un mecanismo de acción muy específico, puede provocar la evolución de resistencia en pocos años. Después de un periodo de varias generaciones el biotipo resistente puede dominar en la población vegetal (Valverde, 1995).

Existen varios factores que permiten el desarrollo y aparición de la resistencia, según Radosevich y Holt (1984) y Powles y Preston (1995); algunos están relacionados con la **biología de la especie de maleza en cuestión y el cultivo de interés**, otros con algunas **prácticas de manejo del cultivo particulares**, tales como la persistencia del herbicida, la susceptibilidad del biotipo, la densidad de población, la habilidad de la maleza para producir semilla cuando ésta no se muera completamente después de una aplicación, el reservorio y letargo de semillas susceptibles en el suelo, las dosis de aplicación, el número de aplicaciones por ciclo, el tipo de suelo, las condiciones ambientales y los mecanismos de acción del herbicida (Le Baron, 1982; HRAC, 1997). Finalmente, el descuido de cualquiera de estos factores en la práctica, será el riesgo de resistencia que se genere en las variadas especies de maleza (Cuadro 2).

1. Biología y genética de la especie de mala hierba

- Número de individuos por unidad de superficie o densidad de la maleza. Como se supone que las plantas resistentes están presentes en todas las poblaciones naturales, cuanto más alta sea su densidad, más elevada será la probabilidad de que algunos individuos resistentes estén presentes.

- Frecuencia natural de plantas resistentes en la población. Algunas especies de malas hierbas tienen una propensión mayor para desarrollar resistencia; esto está relacionado con la diversidad genética dentro de la especie y, en la práctica, se refiere a la frecuencia de individuos resistentes dentro de la población natural.
- Latencia potencial de las semillas en el suelo. Las especies vegetales con latencia más prolongada en el suelo tienden a mostrar un desarrollo más lento de la resistencia bajo la misma presión de selección, ya que la germinación de nuevas plantas sensibles tienden a diluir la población resistente.

2. Prácticas de cultivo que favorecen el desarrollo de la resistencia

- Uso frecuente de herbicidas con modo de acción similares. La combinación del “uso frecuente” y del “modo de acción similar” es el factor más importante en el desarrollo de la resistencia a herbicidas.
- Rotación de cultivos con importante dependencia en los herbicidas. La rotación de cultivos es importante ya que va a determinar la frecuencia y el tipo del herbicida aplicable. Es también el principal factor en la selección de opciones de escarda no química, además, el ciclo de varios cultivos tendrá un fuerte impacto en la flora arvence presente.
- Uso escaso de métodos no químicos de escarda. Los métodos culturales o no químicos para el control de malas hierbas, incorporados en un sistema integrado, son esenciales para el desarrollo de un mejor manejo de los cultivos.

Cuadro 2. Valoración del riesgo de desarrollar resistencias: Evaluación de las alternativas.

OPCIONES	RIESGO DE RESISTENCIA		
	BAJO	MODERADO	ALTO
Mezcla de herbicidas o rotación en la alternativa	>2 modos de acción	2 modos de acción	1 modo de acción
Tipo de control en la alternativa	Cultural *, mecánica y química	Cultural y química	Únicamente químico
Empleo del mismo modo de acción por temporada	Una vez	Más de una vez	Muchas veces
Alternancia de cultivos	Rotación completa	Rotación limitada	Monocultivo
Situación de la resistencia a ese modo de acción	Desconocida	Limitada	Frecuente
Densidad de la infestación de malas hierbas	Baja	Moderada	Alta
Control obtenido en los últimos 3 años	Bueno	Decreciendo	Bajo

*Se refiere a el laboreo, cultivos competitivos, falsa siembra, barbecho, etc.

Fuente: HRAC, 1997.

2.2.4. Casos reportados de resistencia a herbicidas

La resistencia de malezas a herbicidas comenzó a vislumbrarse alrededor de 1950. En años recientes los reportes de resistencia se han multiplicado. De acuerdo con Holt y Le Baron (1990), era conocido que 55 especies de maleza tenían biotipos resistentes a triazinas y estaban presentes en 31 estados de U.S.A., 4 provincias de Canadá, 18 países de Europa, así como Israel, Japón, Australia y Nueva Zelanda.

En la actualidad se han registrado más de 150 biotipos de gramíneas y dicotiledóneas resistentes en unos 50 países de todo el mundo (Heap, 1997). La resistencia a otro tipo de herbicidas ha sido limitada, pero se conocen biotipos resistentes a trifluralina, paraquat, diclofop metil, ureas sustituidas y sulfonil ureas. Así también, algunos biotipos resistentes han mostrado resistencia múltiple a herbicidas de diferentes grupos y pueden desarrollar resistencia a herbicidas con diferente modo de acción (Souza, 1991). Sin embargo, los autores anteriormente citados señalan que a pesar de este desarrollo aparentemente dramático, los herbicidas no se han perdido para la agricultura; son todavía, y serán, una parte integral de la producción agrícola mediante su empleo eficaz en combinación con otras técnicas de control de malas hierbas.

2.3. Prevención y manejo de la resistencia

Con frecuencia la resistencia llega a ser un problema debido a una alta presión de selección ejercida durante varios años sobre una población de malas hierbas. Esto puede ser resultado del uso repetido del mismo herbicida, o de varios herbicidas con el mismo modo de acción, y está asociada al monocultivo y a las prácticas de laboreo reducido. Por lo tanto, la clave del manejo de la resistencia consiste en reducir la presión usando una combinación de las siguientes técnicas: las mezclas o secuencias de herbicidas, las rotaciones de cultivo y las prácticas de cultivo (HRAC, 1997).

Lo anterior supone que la mejor manera para manejar la resistencia a herbicidas es empleando el control integrado de las malas hierbas. Por lo que diversos investigadores señalan

que la prevención de la resistencia es otra opción más fácil y más barata que el manejo de la resistencia confirmada. Así mismo, se ha demostrado que el simple cambio de herbicida no es suficiente para vencer la resistencia, por lo que se necesita desarrollar un sistema integrado y sostenible para cada campo en particular (Powles y Matthews, 1992).

El manejo integrado de malas hierbas se ha definido como la utilización de una serie de técnicas de control, incluyendo métodos físicos, químicos y biológicos de forma conjunta sin dependencia excesiva en cualquiera de ellos (Powles y Matthews, 1992). Con base en lo anterior, se deben resaltar las tres áreas claves del manejo de malezas: agronomía del cultivo, técnicas culturales y uso de herbicidas. Respecto a este último, se menciona que cuando se emplean de forma integrada y alternante sirven para reducir la presión de selección sobre cualquier especie de mala hierba y, por lo tanto, disminuir sustancialmente la probabilidad de supervivencia de las resistentes, por lo que la combinación de las siguientes técnicas conducirían al buen manejo de la resistencia y a reducir la presión de selección:

1. Las mezclas o secuencias de herbicidas con diferentes modos de acción, son especialmente importantes para prevenir o superar la resistencia basada en diferencias en el sitio de acción. Es importante considerar que cuando se planifica un programa de control de malezas, se deben escoger productos de distintos modos de acción para controlar la misma hierba, tanto en aplicaciones sucesivas como con mezclas. Así mismo, para que sean eficaces los herbicidas usados en mezclas o en secuencias, estos deben tener eficacia similar contra la mala hierba objetivo. Con base en lo anterior, se deben tener las siguientes consideraciones para la rotación de grupos químicos: evitar la aplicación continua del mismo herbicida o de herbicidas con el mismo tipo de acción en el mismo campo; limitar el número de aplicaciones de un herbicida o herbicidas con el mismo tipo de acción en un mismo periodo de cultivo; donde sea posible, emplear mezclas o tratamientos secuenciales de herbicidas con distinto modo de acción pero que sean activos contra las mismas hierbas a controlar; emplear herbicidas no selectivos para controlar emergencias tempranas de malas hierbas (antes de la emergencia del cultivo) y/o malezas supervivientes (HRAC, 1997).

Es importante señalar que la rotación o mezcla de herbicidas por sí sola no es suficiente para prevenir el desarrollo de la resistencia; sin embargo, su empleo en asociación con alguna otra medida de control (cultural o mecánica) pueden ser más eficientes. Así mismo, si la resistencia se debe a un incremento del metabolismo esta medida puede ser útil, ya que los procesos metabólicos pueden ser específicos para cierto tipo de moléculas y es necesario un estudio empírico para determinar las mejores combinaciones de herbicidas (HRAC, 1997).

El empleo de mezclas de herbicidas puede ser muy útil para prevenir el establecimiento de malas hierbas resistentes. Para que sean efectivas deberán incluir ingredientes activos que sean muy eficaces (ambas) sobre la especie objetivo e incluir ingredientes activos de distinto grupo de modo de acción (HRAC, 1997).

2. La rotación de cultivos tiene como principio el de evitar cultivos sucesivos en el mismo campo que requieran herbicidas con el mismo modo de acción para el control de las mismas especies de malas hierbas. Permite el empleo de diversas alternativas tales como el uso de diferentes herbicidas o técnicas de cultivo que puedan crear distintos ambientes de desarrollo para cambiar la flora arvense. El empleo de varios cultivos permiten la rotación de herbicidas con diferente modo de acción. El periodo de crecimiento de la maleza puede ser evitado o alterado. Cultivos con distinta fecha de siembra y diferente preparación del suelo pueden variar las técnicas culturales para controlar un problema particular de malezas. Los cultivos difieren en su habilidad competitiva frente a las malas hierbas, por lo que un cultivo fuertemente competidor tendrá más probabilidades de restringir la producción de semillas de la flora arvense (HRAC, 1997).

3. Las prácticas de cultivo pueden ser adecuadas si se ajustan a las necesidades agronómicas generales. Es conocido que los métodos culturales no ejercen presión de selección química y ayudan eficazmente a reducir la reserva de semillas en el suelo. Las técnicas culturales deben incorporarse en la agronomía general del cultivo y en otras estrategias de control. Algunas de las medidas de control cultural que podrían ser incluidas en algún cultivo determinado son: laboreo superficial o con vertedera antes de sembrar para controlar las plantas nacidas y enterrar semillas no germinadas; retraso de la siembra o plantación para que las primeras nacencias de malas

hierbas puedan ser controladas con un herbicida no selectivo; uso de semilla certificada libre de maleza; pastoreo después de la cosecha donde sea posible; quema de rastrojos donde sea recomendable y permitido, ya que puede reducir la viabilidad de las semillas de las malezas; en casos graves de resistencia confirmada, el campo puede ser segado para heno, para prevenir la producción de semillas de las hierbas.

Finalmente se pueden adoptar o generar nuevos sistemas de cultivo para cambiar todo el proceso de producción, tal es el caso de la región del Valle del Yaqui, Sonora, donde al parecer existen pocos problemas de resistencia a los herbicidas, por el hecho de que la mayoría de los productores no usan estos productos como método principal de control de las malezas; y además, desde hace 15 años aproximadamente adoptaron un nuevo sistema de cultivo de trigo que consiste en “sembrar en camas con irrigación aplicada por medio de surcos entre las camas”, abandonando el sistema convencional “de la siembra continua al ras con riego por inundación” que en muchos lugares sigue vigente. Esto les ha permitido usar otras estrategias además de los herbicidas, incluyendo la irrigación antes de la siembra que permite eliminar la primera generación de malezas durante el proceso de siembra, el cultivo mecánico en los surcos y entre las hileras de las camas durante el crecimiento vegetativo e incluso el deshierbe manual cuando es económicamente posible (Sayre, 1998). Sin embargo, donde se ha conservado el sistema convencional de siembra y han seguido usando herbicidas en forma constante como estrategia principal para el control de la maleza, se tienen problemas de control de *Phalaris*, dichos problemas según este investigador se encuentran en el noroeste del Valle del Yaqui, Sonora.

2.4. Resistencia de *Phalaris spp* a herbicidas

La relación de antecedentes sobre este género están mayormente enfocados a *Phalaris minor*, donde se pone en evidencia la evolución de la resistencia desarrollada hacia los herbicidas comunes en el cultivo de trigo. Por ejemplo, McMahon (1978) y Bernal (1983) señalan que la eficacia del diclofop metil sobre *Phalaris minor* es muy pobre, sobre todo cuando se hacen aplicaciones después de 20 días de la emergencia de esta especie, asimismo, reportan al tribunil con efectos de control pobre.

Otro herbicida que se ha estudiado sobre *Phalaris minor* ha sido el isoproturon, cuyos resultados de control han sido muy pobres cuando las aplicaciones se realizaron 35 días después de la siembra y cuando esta planta presentaba de 5 a 6 hojas verdaderas; sin embargo, el control aumentaba cuando la aplicación se realizaba a los 25 días después de la siembra (Balyan *et al*, 1988, citado por Malik, 1995). En otro reporte se señala que el isoproturon a la dosis de 1.0 ka/ha y aplicado 30 días después de la siembra mostró un pobre control de *Phalaris minor*, mientras que la adición de un surfactante mejoró la eficiencia de este herbicida a la misma dosis (Malik, 1995).

En otros estudios (Balyan *et al* 1993 citados por Malik, 1995), señalan que el diclofop metil es efectivo contra *Avena ludoviciana* y *Phalaris minor*, y que este producto usado en mezclas de tanque con isoproturon puede dar buenos resultados de control sobre estas especies.

Con base en lo anterior, se puede observar que los resultados reportados sobre el diclofop metil y el isoproturon no son contundentes y puede generar incertidumbre al considerar los resultados consignados por Dodge (1989), quien menciona que *Phalaris spp* resistente a triazinas muestran resistencia cruzada a diclofop metil; por lo que sugiere estudios más detallados sobre estas especies cuando haya antecedentes de aplicaciones de triazinas. Este hecho ha marcado el fracaso en el control del alpiñillo en diversos lugares; y los estudios relacionados con ello señalan que la dosis requerida de diclofop metil para reducir el 50% del crecimiento de biotipos resistentes fue de 225-236 g/ha, comparada con 158 g/ha para biotipos susceptibles. De la misma manera los biotipos resistentes también requieren dosis más altas de isoproturon, diclofop metil + isoproturon o pendimetalina + isoproturon (Malik, 1995; Singh, 1995). Este hecho se corrobora al señalarse por la HRAC en el año de 1993 a *Phalaris minor* como especie resistente a fenoxaprop e isoproturon en Israel. En México se ha reportado desde hace más de diez años (Callejas, 1997) y en la actualidad se señalan diversos biotipos resistentes a diclofop metil, fenoxaprop etil, clodinafop propargil y tralkoxidim en la región de El Bajío. Así también, Sayre (1998) reporta un bajo control de fenoxaprop etil sobre *Phalaris minor* y un control regular de clodinafop y barban en la región del noroeste de México.

2.5. Trabajos de control químico contra *Phalaris spp* resistente

Los ejemplos de malezas resistentes a herbicidas son ahora comunes en casi todas las regiones y en varios cultivos en los que se usan herbicidas en forma sistemática para controlar las malezas. Las especies de *Phalaris* (Principalmente *P. minor*) se han diseminado en regiones donde el trigo de primavera se siembra bajo riego en el otoño, y presentan serios problemas de control que pueden ocasionar considerables reducciones en el rendimiento de grano. En los países en vías de desarrollo, esta situación se presenta en casi el 40% de las zonas productoras de trigo donde se obtiene cerca del 50% de la producción total de este cereal. En la mayoría de las zonas productoras de la India, Pakistán, Nepal, Bangladesh, China, Egipto, Chile y México, se han registrado casos de resistencia de *Phalaris* resistentes a varios herbicidas. Se tienen informes de que en la India, tan sólo en los estados de Punjab y Haryana, más de 200,000 ha de las tierras más productivas están tan infestadas con *Phalaris minor* resistente a isoproturon, que los agricultores han tenido que abandonar la producción de trigo durante diferentes periodos con objeto de reducir las poblaciones de *Phalaris*, al no existir otros herbicidas eficaces en el mercado (Sayre, 1998).

En México, a pesar de que *Phalaris minor* es la especie predominante en la mayor parte de las zonas trigueras del país, en el Valle del Yaqui se reportaron biotipos de *Phalaris paradoxa* con niveles altos de resistencia a Puma Super, Grasp y Topik (Sayre, 1998). En otros estudios se reportan niveles muy altos de control en estos biotipos resistentes de *Phalaris paradoxa* con tratamientos de Prowl y de Iloxan + Sencor; pero con este último (Iloxan + Sencor) se obtuvo un nivel significativo de fitotoxicidad en el trigo. La mezcla de Topik + Sencor también mostró control, seguido por los tratamientos de Topik y Grasp. En este mismo estudio Carbine mostró un nivel regular de control y Puma Super registró el más bajo valor de control. Es interesante señalar que todos los herbicidas, excepto Carbine, mostraron un alto control del biotipo *P. paradoxa* susceptible proveniente de la zona donde casi no existen antecedentes de aplicación de herbicidas (Sayre, 1998). También señala que los biotipos resistentes de *P. paradoxa* mostraron una producción potencial de biomasa mucho más alta que los biotipos resistentes de *P. minor*. El biotipo de *P. paradoxa* identificado como resistente a Puma Super parece ser extremadamente resistente a diversos herbicidas, incluso a la mezcla de Topik + Sencor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Bioensayos

3.1.1. Localización de los experimentos

Los bioensayos para determinar el nivel de resistencia de *Phalaris spp* se realizaron en Chapingo, Méx., e Irapuato, Gto. (dos en invernadero y dos en campo respectivamente). Los dos bioensayos de invernadero se realizaron en 1997 y los dos de campo en 1998.

3.1.2. Características de los sitios experimentales

Chapingo se ubica a 19° 29' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste y a una altura de 2250 msnm. Irapuato se ubica a los 101° 20' 51'' de longitud oeste y a los 20° 40' 28'' latitud norte, su altura sobre el nivel del mar es de 1725 m. Pénjamo, Gto. Se ubica a los 101° 42' 22'' de longitud oeste y a los 20° 25' 44'' latitud norte, su altura sobre el nivel del mar es de 1700 m.

3.1.3. Clima

El clima de Chapingo es el C(Wo)(W)b(i')g, este es el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano. Precipitación invernal menor al 5% anual, con verano fresco y largo, y una oscilación térmica entre 5 y 7 °C. El clima del municipio de Irapuato es templado, su temperatura máxima es de 37.4 °C y la mínima de 0.8 °C; la precipitación pluvial anual es de 784 mm y la temperatura media anual es de 19.5 °C; el municipio de Pénjamo presenta un clima con la clasificación (A)C(Wo)(W)a(i')g considerado como semicálido y el más cálido de los templados con temperatura media anual mayor de 18 °C y la del mes más frío menor de 18 °C. Es el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano con un coeficiente P/T menor de 43.2. La lluvia invernal es menor de 5%, la temperatura media mensual con poca oscilación entre 5 y 7 °C con marcha de temperatura tipo Ganges. La precipitación del municipio varía entre 750 a 800 mm (García, 1986).

3.1.4. Suelo

El suelo de los bioensayos de invernadero se tomó del campo Agrícola Experimental de la UACH, con textura franco-limoso, pH 7.1 y 1.9% de M.O. El suelo de los bioensayos de campo fue el existente en las parcelas de Irapuato, con textura franco-arcilloso, pH 6.7 y 1.5% de M.O.

3.1.5. Diseño experimental

Los bioensayos de invernadero se establecieron con un diseño experimental completamente al azar con 13 tratamientos y 5 repeticiones; la unidad experimental consistió de una maceta de plástico de 6 kg de capacidad, con 10 plantas de “alpiste”. Los bioensayos de campo se establecieron con un diseño de bloques alzar con 6 tratamientos y 4 repeticiones para el primero, y 13 tratamientos con 4 repeticiones para el segundo experimento, la unidad experimental consistió de 25 m² (5 m de ancho por 5 m de largo).

3.1.6. Tratamientos

Los tratamientos se seleccionaron considerando la metodología propuesta por la HRAC (1997) para determinar la resistencia y el nivel de ésta a determinados herbicidas, en una población de malezas; para esto se aplicaron los herbicidas clodinafop-propargil, fenoxaprop-p-etil y tralkoxidim a 1/2x, x, 2x y 4x (x= dosis/ha recomendada) en los dos experimentos de invernadero (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en los bioensayos de invernadero sobre dos poblaciones de alpiñillo (resistente y susceptible a herbicidas). Chapingo, Méx. 1997.

TRATAMIENTOS	DOSIS g i.a./ha
1. 1/2x clodinafop	30
2. x clodinafop	60
3. 2x clodinafop	120
4. 4x clodinafop	240
5. 1/2x fenoxaprop	34.5
6. x fenoxaprop	69
7. 2x fenoxaprop	138
8. 4x fenoxaprop	276
9. 1/2x tralkoxidim	200
10. x tralkoxidim	400
11. 2x tralkoxidim	800
12. 4x tralkoxidim	1600
13. testigo	

Para el caso de los bioensayos de campo se aplicaron 1/2x, x, 2x, 4x y 5x sólo del herbicida clodinafop y en poblaciones supuestamente resistentes de *Phalaris minor*. En los Cuadros 4 y 5 se describen los tratamientos empleados en los dos experimentos de campo.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en el primer bioensayo de campo para el control de *Phalaris minor* resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS p.f./ha	DOSIS i.a./ha
1. testigo			
2. ½ X Topik 240 C.E.	clodinafop	125 ml	30
3. 1X Topik 240 C.E.	clodinafop	250 ml	60
4. 2 X Topik 240 C.E.	clodinafop	500 ml	120
5. 4 X Topik 240 C.E.	clodinafop	1000 ml	240
6. 5 X Topik 240 C.E.	clodinafop	1250 ml	300

Cuadro 5. Tratamientos evaluados en el segundo bioensayo de campo para el control de *Phalaris minor* resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS i.a./ha	DOSIS p.f./ha
1. testigo s/a			
2. 1 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	60	250
3. 2 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	120	500
4. 3 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	180	750
5. 4 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	240	1000
6. 5 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	300	1250
7. 6 X Topik 240 C.E.	Clodinafop	360	1500
8. Dicuran 80 WP	Clorotoluron	2400	3000
9. Igran 500 FW	Terbutrina	100	200
10. Dicuran + Igran	clorotoluron + terbutrina	800 + 100	1000 + 200
11. Topik + Dicuran + Igran	clodinafop + clorotoluron +terbutrina	60 + 2400 + 100	250 + 3000 + 200
12. Puma Super 75 EW	fenoxaprop -p- etil	69	1000
13. Grasp 25 SC	tralkoxidim	400	1600

3.1.7. Preparación de los experimentos

3.1.7.1. Colecta e identificación de especies de *Phalaris spp.* Las muestras de *Phalaris spp* fueron colectadas en parcelas donde se había reportado por parte un agricultor, que en su parcela tenía tres años aplicando fenoxaprop-etil a la dosis comercial y en el último año un poco por arriba de la dosis recomendada, sin que se hubiera dado un control significativo del “alpisto”. Este agricultor indicó que en los primeros años que aplicó el herbicida, el control fue suficiente para no dejar población de alpisto compitiendo con el trigo. También en estos terrenos las empresas NOVARTIS y AGREVO realizaron pruebas preliminares a nivel de campo obteniendo resultados semejantes al agricultor con la aplicación de fenoxaprop-etil y clodinafop-propargil.

De 1000 plantas de “alpisto” se colectaron varios miles de semillas de las parcelas reportadas con resistencia, y lo mismo se realizó en parcelas cercanas, donde se tiene conocimiento que no se han aplicado herbicidas; de esta forma se obtuvo una población con supuesta resistencia y otra con supuesta sensibilidad. Esta colecta se realizó en dos sitios: Guadalupe de Rivera, municipio de Irapuato, Gto. y Hornitos, municipio de Pénjamo, Gto.

La identificación se realizó en el laboratorio de malezas del Departamento de Parasitología Agrícola y en el laboratorio de forrajes del Departamento de Zootecnia de la Univesidad Autónoma Chapingo.

3.1.7.2. Trabajo de instalación. Los bioensayos de invernadero se realizaron durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 1997. El suelo empleado en los bioensayos de invernadero fue fumigado con bromuro de metilo antes de ser colocado en las macetas, esto con el fin de eliminar las infestaciones de semilla de maleza, de insectos y microorganismos patógenos que pudiera tener el suelo, después se sembraron las semillas del alpiste (20 semillas aproximadamente por maceta). El riego se realizó con una solución nutritiva (Cuadro 6), las fuentes de macroelementos se disolvieron previamente en un litro de agua y la de microelementos cada una por separado en 100 ml de agua ácida; finalmente se mezclaron y aforaron a 15 litros para de ahí aplicar los riegos cada que fue necesario (manteniendo húmedo el suelo sin saturarlo). Después de diez días de emergidas las plantas de “alpistillo” se dejaron diez de ellas, eliminándose las demás en cada una de las macetas.

Cuadro 6. Componentes nutricionales de la solución empleada en los bioensayos de invernadero.

ELEMENTO	Ppm
Nitrógeno	384.128
Fósforo	489.980
Potasio	255.250
Calcio	366.330
Magnesio	134.299
Azufre	363.509
Hierro	10.0476
Manganeso	0.2438
Boro	0.2438
Cobre	7.7635
Zinc	0.5039

Los bioensayos de campo se realizaron durante los meses de enero, febrero y marzo de 1998, en parcelas que tenían antecedentes de tres años y un año (respectivamente) de prácticamente nulo control de *Phalaris spp* al aplicar el herbicida Puma Super. Para esto se realizaron las labores comunes de una siembra convencional: barbecho, rastreo, nivelación y melgado (la siembra no se realizó porque la semilla de la maleza ya estaba presente, el trigo no se sembró), se fertilizó con la fórmula 110-50-00. Después se aplicaron los riegos de acuerdo a como se realizan comúnmente en las siembras comerciales de trigo, y cuando la maleza tenía 3 hojas en promedio,

se realizaron conteos al azar en 1m^2 de cada parcela experimental para determinar la densidad de población del alpiñillo (la cual fue muy homogénea en los dos experimentos); en el primero, se encontró una densidad de población de 3500 plantas/ m^2 y en el segundo 2400 plantas/ m^2 .

3.1.7.3. Aplicación de los tratamientos. En los bioensayos de invernadero los tratamientos se aplicaron cuando la maleza tenía 3 hojas en promedio, empleándose para ello una aspersora motorizada con una presión de trabajo de 40 PSI y boquilla TEEJET 11003. Se calibró para aplicar 230 l/ha. Para la calibración y aplicación de los tratamientos, se colocaron todas las macetas de cada tratamiento en hilera y se realizó la aplicación como si fuera un surco en el campo, asperjando a la velocidad previamente determinada en la calibración.

Para los bioensayos de campo también se aplicó cuando la maleza tenía en promedio 3 hojas, empleándose una aspersora motorizada con una presión de trabajo de 40 PSI y boquilla TEEJET 11003, calibrada para aplicar 230 l/ha. La aspersión se realizó en un día soleado, con viento en calma, y en aplicación total sobre la maleza.

3.1.8. Evaluaciones

En el caso de los bioensayos de invernadero las variables evaluadas fueron porcentaje de control de alpiñillo en base a la escala EWRS (Cuadro 7). Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA); También se cuantificó el peso fresco del follaje a los 45 DDA. Para el caso de los bioensayos y experimentos de campo, se evaluó la variable porcentaje de control, de acuerdo a la escala EWRS (Cuadro 7), las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 **días después de la aplicación** de los tratamientos (DDA).

Cuadro 7. Escala de puntuación propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar control de malezas y fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica y puntual.

VALOR	EFECTO SOBRE LA MALEZA	EFECTO SOBRE EL CULTIVO
1	Muerte completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica	Síntomas que no se reflejan en el Rendimiento
LÍMITE DE ACEPTABILIDAD		
5	Control medio	Daño medio
6	Regular	Daños elevados
7	Pobre	Daños muy elevados
8	Muy pobre	Daños severos
9	Sin efecto	Muerte completa
TRANSFORMACION DE LA ESCALA PUNTUAL LOGARITMICA DE LA EWRS A LA ESCALA PORCENTUAL		
VALOR PUNTUAL	% DE CONTROL DE MALEZA	% DE FITOTOXICIDAD AL CULTIVO
1	99.0-100.0	0.0-1.0
2	96.5-99.0	1.0-3.5
3	93.0-96.5	3.5-7.0
4	87.5-93.0	7.0-12.5
5	80.0-87.5	12.5-20.0
6	70.0-80.0	20.0-30.0
7	50.0-70.0	30.0-50.0
8	1.0-50.0	50.0-99.0
9	0.0-1.0	99.0-100.0

3.2. Experimentos de campo

Estos experimentos de campo se realizaron en los municipios de Irapuato y Pénjamo, Gto. Las características de los sitios experimentales y el clima ya se señalaron en la descripción de los bioensayos. El tipo de suelo, diseño experimental, tratamientos y demás condiciones de los experimentos se describirán en cada uno de ellos. Primero se describirán los experimentos desarrollados en áreas con presencia de *Phalaris spp* resistente y luego en áreas con *Phalaris spp* sensible.

En áreas con *Phalaris spp* resistente fueron dos experimentos con tratamientos en preemergencia y seis experimentos con tratamientos en postemergencia, además se involucró en algunos de ellos densidades de siembra y épocas de aplicación. En áreas con *Phalaris spp* sensible fueron dos experimentos, ambos en postemergencia. En total fueron diez experimentos a nivel de campo.

3.2.1. Experimentos realizados en áreas con presencia de *Phalaris spp* resistente

3.2.1.1. Tratamientos aplicados en preemergencia. Se realizaron dos experimentos en campo utilizando tratamientos aplicados en preemergencia a la maleza y al cultivo, ambos fueron realizados en la región del Bajío en las temporadas otoño invierno 1997/1998 y otoño invierno 1998/1999, de la siguiente forma:

El primer experimento se estableció en Hornitos, Pénjamo, Gto. (ciclo agrícola 97/98) para investigar la efectividad biológica del isoproturon solo y en mezcla con clorotoluron y trifluralina en *Phalaris paradoxa* resistente a herbicidas. Los tratamientos (Cuadro 8), materiales y métodos utilizados, fueron los siguientes:

Localización del ensayo:	Hornitos, Pénjamo, Gto.
Agricultor cooperante:	Leobardo Pérez.
Cultivo :	Trigo (<i>Triticum vulgare</i>).
Variedad:	Saturno (de dudosa certificación).
Fecha de siembra:	6 de enero 1998.
Densidad de siembra:	150 kg de semill/ha.
Fertilización:	300 kg de urea y 100 kg de 17-17-17.
Numero de riegos:	4.
Tipo de suelo:	Arcilloso.
Problema biológico:	<i>Phalaris sp</i> resistente a herbicidas.
Fecha de aplicación:	29 /enero/ 1998.
Momento de la aplicación:	En preemergencia a la maleza y al cultivo 4 días después del riego de siembra.
Surfactante utilizado:	Kinetic a 2.5 ml/litro de agua.
pH del agua:	5.5.
Aspersora:	Motorizada Robin Engine ECO 2EHR.
Tipo de Boquilla:	8002.
Gasto/ha:	325 litros.
Unidad experimental:	11.5 m ² (2.25 m de ancho y 5 m de largo) por siembra en melgas.
Diseño experimental:	Bloques al azar con 4 repeticiones.
Numero de aplicaciones:	Una en preemergencia.
Numero de evaluaciones:	a) Muestreo del numero de alpisillos en 0.01 m ² con 5 repeticiones por unidad experimental para obtener el numero de alpisillos por m ² . b) % de fitotoxicidad. d) Numero de macollos/mata de trigo. e) Número final de alpisillos en 0.25 m ² . f) Número final de espigas de alpisillos en 0.25 m ² . g) Rendimiento.

Cuadro 8. tratamientos evaluados en preemergencia para el control químico de poblaciones resistentes de *Phalaris paradoxa*. Hornitos, Pénjamo, Gto., 1998.

PRODUCTO	DOSIS (g i.a./ha)
1. testigo	
2. clorotoluron	2400
3. clorotoluron	800
4. isoproturon	2500
5. isoproturon	1250
6. trifluralina	576
7. clorotoluron + trifluralina	800 + 576
8. isoproturon + trifluralina	1250 + 576
9. isoproturon + clorotoluron	2400 + 2400
10. isoproturon + clorotoluron	1250 + 800
11. isoproturon + terbutrina	1250 + 500

El segundo experimento se estableció en La Cal, Pénjamo, Gto. (ciclo agrícola 98/99) con tratamientos de mezclas de herbicidas en interacción de tres densidades de siembra 100, 200 y 300kg/ha (Cuadro 9), para investigar el control de *Phalaris minor* resistente a herbicidas de uso convencional en trigo. Los materiales y métodos utilizados son los siguientes:

Localización del experimento:	La Cal, Pénjamo, Gto.
Productor cooperante:	Ing. Aguilar.
Problema biológico:	<i>Phalaris</i> resistente.
Cultivo:	Trigo.
Densidad de siembra:	300, 200 y 100 kg/ha.
Variedad:	Salamanca.
Tipo de suelo:	Arcilloso.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8004.
PH del agua:	6.5.
Surfactante:	Penetrator Plus 5 ml/litro de agua.
Momento de aplicación:	Preemergencia.
Fecha de aplicación:	30 de diciembre de 1999.
Gasto de aplicación:	450 litros/ha.
Diseño experimental:	Parcelas Divididas en Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 surcos de .75X5m: 15m ² .
Método de evaluación:	% de control visual.
Número de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA).

Cuadro 9. Tratamientos de mezclas de herbicidas y su interacción con densidades de siembra para el control de *Phalaris minor* resistente. La Cal, Pénjamo, Gto. 1999.

Tratamiento	Densidad de siembra	Dosis p.f./ha	Dosis g i.a./ha
1. testigo	300 kg		
2. terbutrina	300 kg	2 l	1000
3. terbutrina + trifluralina	300 kg	2 l + 1.2 l	1000+576
4. terbutrina + clorotoluron	300 kg	2 l + 3 kg	1000+2400
5. trifluralina + isoproturon	300 kg	1.2 l + 5 l	576+2500
6. trifluralina + clorotoluron	300 kg	1.2 l + 3 kg	576+2400
1. testigo	200 kg		
2. terbutrina	200 kg	2 l	1000
3. terbutrina + trifluralina	200 kg	2 l + 1.2 l	1000+576
4. terbutrina + clorotoluron	200 kg	2 l + 3 kg	1000+2400
5. trifluralina + isoproturon	200 kg	1.2 l + 5 l	576+2500
6. trifluralina + clorotoluron	200 kg	1.2 l + 3 kg	576+2400
1. testigo	100 kg		
2. terbutrina	100 kg	2 l	1000
3. terbutrina + trifluralina	100 kg	2 l + 1.2 l	1000+576
4. terbutrina + clorotoluron	100 kg	2 l + 3 kg	1000+2400
5. trifluralina + isoproturon	100 kg	1.2 l + 5 l	576+2500
6. trifluralina + clorotoluron	100 kg	1.2 l + 3 kg	576+2400

3.2.1.2. Tratamientos aplicados en postemergencia. Se realizaron dos experimentos en la región de El Bajío en el ciclo agrícola 97/98 y cuatro en el ciclo agrícola 98/99.

El primer experimento se estableció en San José de los Naranjos, Irapuato, Gto. (97/98), en el cual se evaluaron tratamientos de clodinafop-propargil solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina (Cuadro 10) para controlar poblaciones de *Phalaris spp* resistentes a herbicidas. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del ensayo:
Agricultor cooperante:
Cultivo:
Variedad:
Fecha de siembra:
Densidad de siembra:
Fertilización:
Número de riegos:
Tipo de suelo:
Problema biológico:
Fecha de aplicación:
Momento de la aplicación:

Surfactante utilizado:
PH del agua:
Aspersora:
Tipo de Boquilla:
Gasto/ha:
Unidad experimental:
Diseño experimental:
Número de aplicaciones:
Número de evaluaciones:

* días después de la siembra

San José de los Naranjos. Irapuato, Gto.
Juan Manuel Rivera.
Trigo (*Triticum vulgare*).
Salamanca.
1 de diciembre de 1997.
200 kg de semilla/ha.
184-0-0.
4.
Franco arcilloso.
Phalaris sp resistente a herbicidas.
40 DDS* (10 /enero/ 1998).
Alpistillos de 10 cm de altura .
Momentos antes del primer riego de auxilio.
Kinetic a 2.5 ml/litro de agua.
5.5.
Motorizada Robin Engine ECO 2EHR.
8004.
666.66 litros.
15 m² (4 surcos de .75 m y 5 m de largo).
Bloques al azar con cuatro repeticiones.
Una a los 40 DDS.
% de control : a los 15, 30 y 45 DDA.
% de fitotoxicidad.

Cuadro 10. Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina para el control de *Phalaris minor* resistente. Irapuato, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	FORMULACION	DOSIS (g ia/ha)
1. testigo		
2. clodinafop	240 CE	60
3. clorotoluron	80 PH	2400
4. clorotoluron	80 PH	800
5. terbutrina	500 FW	100
6. clodinafop + clorotoluron		60 + 2400
7. clodinafop + clorotoluron		40 + 800
8. clodinafop + terbutrina		40 + 75
9. clodinafop + terbutrina		60 + 100
10. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 75
11. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 100

El segundo experimento se realizó en Hornitos, Pénjamo, Gto. (97/98), con tratamientos de clodinafop-propargil solo y en mezcla con clorotoluron, terbutrina e isoproturon (Cuadro 11) para controlar poblaciones de *Phalaris paradoxa* resistente a herbicidas. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del ensayo:	Pénjamo, Gto. (Hornitos).
Cultivo:	Trigo (<i>Triticum vulgare</i>).
Variedad:	Saturno (No certificada y de dudosa calidad).
Fecha de siembra:	6 de enero 1998.
Densidad de siembra:	150 kg de semilla/ha.
Fertilización:	300 kg de urea y 100 kg de 17-17-17.
Número de riegos:	4, pero el tercer riego de auxilio se dio de manera muy ligera y el trigo no amacolló en buena forma.
Tipo de suelo:	Arcilloso.
Problema biológico:	<i>Phalaris sp</i> resistente a herbicidas.
Fecha de aplicación:	35 DDS (10 /febrero/ 1998).
Momento de la aplicación:	Alpistillos de 10 cm de altura . Momentos antes del primer riego de auxilio.
Surfactante utilizado:	Penetrator a 5 ml/litro de agua.
PH del agua:	5.5.
Aspersora:	Motorizada Robin Engine ECO 2EHR.
Tipo de Boquilla:	8002.
Gasto/ha:	600 litros.
Unidad experimental:	15 m ² (3 m de ancho y 5 m de largo) por siembra en melgas.
Diseño experimental:	Bloques al azar con 4 repeticiones.
Número de aplicaciones:	Una a los 35 DDS.
Número de evaluaciones:	a)% de control. b)% de fitotoxicidad. c)Número de macollos/mata de trigo. d)Número final de alpistillos en .25 m ² . e)Número final de espigas de alpistillos en .25 m ² . f)Rendimiento.

Nota: Se utilizó semilla de baja germinación.

Cuadro 11. Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron, terbutrina e isoproturon para el control de *Phalaris paradoxa* resistente. Pénjamo, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	FORMULACION	DOSIS (g i.a/ha)
1. testigo		
2. clodinafop	240 CE	60
3. clorotoluron	80 PH	2400
4. clorotoluron	80 PH	800
5. terbutrina	500 FW	100
6. isoproturon	500 FW	2500
7. clodinafop + clorotoluron		60 + 2400
8. clodinafop + clorotoluron		40 + 800
9. clodinafop + terbutrina		40 + 75
10. clodinafop + terbutrina		60 + 100
11. clodinafop + isoproturon		60 + 2000
12. clodinafop + isoproturon		40 + 1000
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 75
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 100

El tercer experimento se realizó en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99). En este experimento se evaluaron productos individuales (Cuadro 12) para comprobar la presencia de *Phalaris minor* resistente a herbicidas aryloxyphenoxypropionatos y cyclohexanodionas comúnmente usados en trigo. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del experimento:	Gpe. De Rivera, Irapuato, Gto.
Productor cooperante:	Luis Juárez.
Problema biológico:	<i>Phalaris</i> resistente.
Cultivo:	Trigo.
Variedad:	Salamanca.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8003.
pH del agua:	6.5.
Surfactante:	Penetrator Plus 5 ml/litro de agua.
Momento de aplicación:	Postemergencia: Alpisillos de 2 hojitas.
Fecha de aplicación:	17 de febrero de 1999.
Gasto de aplicación:	350 litros/ha.
Diseño experimental:	Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 surcos de .75X5m: 15m ² .
Método de evaluación:	% de control visual.
Número de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Cuadro 12. Tratamientos de clodinafop, fenoxaprop y tralkoxidim para el control de *Phalaris minor* resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis pf/ha	Dosis (g i.a/ha)
1. testigo			
2. Puma S 75 EW	fenoxaprop etil	1.0 l	69
3. Grasp 25 SC	tralkoxidim	1.6 l	112
4. Topik 240 CE	clodinafop propargyl	0.250 l	60

El cuarto experimento se realizó en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99). En este experimento se evaluaron mezclas de herbicidas a diversas fechas de aplicación con respecto al momento de realizar el riego de auxilio (Cuadro 13), para controlar *Phalaris minor* resistente a herbicidas. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del experimento:	Gpe. De Rivera, Irapuato, Gto.
Productor cooperante:	Luis Juárez.
Problema biológico:	<i>Phalaris</i> resistente.
Cultivo:	Trigo.
Variedad:	Salamanca.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8003.
pH del agua:	6.5.
Surfactante:	Penetrator Plus 5 ml/litro de agua.
Momento de aplicación:	Postemergencia: Alpisillos de 2 hojitas.
Fecha de la primera aplicación:	30 enero de 1999.
Gasto de aplicación:	350 litros/ha.
Diseño experimental:	Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 surcos de .75X5m: 15m ² .
Método de evaluación:	% de control visual..
Número de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Cuadro 13. Tratamientos con triple mezcla y su interacción con la aplicación del riego de auxilio para el control de *Phalaris minor* resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.

Tratamiento	Días antes del riego	Dosis pf/ha	Dosis (g i.a/ha)
1. testigo			
2. clodinafop	1	250 ml	60
3. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	9	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	7	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
5. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	5	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
6. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	3	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
7. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	1	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5

El quinto experimento se realizó en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99). En este experimento se realizó la evaluación de la triple mezcla de herbicidas y su interacción con tres densidades de siembra del cultivo de trigo 150, 200 y 250 kg/ha (Cuadro 14), para el control de *Phalaris minor* resistente. Las condiciones bajo las cuales se desarrolló el experimento fueron las siguientes:

Localización del experimento:	Gpe. De Rivera, Irapuato, Gto.
Productor cooperante:	Luis Juárez.
Problema biológico:	<i>Phalaris</i> resistente.
Cultivo:	Trigo.
Densidad de siembra:	250, 200 y 150 kg/ha.
Variedad:	Salamanca.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8003.
pH del agua:	6.5.
Surfactante:	Penetrator Plus 5 ml/litro de agua.
Momento de aplicación:	Postemergencia: Alpistillos de 2 hojitas.
Fecha de aplicación:	5 de febrero de 1999.
Gasto de aplicación:	350 litros/ha.
Diseño experimental:	Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 surcos de .75X5m: 15m ² .
Método de evaluación:	% de control visual.
Numero de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Cuadro 14. Tratamientos con triples mezclas y su interacción con la densidad de siembra para el control de *Phalaris minor* resistente en trigo. Irapuato, Gto. 1999.

Tratamiento	Densidad de siembra	Dosis pf/ha	Dosis (g i.a/ha)
1. testigo	250 kg		
2. clodinafop	250 kg	250 ml	60
3. clodinafop + clorotoluron + isoproturon	250 kg	250 ml+1 kg+2.5 l	60+800+1250
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	250 kg	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
1. testigo	200 kg		
2. clodinafop	200 kg	250 ml	60
3. clodinafop + clorotoluron + isoproturon	200 kg	250 ml+1 kg+2.5 l	60+800+1250
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	200 kg	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5
1. testigo	150 kg		
2. clodinafop	150 kg	250 ml	60
3. clodinafop + clorotoluron + isoproturon	150 kg	250 ml+1 kg+2.5 l	60+800+1250
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	150 kg	250 ml+1 kg+175 ml	60+800+87.5

El sexto experimento se realizó en La Cal, Pénjamo, Gto. (98/99). En este experimento se evaluaron tratamientos de clodinafop solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina (Cuadro 15) para controlar poblaciones resistentes de *Phalaris minor*. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del experimento:	Cal, Grande, Pénjamo, Gto.
Productor cooperante:	Luis Juárez.
Problema biológico:	<i>Phalaris minor</i> .
Cultivo:	Trigo.
Densidad de siembra:	250, 200 y 150 kg/ha.
Variedad:	Salamanca.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8003.
PH del agua:	6.5.
Surfactante:	Penetrator Plus 5 ml/litro de agua.
Momento de aplicación:	Postemergencia: Alpisillos de 2 a 3 hojitas.
Fecha de aplicación:	10 de febrero de 1999.
Gasto de aplicación:	300 litros/ha.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de boquilla:	Teejet 8002.
PH del agua:	6.5.
Diseño experimental:	Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 m de ancho x 10 m de largo (40 m ²).
Método de evaluación:	% de control visual. (escala EWRS).
	Peso fresco de la maleza y rendimiento de grano.
Numero de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Cuadro 15. Tratamientos de clodinafop solo y en mezcla con clorotoluron y terbutrina para controlar poblaciones resistentes de *Phalaris minor*. Pénjamo, Gto. 1999.

TRATAMIENTOS	FORMULACION	DOSIS g i.a. ¹ /ha	DOSIS g ó ml p.f. ² /ha
1. testigo			
2. clodinafop	240 CE	60	250
3. clorotoluron	80 WP	2400	3000
4. terbutrina	50 FW	100	200
5. clodinafop + clorotoluron	240 CE + 80 WP	60 + 1000	250 + 1250
6. clodinafop + terbutrina	240 CE + 500 FW	60 + 100	250 + 200
7. clorotoluron + terbutrina	80 WP + 500 FW	1000 + 100	1250 + 200
8. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	240 CE + 80 WP + 500 FW	60 + 1000 + 75	250 + 1250 + 150
9. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	240 CE + 80 WP + 500 FW	60 + 1000 + 100	250 + 1250 + 200
10. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	240 CE + 80 WP + 500 FW	60 + 800 + 87.5	260 + 1000 + 175

¹ Gramos de ingrediente activo

² Gramos o mililitros de producto formulado

3.2.2. Experimentos realizados en áreas con presencia de *Phalaris spp* susceptible

Se realizaron dos experimentos en la región de El Bajío, uno en el ciclo agrícola 97/98 y otro en ciclo agrícola 98/99 en áreas con presencia de especies de *Phalaris* susceptible a herbicidas de los grupos aryloxyphenoxypionatos y cyclohexanodionas.

El primer experimento se realizó en Providencia de Negrete, Pénjamo, Gto. (97/98). En este experimento se evaluaron tratamientos de clodinafop solo y en mezcla con clorotoluron,

isoproturon y terbutrina (Cuadro 16) para controlar poblaciones susceptibles de *Phalaris paradoxa*. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del ensayo:	Providencia de Negrete, Pénjamo, Gto.
Agricultor cooperante:	Anastacio Rodríguez.
Cultivo:	Trigo (<i>Triticum vulgare</i>).
Variedad:	Roque (reproducido).
Fecha de siembra:	17 de diciembre de 1997.
Densidad de siembra:	160 kg de semilla/ha.
Fertilización:	No fertilizado.
Numero de riegos:	4.
Tipo de suelo:	Arcilloso.
Problema biológico:	<i>Phalaris sp</i> resistente a herbicidas.
Fecha de aplicación:	50 DDS (5 /febrero/ 1998).
Momento de la aplicación:	Alpistillos de 15 cm de altura.
	5 días después del primer riego de auxilio.
Surfactante utilizado:	Kinetic a 2.5 ml/litro de agua.
pH del agua:	5.5.
Aspersora:	Motorizada Robin Engine ECO 2EHR.
Tipo de Boquilla:	8004.
Gasto/ha:	562.5 litros.
Unidad experimental:	15 m ² (4 surcos de .75 m y 5 m de largo).
Diseño experimental:	Bloques al azar con cuatro repeticiones.
Numero de aplicaciones:	Una a los 50 DDS.
Numero de evaluaciones:	a)% de control : a los 15, 30 y 45 DDA.
	b)% de fitotoxicidad.

Cuadro 16. Tratamientos de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con clorotoluron, terbutrina e isoproturon para el control de *Phalaris paradoxa* susceptible. Pénjamo, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	FORMULACION	DOSIS (g ia/ha)
1. testigo		
2. clodinafop	240 CE	60
3. clorotoluron	80 PH	2400
4. clorotoluron	80 PH	800
5. terbutrina	500 FW	100
6. isoproturon	500 FW	2500
7. clodinafop + clorotoluron		60 + 2400
8. clodinafop + clorotoluron		40 + 800
9. clodinafop + terbutrina		40 + 75
10. clodinafop + terbutrina		60 + 100
11. clodinafop + isoproturon		60 + 2000
12. clodinafop + isoproturon		40 + 1000
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 75
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina		40 + 1000 + 100

El segundo experimento se realizó en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99). En este experimento se evaluaron formulaciones de clodinafop solo y con surfactantes (Cuadro 17) para controlar poblaciones susceptibles de *Phalaris minor*. Las condiciones para el desarrollo de esta investigación fueron las siguientes:

Localización del experimento:	Irapuato, Gto.
Productor cooperante:	José Guadalupe García.
Problema biológico:	<i>Phalaris</i> susceptible.
Cultivo:	Trigo.
Variedad:	Salamanca.
Equipo de aplicación:	Aspersora motorizada Olimpia.
Tipo de Boquilla:	8002.
pH del agua:	5.5.
Surfactante:	Penetrator Plus, Score, Power Oil.
Momento de aplicación:	Postemergencia: Alpistillos de 4 hojitas.
Fecha de aplicación:	16 de febrero de 1999.
Gasto de aplicación:	350 litros/ha.
Diseño experimental:	Bloques al azar.
No de repeticiones:	Cuatro.
Tamaño de la unidad experimental:	4 surcos de .75X5m: 15m ² .
Método de evaluación:	% de control visual.
Número de evaluaciones:	Tres: 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Cuadro 17. Tratamientos de formulaciones de clodinafop-propargyl solo y en mezcla con diversos surfactantes para el control de *Phalaris minor* susceptible. Irapuato, Gto. 1999.

TRATAMIENTO	FORMULACION	DOSIS (g ia/ha)
1. testigo		
2. clodinafop	80 G	30
3. clodinafop	80 G	45
4. clodinafop	80 G	60
5. clodinafop + P		60
6. clodinafop + S		60
7. clodinafop	240 CE	60
8. clodinafop + S		60
9. fenoxaprop -p- etil	75 EW	69
10. tralkoxidim + PO	25 SC	112.5

P= Penetrator S=Score PO=Power Oil

3.3. Análisis de resultados

Para todos los experimentos y en todas las variables evaluadas se realizaron análisis de varianza y la prueba de medias de rango múltiple de Tukey al 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Bioensayos

4.1.1. Bioensayos de invernadero

Los bioensayos se realizaron con poblaciones de *Phalaris minor* Retz colectadas en el municipio de Irapuato, Gto., y *Phalaris paradoxa* L. en el municipio de Pénjamo, Gto. Estas especies fueron las que se presentaron en los sitios experimentales, de acuerdo a las identificaciones realizadas.

4.1.1.1. *Phalaris minor*. En el Cuadro 18 se puede observar claramente que la población que se suponía era resistente no fue controlada satisfactoriamente por ninguno de los tratamientos evaluados; ya que el único herbicida que logró obtener un control por encima del límite de aceptabilidad de la escala EWRS, fue el tralkoxidim, pero a la dosis de 4X; las demás dosis de este herbicida no logran obtener controles arriba del límite de aceptabilidad. El más bajo control lo obtuvo el fenoxaprop para todas las dosis y le siguió el clodinafop. El mejor herbicida fue el tralkoxidim.

Para la muestra de supuesta susceptibilidad, se puede observar claramente en el Cuadro 19, que el clodinafop y el tralkoxidim a la dosis X lograron controles aceptables (muy por arriba del límite de aceptabilidad), sólo el fenoxaprop estuvo por debajo de este límite y logró superarlo hasta la dosis de 4X, quizás esto se deba, a que este herbicida tiene menor acción contra esta maleza. El mejor control lo obtuvieron el tralkoxidim y el clodinafop.

Lo anterior demuestra que las poblaciones supuestamente resistentes, sí lo son; y que la resistencia es cruzada; debido a que en las parcelas donde se colectó el alpistillo se había aplicado principalmente fenoxaprop (nunca tralkoxidim).

Cuadro 18. Porcentaje de control y peso fresco de follaje de *Phalaris minor* resistente a herbicidas. Chapingo, Méx. 1997.

TRATAMIENTOS	% DE CONTROL DE <i>Phalaris minor</i> RESISTENTE			PESO FRESCO DE FOLLAJE (g/10 plantas)
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. 1/2x clodinafop	6.5 h	0.0 h	0.0 h	38.5 a
2. x clodinafop	14.1 f	18.3 f	21.4 f	28.8 b
3. 2x clodinafop	29.6 d	37.4 d	39.6 d	19.7 c
4. 4x clodinafop	49.6 c	52.8 c	56.5 c	15.4 d
5. 1/2x fenoxaprop	0.0 i	0.0 h	0.0 h	41.9 a
6. x fenoxaprop	4.8 h	5.9 g	7.4 g	38.6 a
7. 2x fenoxaprop	10.8 f	14.3 f	16.7 f	30.8 b
8. 4x fenoxaprop	21.4 e	24.7 e	30.9 e	30.5 b
9. 1/2x tralkoxidim	5.6 h	8.7 g	10.6 g	38.3 a
10. x tralkoxidim	28.4 d	35.1 d	39.8 d	27.1 b
11. 2x tralkoxidim	56.0 b	66.2 b	69.8 b	18.6 cd
12. 4x tralkoxidim	79.0 a	87.6 a	89.6 a	6.1 e
13. testigo	0.0 i	0.0 h	0.0 h	41.1 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

Cuadro 19. Porcentaje de control y peso fresco de follaje de *Phalaris minor* susceptible a herbicidas. Chapingo, Méx. 1997

TRATAMIENTOS	% DE CONTROL DE <i>Phalaris minor</i> SUSCEPTIBLE			PESO FRESCO DE FOLLAJE (g/10 plantas)
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. 1/2x clodinafop	19.6 h	0.0 g	0.0 g	31.3 b
2. x clodinafop	84.2 d	95.0 c	95.6 c	1.4 e
3. 2x clodinafop	100.0 a	100.0 a	100.0 a	0.0 e
4. 4x clodinafop	100.0 a	100.0 a	100.0 a	0.0 e
5. 1/2x fenoxaprop	0.0 i	0.0 g	0.0 g	41.6 a
6. x fenoxaprop	49.6 f	40.0 e	40.2 e	24.9 c
7. 2x fenoxaprop	70.0 e	85.0 d	84.6 d	5.8 d
8. 4x fenoxaprop	94.8 c	100.0 a	100.0 a	0.0 e
9. 1/2x tralkoxidim	35.2 g	20.4 f	20.4 f	32.4 b
10. x tralkoxidim	97.4 b	97.6 b	97.6 b	1.4 e
11. 2x tralkoxidim	100.0 a	100.0 a	100.0 a	0.0 e
12. 4x tralkoxidim	100.0 a	100.0 a	100.0 a	0.0 e
13. testigo	0.0 i	0.0 g	0.0 g	39.5 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.1.1.2. *Phalaris paradoxa*. Para esta especie de alpiñillo también los resultados obtenidos y analizados estadísticamente (Cuadros 20 y 21) nos muestran claras diferencias entre las dos poblaciones colectadas. Para la muestra supuestamente resistente (Cuadro 20), el control fue muy bajo, al igual que en *P. minor*, y el tralkoxidim obtuvo el mejor control también, pero sólo a la dosis de 4X logró obtener un control por encima del límite de aceptabilidad (suficiente en la práctica, escala EWRS), y a la dosis X también obtuvo el más alto valor (40% de control); que sin embargo lo califica como “muy pobre” al igual que clodinafop y fenoxaprop, con la diferencia que estos últimos tuvieron un porcentaje de control de 24 y 7.5% respectivamente. Lo anterior contrasta con la muestra supuestamente susceptible (Cuadro 21), ya que para este caso el clodinafop y el tralkoxidim desde las dosis X obtuvieron un control por encima del límite de aceptabilidad. El fenoxaprop lo logró hasta la dosis 4X. Esto concuerda con lo reportado por

Callejas (1997) quién señala resistencia de poblaciones de *P. minor* y *P. paradoxa* a fenoxaprop en la región de El Bajío.

Cuadro 20. Porcentaje de control y peso fresco de follaje de *Phalaris paradoxa* resistente a herbicidas. Chapingo, México. 1997.

TRATAMIENTOS	% DE CONTROL			PESO FRESCO (g/10 plantas)
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. testigo	0 g	0 j	0 h	41.8 a
2. 1/2x clodinafop	13.75 ef	10 i	0 h	37.6 ab
3. x clodinafop	16.25 ef	23.75 g	23.75 ef	27.1 c
4. 2x clodinafop	42.5 c	53.73 d	56 d	19.3 d
5. 4x clodinafop	53.75 b	65 c	65 b	15.0 d
6. 1/2x fenoxaprop	0 g	0 j	0 h	42.4 a
7. x fenoxaprop	5 g	7.5 i	7.5 g	37.2 ab
8. 2x fenoxaprop	11.25 f	19 h	19 f	30.0 c
9. 4x fenoxaprop	17.5 e	28.55 f	28.55 e	29.3 c
10. 1/2x tralkoxidim	5 g	10 i	10 g	37.3 ab
12. x tralkoxidim	29.75 d	40 e	40 d	26.0 c
13. 2x tralkoxidim	57 b	70 b	67.5 b	18.0 d
14. 4x tralkoxidim	80 a	90 a	88.25 a	5.0 e

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

Cuadro 21. Porcentaje de control y peso fresco de follaje de *Phalaris paradoxa* susceptible a herbicidas. Chapingo, México. 1997.

TRATAMIENTOS	% DE CONTROL			PESO FRESCO (g/10 plantas)
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. testigo	0 i	0 g	0 g	38.2 a
2. 1/2x clodinafop	20 g	12.5 f	12.5 f	31.5 b
3. x clodinafop	82.9 c	94.8 b	94.8 b	1.4 e
4. 2x clodinafop	100 a	100 a	100 a	0.0 e
5. 4x clodinafop	100 a	100 a	100 a	0.0 e
6. 1/2x fenoxaprop	10 h	0 g	0 g	40.6 a
7. x fenoxaprop	48.7 e	53.5 d	53.5 d	24.1 c
8. 2x fenoxaprop	77.5 d	83.73 c	83.75 c	5.0 d
9. 4x fenoxaprop	100 a	100 a	100 a	0.0 e
10. 1/2x tralkoxidim	26.25 f	27.5 f	27.5 f	32.1 b
12. x tralkoxidim	89.5 b	97 ab	97 ab	1.3 e
13. 2x tralkoxidim	100 a	100 a	100 a	0.0 e
14. 4x tralkoxidim	100 a	100 a	100 a	0.0 e

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.1.2. Bioensayos de campo

Estos bioensayos se realizaron sobre poblaciones de *P. minor* con supuesta resistencia a herbicidas.

Para el primer bioensayo, se encontró que a los 45 DDA (Cuadro 22) ninguno de los tratamientos evaluados logró un control satisfactorio, ni aún la dosis 5X (40%), ya que según la

escala EWRS fue “muy pobre control”. En contraste, en el segundo bioensayo (parcela con menor antecedente de resistencia), se observó que la dosis 5X (Cuadro 23) logró obtener un control por encima del límite de aceptabilidad, y que la dosis X sólo obtuvo un 45% de control (muy parecida al tralkoxidim y fenoxaprop) en comparación con la dosis X del primer bioensayo que logró un 24% de control. En este bioensayo se evaluaron también una doble y una triple mezcla, resultando esta última como la única que a dosis comerciales y factibles económicamente de ser aplicada controlaron al alpiñillo por encima del límite de aceptabilidad.

Estos resultados de campo refuerzan los de invernadero, en el sentido de que sí existen poblaciones de alpiñillo que son resistentes a los herbicidas que se emplean actualmente para su control en México.

Cuadro 22. Porcentaje de control de *P. minor* a diversas dosis de clodinafop-propargil en condiciones de campo. Irapuato, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL		
	15 DDA	30 DDA	45DDA
1. testigo	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2. ½ X clodinafop	7.5 a	7.5 b	8.75 b
3. 1 X clodinafop	22.5 b	23.75 c	23.75 c
4. 2 X clodinafop	25.0 b	26.25 c	28.75 c
5. 4 X clodinafop	38.75 c	37.5 d	38.75 d
6. 5 X clodinafop	40.0 c	37.5 d	40.0 d

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

Cuadro 23. Porcentaje de control y peso fresco de follaje de *P. minor* 45 DDA. Irapuato, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL	PESO FRESCO DE FOLLAJE Kg/m ²
1. testigo	0.0 e	1.237 a
2. 1X clodinafop	45.0 cd	1.015 abc
3. 2X clodinafop	66.2 bc	0.805 bcd
4. 3X clodinafop	76.2 ab	0.757 cde
5. 4X clodinafop	86.2 ab	0.627 def
6. 5X clodinafop	94.0 a	0.435 efg
7. 6X clodinafop	95.7 a	0.457 efg
8. clorotoluron	86.2 ab	0.280 gh
9. terbutrina	28.7 d	0.525 defg
10. clorotoluron + terbutrina	50.0 cd	0.370 fgh
11. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	96.2 a	0.087 h
12. fenoxaprop -p- etil	47.5 cd	1.092 abc
13. tralkoxidim	40.0 d	1.112 ab

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.1.3. Discusión de resultados de los bioensayos

De los resultados obtenidos tanto de los bioensayos de invernadero como en los de campo se pudo confirmar la resistencia reportada por los agricultores de poblaciones de *Phalaris spp* a herbicidas de aplicación convencional en trigo, ya que ninguno de los tres herbicidas logró controlar satisfactoriamente (> 87.5% de control) los biotipos de supuesta resistencia a las dosis comerciales empleadas. Además debido a que en los terrenos donde se colectaron las semillas el herbicida que se había aplicado principalmente fue el fenoxaprop-p-etyl, el último año en Irapuato, Gto., clodinafop y en ninguna ocasión (tanto en Pénjamo como en Irapuato, Gto.) el tralkoxidim, por lo que la resistencia presente fue del tipo cruzada, coincidiendo con lo reportado por Callejas (1997) y Sayre (1998), quienes también señalan que las especies más comunes en las regiones trigueras de El Bajío y el Valle del Yaqui son *Phalaris minor* Retz y *P. paradoxa* L.

Los bioensayos al nivel de campo nos confirman lo obtenido en los bioensayos de invernadero, esto debido a que donde se aplicaron 5x de clodinafop (Irapuato, Gto.) el control fue de tan solo 40%, en este terreno sólo se aplicaba fenoxaprop-p-etyl, en Pénjamo, Gto., a 5x el clodinafop logró un control de 94% y el fenoxaprop y tralkoxidim a 1x obtubieron 47.5 y 40% de control respectivamente. Estos resultados nos indican que la resistencia no tiene el mismo nivel en todos los biotipos estudiados, quizás se deba a que en el biotipo de Pénjamo, Gto., se tenían menos años de aplicar herbicidas para controlar alpistillo, ya que los biotipos que se llevaron para los bioensayos de invernadero tenían el mismo historial de aplicación y los niveles de resistencia fueron muy semejantes.

En los lugares donde se reportó resistencia existe el antecedente precisamente de que se tienen varios años de aplicación continua de aryloxyphenoxipropionatos y cyclohexanodionas, y en años más anteriores de alaninopropionatos.

4.2. Experimentos de campo

4.2.1. Experimentos realizados en áreas con presencia de *Phalaris spp* resistente

4.2.1.1. Tratamientos aplicados en preemergencia. Los resultados obtenidos del primer experimento realizado en Hornitos, Pénjamo, Gto. (97/98) muestran que de los tratamientos aplicados ninguno obtuvo una diferencia significativa con respecto al testigo sin aplicación (Cuadro 24); sólo los tratamientos de trifluralina, terbutrina, terbutrina + isoproturon y clorotoluron + isoproturon tuvieron una tendencia a disminuir el número de alpiestillos y el número de espigas/m². En cuanto al rendimiento de grano, no existieron diferencias significativas y sólo la trifluralina se mantuvo con una tendencia a ser el mejor. No existió fitotoxicidad de ninguno de los tratamientos.

Cuadro 24. Número de alpiestillos/m², espigas/m² y rendimiento de grano de trigo. Pénjamo, Gto. 1998.

PRODUCTO	Nº de Alpiestillos/m ²		Espigas/ m ²	Rend. Kg/ha
	30 DDA	45 DDA		
1. testigo	685 a	580 a	245 a	3926 a
2. clorotoluron	335 a	680 a	131 a	3875 a
3. clorotoluron	370 a	885 a	170 a	4487 a
4. isoproturon	620 a	540 a	123 a	4825 a
5. isoproturon	700 a	960 a	217 a	3950 a
6. trifluralina	165 a	405 a	134 a	4900 a
7. clorotoluron + trifluralina	405 a	870 a	190 a	4462 a
8. isoproturon + trifluralina	690 a	880 a	247 a	4175 a
9. isoproturon + clorotoluron	625 a	490 a	153 a	4335 a
10. isoproturon + clorotoluron	360 a	650 a	176 a	3700 a
11. isoproturon + terbutrina	250 a	445 a	117 a	4582 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

En el segundo experimento que se estableció en La Cal, Pénjamo, Gto. (98/99) se volvieron a probar los herbicidas con dosis más elevadas en tres densidades de siembra. En este experimento sólo el tratamiento de terbutrina con la densidad de siembra de 200 kg/ha a los 45 DDA fue significativamente menor que los demás tratamientos (Cuadro 25). Existió tendencia a obtener un mejor control el clorotoluron + trifluralina y con la densidad alta. Para el número de alpiestillos/m², todos los tratamientos fueron significativamente iguales al testigo.

Cuadro 25. Número de alpiestillos/m² y su interacción con la densidad de siembra. Pénjamo, Gto. 1999.

Tratamiento	Densidad de siembra (kg/ha)	Número de alpiestillos/m ²		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1. testigo	300	230 a	85 a	85 ab
2. terbutrina	300	255 a	235 a	235 ab
3. terbutrina + trifluralina	300	240 a	130 a	130 ab
4. terbutrina + clorotoluron	300	125 a	95 a	95 ab
5. trifluralina + isoproturon	300	140 a	170 a	170 a
6. trifluralina + clorotoluron	300	90 a	120 a	120 ab
1. testigo	200	190 a	290 a	290 ab
2. terbutrina	200	195 a	195 a	195 b
3. terbutrina + trifluralina	200	140 a	250 a	250 ab
4. terbutrina + clorotoluron	200	380 a	260 a	260 ab
5. trifluralina + isoproturon	200	285 a	285 a	285 a
6. trifluralina + clorotoluron	200	380 a	210 a	210 ab
1. testigo	100	355 a	240 a	240 ab
2. terbutrina	100	185 a	160 a	160 ab
3. terbutrina + trifluralina	100	335 a	195 a	195 ab
4. terbutrina + clorotoluron	100	350 a	315 a	315 ab
5. trifluralina + isoproturon	100	270 a	70 a	70 ab
6. trifluralina + clorotoluron	100	235 a	240 a	240 ab

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.2.1.2. Tratamientos aplicados en postemergencia. Los resultados del primer experimento realizado en San José de los Naranjos, Irapuato, Gto. (97/98) nos muestran claramente el efecto de los herbicidas solos y en mezcla; sobre todo que ninguno de los herbicidas aplicados solos controló en forma significativa al *Phalaris minor* presente. Todos los herbicidas se aplicaron a las dosis recomendadas a excepción de la terbutrina que no se recomienda en postemergencia. Ni el clodinafop ni el clorotoluron (Cuadro 26) aplicados a las dosis recomendadas, lograron obtener un control satisfactorio (obtuvieron muy pobre control de acuerdo a la escala EWRS). La terbutrina que se aplicó a una dosis muy baja, logró ser mejor que el clodinafop y numéricamente estuvo arriba de clorotoluron. Las mezclas de clodinafop + clorotoluron y clodinafop + terbutrina no logran un control significativo con respecto a las aplicaciones individuales (obtuvieron también muy pobre control) sólo la dosis alta de clodinafop + terbutrina obtuvo significativamente más control (pobre control), aunque por debajo del límite de aceptabilidad.

Las triples mezclas fueron las mejores, estadísticamente estuvieron por arriba de los demás tratamientos, pero la mezcla con la dosis baja de terbutrina (75 g i.a/ha) estuvo un poco abajo del límite de aceptabilidad y estadísticamente también obtuvo menor valor de control que el

tratamiento con la dosis alta de terbutrina (100 g i.a/ha); esta última mezcla logró un buen control de acuerdo a la escala EWRS.

Ninguno de los tratamientos mostró fitotoxicidad importante, sólo las triples mezclas afectaron de un 5-10% (síntomas que no se reflejan en el rendimiento, de acuerdo a la escala EWRS), los cuales entre los 25 a 30 días después de las aplicaciones desaparecieron.

Cuadro 26. Porcentaje de control de *Phalaris minor*. San José de los Naranjos, Irapuato. Gto. 1998.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
1. testigo	0.0 f	0 f	0 h
2. clodinafop	7.5 f	10 f	10 g
3. clorotoluron	47.5 cd	37.5 cd	35 e
4. clorotoluron	27.5 e	25 e	25 f
5. terbutrina	55 c	45 c	40 de
6. clodinafop + clorotoluron	57.5 c	45 c	45 d
7. clodinafop + clorotoluron	37.5 de	27.5 de	25 f
8. clodinafop + terbutrina	57.5 c	47.5 c	45 d
9. clodinafop + terbutrina	72.5 b	62.5 b	60 c
10. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	85 a	86.25 a	86.25 b
11. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	92.5 a	95 a	95 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

En el segundo experimento realizado en Hornitos, Pénjamo, Gto. (97/98) se obtuvieron resultados muy semejantes al anterior experimento (también se evaluó el herbicida isoproturon). La triple mezcla con la dosis alta de terbutrina (100 g i.a/ha) volvió a obtener el mejor control, con un 93.8% a los 45 DDA (Cuadro 27); También fue el mejor en el número de espigas de alpiñillo (*Phalaris paradoxa*) por m² y en el número final de alpiñillo/m² (Cuadro 28) fue estadísticamente igual a los demás, aunque su tendencia fue a tener menor. Estos resultados se debieron a que al final del ciclo por el tamaño pequeño del cultivo y amacollamiento de este (ya que se sembró semilla reproducida), seguían emergiendo plántulas de maleza en la mayoría de los tratamientos, pero en la triple mezcla el porte quedaba muy pequeño, de 4 a 10 cm de altura.

Para el número de macollos por planta (Cuadro 28), la triple mezcla sólo tuvo la tendencia a ser mejor que los demás (estadísticamente todos fueron iguales); y en rendimiento, (Cuadro 29) todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente, sólo que aquí la tendencia a ser el mejor no fue de las triples mezclas; si no de algunos tratamientos dobles e individuales (clodinafop +

clorotoluron e isoproturon). Todo esto pudo deberse muy probablemente a que el agricultor no sembró semilla certificada, faltó fertilización y retraso del riego de auxilio en la etapa del amacollamiento del cultivo.

Cuadro 27. Porcentaje de control de *Phalaris paradoxa*. Hornitos, Pénjamo, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
1. testigo	0.0 g	0.0 g	0.0 h
2. clodinafop	3.75 g	7.5 fg	7.5 gh
3. clorotoluron	27.5 f	22.5 e	21.25 f
4. clorotoluron	25 f	10 efg	10 g
5. terbutrina	28.75 f	15 ef	13.75 fg
6. isoproturon	77.5 abc	42.5 d	42.5 de
7. clodinafop + clorotoluron	62.5 cde	40 d	40 e
8. clodinafop + clorotoluron	37.5 f	22.5 e	21.25 f
9. clodinafop + terbutrina	60 de	50 cd	47.5 d
10. clodinafop + terbutrina	72.5 bcd	65 b	62.5 c
11. clodinafop + isoproturon	63.75 cde	63.75 b	60 c
12. clodinafop + isoproturon	55 e	57.5 bc	22.5 f
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	82.5 ab	83.75 a	83.75 b
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	90 a	92.5 a	93.75 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

Cuadro 28. Número de plantas y espigas de *Phalaris paradoxa*/m², y macollos de trigo. Hornitos, Pénjamo, Gto. 1998.

TRATAMIENTO	Plantas/m ²	Espigas/m ²	Macollos de Trigo/planta
1. testigo	3045 a	449 a	2.65 a
2. clodinafop	2882.5 a	285 ab	3.03 a
3. clorotoluron	1510 a	383 ab	2.4 a
4. clorotoluron	1955 a	424 ab	2.35 a
5. terbutrina	1260 a	256 ab	2.25 a
6. isoproturon	1195 a	165 ab	2.65 a
7. clodinafop + clorotoluron	1470 a	165 ab	2.1 a
8. clodinafop + clorotoluron	2165 a	289 ab	2.1 a
9. clodinafop + terbutrina	1915 a	193 ab	2.25 a
10. clodinafop + terbutrina	1325 a	256 ab	2.4 a
11. clodinafop + isoproturon	1085 a	225 ab	2.5 a
12. clodinafop + isoproturon	1520 a	205 ab	2.6 a
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	1410 a	155 ab	2.4 a
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	825 a	85 a	3.1 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

Cuadro 29. Rendimiento de trigo (kg/ha) en el control químico de poblaciones resistentes de *Phalaris paradoxa*. Hornitos Penjamo Gto. 1998.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (Kg/ha)
1. testigo	3260 a
2. clodinafop	3062 a
3. clorotoluron	2775 a
4. clorotoluron	2775 a
5. terbutrina	2975 a
6. isoproturon	3335 a
7. clodinafop + clorotoluron	3275 a
8. clodinafop + clorotoluron	3175 a
9. clodinafop + terbutrina	3430 a
10. clodinafop + terbutrina	3450 a
11. clodinafop + isoproturon	3500 a
12. clodinafop + isoproturon	3475 a
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	3400 a
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	3450 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

En el tercer experimento realizado en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99) se evaluaron las dosis comerciales de los productos más empleados en México para controlar *Phalaris spp.* Los resultados nos muestran (Cuadro 30) que a los 45 DDA ninguno de los tratamientos logró obtener un control importante, ya que fenoxaprop y clodinafop obtuvieron un control “muy pobre” y tralkoxidim un control “pobre”. Para la variable rendimiento, con los tres herbicidas el trigo obtuvo un rendimiento estadísticamente igual, aunque con tralkoxidim fue significativamente diferente al testigo sin control.

El presente experimento confirmó la existencia de resistencia cruzada a los tres herbicidas, esto debido a que en la parcela donde se realizó el estudio nunca se había aplicado tralkoxidim. La especie dominante fue *Phalaris minor*.

Cuadro 30. Porcentaje de control de *Phalaris minor* y rendimiento de trigo. Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. 1999.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL			REND. Ton/ha
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. testigo	0.0 a	0.0 a	0.0 a	3.6 b
2. fenoxaprop	28.75 b	27.5 b	27.5 b	4.1 ab
3. tralkoxidim	78.75 c	60.0 c	57.5 c	5.0 a
4. clodinafop	36.25 b	33.75 b	31.25 b	4.5 ab

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

En el cuarto experimento efectuado en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99) podemos observar que en la primera evaluación (Cuadro 31) los mejores tratamientos fueron aquellos que se aplicaron más lejanamente del riego; y para la última evaluación, todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, y de acuerdo a la escala EWRS lograron muy buen control, sólo el clodinafop estuvo por abajo del límite de aceptabilidad (muy pobre control). En cuanto a fitotoxicidad, los síntomas se manifestaron más fuertemente en las aplicaciones más lejanas del riego (10-12%) en comparación con las más cercanas (3-5%), pero esta fitotoxicidad desapareció a los 25 DDA. Todo esto sólo para los tratamientos de la triple mezcla.

En este experimento queda demostrado que la triple mezcla tiene un control por encima del límite de aceptabilidad sobre *Phalaris minor* resistente a herbicidas.

Cuadro 31. Porcentaje de control de *Phalaris minor*. Guadalupe de Rivera, Irapuato. Gto. 1999.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
Testigo	0.0 d	0.0 c	0.0 c
2. clodinafop (1 DAR)*	46.25 c	45.0 b	42.5 b
3. clodinafop + clorotoluron + terbutrina (9 DAR)	97.5 a	97.75 a	97.75 a
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina (7 DAR)	97.25 a	98.0 a	98.0 a
5. clodinafop + clorotoluron + terbutrina (5 DAR)	92.5 ab	97.5 a	97.75 a
6. clodinafop + clorotoluron + terbutrina (3 DAR)	92.5 ab	97.5 a	97.5 a
7. clodinafop + clorotoluron + terbutrina (1DAR)	91.0 b	97.5 a	97.75 a

* Días antes del Riego

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

El quinto experimento se llevó a cabo en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99). Para este experimento se encontró que en las primeras evaluaciones (Cuadro 32), la triple mezcla con terbutrina tuvo la tendencia a ser mejor que la mezcla que contenía isoproturon, y al final esa tendencia fue menor. Las densidades de siembra también afectaron, ya que la densidad de siembra mayor fue mejor en el control de la maleza en todas las evaluaciones; lo cual puede ser un factor para mejorar el manejo de esta maleza. Este control se manifestó en el rendimiento, ya que a mayor control mayor rendimiento de grano y lo mismo para las densidades de siembra. Las

triples mezclas nuevamente no tuvieron fitotoxicidad significativa sobre el cultivo de trigo, y el clodinafop aplicado solo, corrobora que el *phalaris minor* presente es resistente a este herbicida.

Cuadro 32. Porcentaje de control de *Phalaris minor* y rendimiento de trigo en interacción con la densidad de siembra. Irapuato, Gto. 1999.

TRATAMIENTO	Densidad de siembra Kg/ha	% DE CONTROL			REND. Ton/ha
		15 DDA	30 DDA	45 DDA	
1. testigo	250	0.0 d	0.0 d	0.0 d	3.88 cd
2. clodinafop	250	52.5 b	50.0 b	50.0 b	4.90 b
3. clodinafop + clorotoluron + isoproturon	250	90.0 a	93.75 a	95.0 a	7.07 a
4. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	250	93.75 a	96.0 a	96.75 a	6.80 a
5. testigo	200	0.0 d	0.0 d	0.0 d	3.60 cd
6. clodinafop	200	50.0 b	42.5 bc	42.5 bc	4.30 bc
7. clodinafop + clorotoluron + isoproturon	200	90.0 a	93.75 a	93.75 a	6.70 a
8. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	200	92.5 a	95.0 a	95.0 a	6.45 a
9. testigo	150	0.0 d	0.0 d	0.0 d	3.30 d
10. clodinafop	150	36.25 c	36.25 c	36.25 c	3.90 cd
11. clodinafop+ clorotoluron + isoproturon	150	89.5 a	92.5 a	92.5 a	6.45 a
12. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	150	91.25 a	93.75 a	93.75 a	6.30 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

El sexto experimento realizado en La Cal, Pénjamo, Gto. (98/99) tuvo como especie predominante a *Phalaris minor* y con este se corroboró lo encontrado en los anteriores experimentos (sobre todo los de 1998), ya que el control tanto de los herbicidas individuales como de las dobles y triples mezclas fue muy semejante a los anteriores (Cuadro 33), y los únicos tratamientos que tuvieron un control por encima del límite de aceptabilidad fueron las triples mezclas (de alpistillos resistentes). Lo encontrado en las evaluaciones visuales de control se corroboró con el peso fresco del follaje de la maleza, donde a mayor control menor peso (Cuadro 33). También la fitotoxicidad no fue significativa (5-8% de fitotoxicidad) y al igual que en los demás experimentos desapareció en pocos días.

El rendimiento de grano (Cuadro 33) para este experimento muestra diferencias significativas, ya que el testigo estadísticamente fue el más bajo, en tanto que los tratamientos con herbicidas individuales y doble mezcla se ubicaron debajo de las triples mezclas. Esto se debió quizás, a que la semilla empleada sí era certificada y que el manejo del cultivo fue adecuado, lo cual no sucedió en el experimento de Hornitos, municipio de Pénjamo, Gto. en 1998.

Cuadro 33. Porcentaje de control y peso fresco de *Phalaris minor* y rendimiento de grano de trigo. La Cal, Penjamo. Gto. 1999.

Tratamientos	% de control			Peso Fresco (g/m ²)	Rend. Ton/ha
	15 DDA	30 DDA	45 DDA		
1. testigo	0.0 g	0.0 g	0.0 h	3274.25 a	3.553 c
2. clodinafop	7.25 f	10.0 f	10.0 g	2709.5 b	4.595 b
3. clorotoluron	26.25 e	30.0 e	30.0 e	2246.25 cd	5.025 b
4. terbutrina	32.5 d	30.0 e	27.5 f	2400.0 c	4.713 b
5. clodinafop + clorotoluron	43.0 bc	40.0 d	35.0 d	1913.75 e	5.035 b
6. clodinafop + terbutrina	45.0 b	40.0 d	40.0 c	1832.75 e	5.203 b
7. clorotoluron + terbutrina	40.0 c	30.0 e	30.0 e	2035.5 de	4.660 b
8. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	90.0 a	90.0 c	92.0 b	142.0 f	6.938 a
9. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	92.0 a	95.0 a	98.0 a	65.75 f	7.188 a
10. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	90.0 a	92.0 b	96.0 a	78.75 f	7.235 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.2.2. Experimentos realizados en áreas con presencia de *Phalaris spp* susceptible

En el primer experimento realizado en Providencia de Negrete, Pénjamo, Gto. (97/98) la especie presente fue *Phalaris paradoxa*. Se aplicaron herbicidas individuales, dobles y triples mezclas. En el Cuadro 34 se observa claramente que el clodinafop solo a la dosis comercial controló eficientemente a esta maleza, por lo que se corroboró que fue susceptible a los productos comunmente empleados; este control fue igual o superior a las dobles y triples mezclas. Las dobles mezclas en los experimentos con biotipos resistentes nunca lograron un control por encima del límite de aceptabilidad como en este caso (el control se ubicó entre suficiente en la práctica y muy buen control), por lo que también se corroboró la susceptibilidad de esta población de alpiñillos.

Las aplicaciones individuales de clorotoluron, terbutrina e isoproturon (Cuadro 34) no lograron rebasar el 50% de control a los 45 DDA (obtuvieron muy pobre control) por lo cual, ni para poblaciones susceptibles son una alternativa viable de control. La fitotoxicidad de todos los tratamientos hacia el cultivo no fue significativa nuevamente, la más fuerte la presentó el isoproturon solo y en mezcla, con un 12%.

Cuadro 34. Porcentaje de control de *Phalaris paradoxa* susceptible en el cultivo de trigo. Providencia de Negrete, Pénjamo Gto. 1998.

TRATAMIENTO	% DE CONTROL		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
1. testigo	0.0 c	0.0 d	0.0 e
2. clodinafop	83.8 a	97.5 a	98.5 a
3. clorotoluron	51.3 b	20.0 c	20.0 c
4. clorotoluron	37.5 b	8.8 cd	8.8 de
5. terbutrina	48.8 b	20.0 c	17.5 cd
6. isoproturon	81.3 a	47.5 b	47.5 b
7. clodinafop + clorotoluron	93.8 a	97.8 a	98.3 a
8. clodinafop + clorotoluron	83.8 a	87.5 a	92.5 a
9. clodinafop + terbutrina	93.8 a	95.0 a	95.0 a
10. clodinafop + terbutrina	95.0 a	97.8 a	98.5 a
11. clodinafop + isoproturon	95.0 a	98.0 a	98.3 a
12. clodinafop + isoproturon	87.5 a	93.8 a	95.0 a
13. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	95.0 a	97.5 a	98.3 a
14. clodinafop + clorotoluron + terbutrina	95.0 a	98.0 a	98.3 a

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

En el segundo experimento realizado en Guadalupe de Rivera, Irapuato, Gto. (98/99) la población dominante fue *Phalaris minor*. En este experimento sólo se emplearon herbicidas individuales (los comercialmente empleados y una formulación nueva de clodinafop). Todos los herbicidas fueron utilizados a las dosis recomendadas comercialmente, excepto la nueva formulación que se empleó a baja, media y alta dosis (dosis recomendada). Todos los tratamientos a las dosis recomendadas lograron un control por encima del límite de aceptabilidad a los 45 DDA (Cuadro 35), el más bajo control lo obtuvo el fenoxaprop y el más alto control lo obtuvo el clodinafop. Con base en los resultados se puede aseverar que la población de *Phalaris minor* presente en este lugar fue susceptible a los herbicidas comercialmente empleados en México. No existió fitotoxicidad aparente de los herbicidas hacia el cultivo de trigo.

Cuadro 35. Porcentaje de control de *Phalaris minor* susceptible. Irapuato, Gto. 1999.

Tratamientos	% de Control		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
1. testigo	0.0 d	0.0 f	0.0 g
2. clodinafop	87.25 c	84.5 e	78.75 f
3. clodinafop	90.75 b	88.75 de	88.75 e
4. clodinafop	97.25 a	98.0 a	95.75 a
5. clodinafop + p	98.0 a	98.0 a	96.5 a
6. clodinafop + s	96.0 a	96.5 ab	96.0 abc
7. clodinafop	94.5 b	91.25 cd	90.0 bcd
8. clodinafop + s	96.5 a	96.5 ab	96.0 ab
9. fenoxaprop	94.0 b	93.25 bc	88.75 cd
10. tralkoxidim + po	92.75 b	92.25 bcd	91.5 de

Nota: Los valores con la misma letra no difieren estadísticamente con $\alpha=0.05$

4.3. Discusión de resultados de los experimentos de campo

Los experimentos de herbicidas aplicados en preemergencia no obtuvieron resultados positivos en este caso, esto pudo deberse muy probablemente al tipo de suelo, humedad existente al momento de la aplicación y a los biotipos de alpistillo presentes, ya que la mayoría de los herbicidas probados son empleados en otros países para el control en preemergencia.

La combinación de los herbicidas en preemergencia con densidades de siembra tampoco arrojó resultados positivos, por lo que aportar una solución con este manejo se observa difícil. Probablemente se pudiera lograr algo mejor aplicando los herbicidas antes del riego de nacencia.

En los ensayos de herbicidas aplicados en postemergencia se encontró que solo la aplicación de tres herbicidas en mezcla (triple mezcla) logró para algunas dosis obtener control por encima del límite de aceptabilidad. Los productos individuales, tanto los de uso convencional como los otros incluidos en los experimentos (clorotoluron, isoproturon, y terbutrina) no lograron un control por encima del límite de aceptabilidad, situación que se presentó con las mezclas dobles. El clorotoluron e isoproturon son recomendados para controlar *Phalaris spp* en otros países (HRAC; 1997), sin embargo, aquí no lograron controlar el alpistillo, y considerando que también se aplicaron en biotipos susceptibles y no obtuvieron controles por encima del límite de aceptabilidad, se puede descartar la posibilidad de resistencia múltiple en los biotipos estudiados.

Al aplicar la triple mezcla en diferentes días antes del primer riego de auxilio no existió diferencia en el control pero sí en la fitotoxicidad hacia el trigo por las aplicaciones en días más lejanos del riego, esto pudo deberse a que el cultivo es más afectado por los herbicidas postemergentes cuando el trigo no está muy turgente. Al aumentar la densidad de siembra se mejoró el control y aumentaron los rendimientos de grano. Entre más plantas de cultivo existan más competencia se ejercerá contra la maleza ayudando a los herbicidas en el manejo del alpistillo.

Esto nos indica que la combinación de técnicas y/o métodos de control nos favorece en el manejo del alpiñillo, y debido a la dificultad que existe de rotación de cultivos (práctica muy buena para el manejo de resistencias) es necesario probar otras técnicas como las siembras en labranza de conservación, la siembra en surcos para realizar escardas, integrándolas con las anteriores. De acuerdo a algunas experiencias observadas en El Bajío puede tener más expectativa de éxito la labranza de conservación que la siembra en surcos, porque varias generaciones de alpiñillo emergen en el ciclo del cultivo, sobre todo cuando se remueve el suelo.

V. CONCLUSIONES

1. Las poblaciones de alpiñillo resistentes que dominan en densidad y competitividad en el cultivo de trigo en El Bajío Guanajuatense son *Phalaris minor* Retz y *Phalaris paradoxa* L.
2. Existen poblaciones de *Phalaris spp* con alto nivel de resistencia a los herbicidas clodinafop, fenoxaprop -p- etil y tralkoxidim y la resistencia presente es del tipo cruzada.
3. Los herbicidas trifluralina, clorotoluron, isoproturon y terbutrina aplicados en preemergencia no fueron eficientes para el control de estas poblaciones resistentes bajo las condiciones prevalecientes en los experimentos.
4. El control de alpiñillo resistente en postemergencia por arriba del límite de aceptabilidad, sólo se logró con triples mezclas, siendo la mejor clodinafop + clorotoluron + terbutrina (60 + 800 +75 g. i.a./ha respectivamente), sin causar reducción del rendimiento de grano en el cultivo.
5. El clorotoluron e isoproturon a las dosis comerciales no fueron eficientes para controlar en postemergencia las poblaciones de alpiñillo susceptible y resistente.
6. No existen diferencias significativas al aplicar en diferentes tiempos antes del riego de auxilio la triple mezcla para el control de alpiñillo resistente.
7. Al aumentar la densidad de siembra se mejoró el control de la maleza resistente e incrementó el rendimiento de grano por hectárea

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1995. La resistencia cruzada y múltiple en plantas. H.R.A.C. Madrid, España. 6p.
http://ipmwww.ncsu.edu/HRAC/Spanish_Resistance.htm
- Anónimo. 1997a. Guía para el manejo de la resistencia a herbicidas. H.R.A.C. Madrid, España.
11p. http://ipmwww.ncsu.edu/HRAC/spanish_guia.html
- Anónimo. 1997b. Puma Super. Folleto para Agricultores. AgrEvo Mexicana S.A de C.V.
México. D.F. 7 p.
- Bansal, G.L. and Sing, C.M. 1984. Germination, growth and development of three grassy weeds of wheat. Indian J. Sci. 16 (2): 121-123
- Bernal, V.J.A. 1983. Nuevos estudios con referencia a la siembra de trigo en surco y su control de maleza. In IV Congreso Nacional de la Ciencia de la maleza. SOMECIMA. Guadalajara, Jalisco. México. Pp. 54-57.
- Bhan, V.M. and Bhaskar Choudhary, D.B. 1976. Germination growth and reproductive behaviour of *Phalaris minor* Retz. as affected by date of planting. Indian J. Weed Sci. 8(2): 126-130.
- Byrd, J.D. Jr., W.J. Barrentine & D.R. Shaw. 1997. Herbicide resistance prevention and detection. Extension Service of Mississippi State University, Cooperating with U.S. Department of Agriculture. Published in furtherance of acts of congress, may 8 and june 30, 1914. Ronald A. Brow. Director. 6 p.
- Callejas M., A. 1997. Resistencia de malezas (*Phalaris* sp) en la región del Bajío en trigo. XVIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza.

- Dodge, A.D. 1989. Herbicides and plant metabolism. Cambridge University press. Society for experimental biology. Seminars series, 38. Cambridge, USA. 235 p.
- Espinosa G., F.J. y Sarukhán K.J. 1997. Manual de malezas del Valle de México: Claves, descripciones, e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 324.
- García, E. 1986. Apuntes de climatología según el programa vigente en las carreras de biólogos de la F.E.S. de Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. 265 p.
- Gill G., T. Piper, B. Martin & D. Pannell. 1991. Herbicide resistant weeds. Bulletin 4212. Departament of Agricultural. Western Australia. 14 pg.
- Guillermo B., S. 1992. Actividad biológica de dos formulaciones comerciales de Glifosato sobre especies de maleza anual y perenne. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. pp. 16-18.
- Harper, J.L. 1956. The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. Proc. Brit. Weed Control Conf. 3, 179
- Häfliger, Ernst and Hildemar Scholz, 1981 Grass weeds 2. Ciba Geigy Documenta. 138 pp.
- Heap, I.M. 1997. Variations in herbicide cross-resistance among populations of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). Aust. J.Agric. Res. 41: 121-128.
- Holt, J.S., Le Baron H.M. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. Wedd Technologic 4: 141-149.
- Kumar, V. And Kataria, O..P. 1977. Germination pattern and growth of *Phalaris minor* seeded at different depths. In: Proc. 6th Asian Pacific Weed Sci. Soc., Conf. Indonesia, Vol. 1: 75-254

- Le Baron, H.M. & Gressel, J. 1982. Introduction in herbicide resistance in plants. John Willey & Sons. USA. P. 1-9.
- Lebgue, T. y Valerio A. 1986. Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua. Primera edición. Gobierno del Edo. de Chihuahua, México. Pp. 165-166.
- Malik, Y. S. 1995. Studies on the management of Isoproturon resistant biotypes of *Phalaris minor* Retz. in wheat. College of Agriculture Chaudary Charan Singh, Haryana. Agriculture University Hisar.
- McMahon, M. A. 1978. Avena fatua and *Phalaris minor* two major problems in cereal production. CIMMYT. México. Pp. 35-38.
- Marzocca, A. 1976. Manual de malezas. Tercera Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp. 191-193.
- Parker K., F. 1984. Malezas del Noroeste de México: Relación y estudio de plantas perjudiciales en granjas, ranchos y jardines.
- Powles S. and C. Preston. 1995. Herbicide cross-resistance and multiple resistance in plants. Monograph 1. HRAC.
- Powles, S.B., and J.M. Matthews, 1992. Multiple herbicide resistance in annual ryegrass (*Lolium rigidum*), the driving force for the adoption of integrated weed management. In Achievements and Developments in Combating Pest Resistance, (I. Denholm, A. Devonshire, and D. Holloman, Eds.). Elsevier, London, pp. 75-87.
- Radosevich, S.R. & J.S. Holt. 1984. Weed ecology: Implications for vegetation management. Library of congress cataloging publication data. A wiley interscience publication. New York, USA. 265 p.

- Ramírez M., G. 1995. Tolerancia de la correhuela anual (*Ipomoea purpurea* L.) a la aplicación de Glifosato en pruebas de laboratorio. Tesis Profesional. Depto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. pp. 8-14.
- Rao, A.S. and Agarwal, J.P. 1984. Seed production, root/shoot ratio, stomata number and nutrient uptake by different crop and weed spp. Indian J. Weed Sci. 16: 250-254
- Robles S., R. 1990. Terminología genética y fitogenética. Cuarta edición. Editorial Trillas. México. 163 p.
- Ryan, G.F. 1970. Resistant of common groundseed to Simazine and Atrazine. Weed Science. 18: 614
- Sayre, K.D. 1998. Investigaciones sobre especies de *Phalaris* resistentes a los herbicidas en el trigo. CIANO-CIMMYT. Segundo Taller Nacional sobre la Resistencia de las Malezas a los Herbicidas. Guanajuato, Méx. 11 pg.
- Singh, M.Y. 1995. Studies on the management of isoproturon resistant biotypes of *Phalaris minor* Retz. in wheat. Thesis of Doctor of Philosophy in Agronomy. College of Agriculture Chaudhary Charan Singh. Haryana Agricultural University. Hisar. 106 pg.
- Souza, M.N. 1991. Herbicide resistance: an overview; in Memoria del Simposio Internacional: Manejo de malezas: situación actual y perspectivas. 9-10 de nov. Depto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. P. 19-23
- Tafoya G., C. 1997. Estudio de la habilidad competitiva de trigo (*Triticum aestivum*) contra avena loca (*Avena fatua*) y alpiste (*Phalaris minor*) en Pénjamo, Guanajuato. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 88 pg.

- Urías S., J.F. 1990. Pruebas herbicidas con la mezcla experimental alaclor-atrazina bajo condiciones de campo e invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias. ITESM. Monterrey; N. L. pp. 3-15.
- Valverde, B.E. 1995. Resistencia de *Echinocloa colona* a herbicidas usados en arroz en América Latina. Hoja Técnica N° 15. CATIE. Area de Fitopatología. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- Vengris, J.M., Drake, W.G., Golby and Bart, J. 1953. Chemical composition of weed and accompanying crop plants. Agron. 45 (5): 213-218
- Villarias M., J.L. 1979. Control de malas hierbas. Vol. I: Atlas de malas hierbas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 142-143.
- Villaseñor R., J.L. y Espinosa G. F.J. 1998. Catalogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 25.

APÉNDICE

VII. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de los bioensayos de invernadero.

F. V.	PESO FRESCO DE FOLLAJE				PORCENTAJE DE CONTROL											
	<i>Phalaris minor</i>		<i>Phalaris paradoxa</i>		<i>Phalaris minor</i>						<i>Phalaris paradoxa</i>					
	Resistente Susceptible		Resistente Susceptible		Resistente			Susceptible			Resistente			Susceptible		
					15 dda	30 dda	45 dda	15 dda	30 dda	45 dda	15 dda	30 dda	45 dda	15 dda	30 dda	45 dda
Tratamientos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Repeticiones	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N..S.	N..S.	N..S.	N..S.	N. S.	N. S.
Error																
Total																
C. V.	6.261	7.273	4.565	8.987	9.106	7.549	7.350	1.200	1.688	1.218	3.233	6.342	8.621	4.198	2.987	7.432

* Significativo con $\alpha=0.05$ N.S. No Significativo

Cuadro 2. Análisis de varianza de los bioensayos de campo.

F. V.	PESO FRESCO DE FOLLAJE DE ALPISTILLO		PORCENTAJE DE CONTROL DE ALPISTILLO				
	Primer experimento	Segundo experimento	Primer experimento			Segundo experimento	
			15 dda	30 dda	45 dda	45 dda	
Tratamientos		*	*	*	*	*	*
Bloques		N. S.	N. S.	N..S.	N..S.	N. S.	
Error							
Total							
C. V.		7.456	2.578	5.789	3.176	5.598	

* Significativo con $\alpha=0.05$ N.S. No Significativo

Cuadro 3. Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en preemergencia.

F. V.	PRIMER EXPERIMENTO				SEGUNDO EXPERIMENTO		
	Nº de alpiestillos/m ²		Espigas/m ²	Rendimiento Kg/ha	Nº de alpiestillos/m ²		
	30 dda	45 dda			15 dda	30 dda	45 dda
Tratamientos	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N.S.	*
Bloques	N. S.	N. S.	N. S.	N.S.	N. S.	N..S.	N. S.
Error							
Total							
C. V.	18.345	12.672	20.581	22.743	15.578	19.789	13.567

* Significativo con $\alpha=0.05$ N.S. No Significativo

Cuadro 4. Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en postemergencia para alpiñillo resistente a herbicidas.

F. V.	EXPERIMENTO										
	UNO	DOS		TRES		CUATRO		CINCO		SEIS	
	% Control 45 dda	% Control 45 dda	Rend. kg/ha	% control 45dda	Rend. kg/ha	% Control 45 dda	% Control 45 dda	Rend. kg/ha	% Control 45 dda	Peso fresco g/m ²	Rend. kg/ha
Tratamientos	*	*	N. S.	*	*	*	*	*	*	*	*
Bloques	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Error											
Total											
C. V.	7.832	10.288	13.701	14.690	13.70	7.445	5.711	4.122	2.026	6.749	5.849

* Significativo con $\alpha=0.05$ N.S. No Significativo

Cuadro 5. Análisis de varianza de los experimentos de campo con tratamientos aplicados en postemergencia para alpiñillo susceptible a herbicidas.

F. V.	PRIMER EXPERIMENTO			SEGUNDO EXPERIMENTO		
	% de control de <i>Phalaris paradoxa</i> 15 dda 30 dda 45 dda			% de control de <i>Phalaris minor</i> 15 dda 30 dda 45 dda		
Tratamientos	*	*	*	*	*	*
Bloques	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Error						
Total						
C. V.	15.479	6.973	6.425	2.046	2.097	1.210

* Significativo con $\alpha=0.05$ N.S. No Significativo

Cuadro 6. Características de las principales especies de *Phalaris* presentes en México.

Familia Poaceae;

Subfamilia: Festucoidea;

Tribu: Phalaridae

ESPECIE	FORMA VEGETATIVA	HOJAS	INFLORESCENCIA	ESPIGUILLAS	
				DESCRIPCION	FIGURA
<i>P. paradoxa</i>	Altura: 30-60 cm (-120 cm) Tallo erecto, geniculado y pigmentado en su base	Menos de 15 cm de largo y 3-5 mm de ancho Lineal acuminadas con lígulas de 2-3 mm membranosas.	Densa, oblonga con 2-9 cm de largo y menos de 2 cm de ancho parcialmente cubierta por la hoja terminal en su base. 	En grupos de 6-7 con 1 sesil y fértil y 5-6 pediceladas estériles hasta glumas de 5.8 a 8.2 mm de largo. Las estériles de hasta 9 mm de largo.	
<i>P. minor</i>	Altura: 50-60 cm (-100 cm) erecto geniculado en su base.	Menos de 5 cm de largo y 3-7 mm de ancho. Lineal acuminado con lígula de 2-6 mm membranosa, truncada y con franjas	Densa oblonga con 2-10 cm de largo y 1-2 cm de ancho. 	1 flor subsésil de 4-6.5 mm de largo glumas desiguales con 4-6.5 mm con un amplio borde dentado.	
<i>P. brachystachys</i>	Altura 30-80 cm Erecto y geniculado	Hojas lineales de 5-15 cm de largo y 4-6 cm de ancho. Lígula membranosa de 6 mm y con franjas	Ovoide y con panícula 1.5-4.0 cm de largo 	1 flor subsésil con 6-8 mm de largo glumas de 6-8 mm punteadas	
<i>P. canariensis</i>	Altura 30-120 cm Erecto, geniculado y ramificado	Hojas lineales con 5-25 cm de largo y 4-12 mm de ancho. Lígula membranosa de 3-8 mm con franjas	Ovoide a oblonga con 1.5-2 cm de largo. 	Una flor subsésil con 7-10 mm de largo Glumas de 7-10 mm de largo	

NOTA: El habitat para estas especies es en general áreas de monocultivo y no cultivadas. *P. paradoxa* también se encuentra en áreas frutícolas.

Fuente: Ciba-Geigy, 1980.

Cuadro 7. CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES DEL GENERO PHALARIS. FUENTE: CIBA GEIGY. 1981

La inflorescencia es una panícula cilíndrica

Phalaris

Las espigas con una flor terminal perfecta y una o dos flores rudimentarias abajo;

La desarticulación está arriba de las glumas.

Glumas desiguales, grandes con nervaduras marcadas, sin aristas en la espiga, lateralmente comprimidas y usualmente quilladas dorsalmente, la quilla frecuentemente tiene un ala membranosa.

La lema de la flor perfecta sin aristas en la espiga, más corta que las glumas, frecuentemente pubescente.

A; Planta anual

Espigas en grupos de 7, una fértil rodeada por 6 estériles; caen en grupos enteros

paradoxa

Espigas similares, solitarias, caen individualmente, glumas extendidas; panícula oval a oblonga corta.

Glumas de 4-6 mm de largo, lema solitaria estéril, lema fértil de ~3 mm de Largo

minor

Glumas de 6-10 mm de largo, lema estéril en dos, lema fértil de 4-6 mm de largo

Lemas estériles de 0.6-1.6 mm de largo

brachystachys

Lemas estériles de 2.5-4.5 mm de largo

canariensis

B; Planta perene

Panícula en forma de punta, densa; glumas extendidas; culm base bulbous

aquatica

Panícula en forma de punta pero no densa, se esparce en la floración, glumas no extendidas, base del tallo no bulbosa.

arundinacea

Cuadro 9.- Mecanismos de resistencia a herbicidas. HRAC. 1995.

- 1.- Resistencia en el sitio de acción
- 2.- Resistencia metabólica.
- 3.- *Secuestración y partición.
- 4.- *Diferencia en la asociación de la sustancia química.
- 5.- *Diferencia en translocación del herbicida

Fuente: Powles and Preston 1995.

* Mecanismos de menor importancia

Cuadro 10.- Relacion de muestras de alpiñillo de areas con presencia de biotipos con historial de resistencia. Guanajuato, Mex. 1999.

Localidad	Tipo	No. Muestra	Codigo de muestra
Guadalupe de Rivera	Resistente	4	Mex 1/99
			Mex 2/99
			Mex 3/99
			Mex 4/99
Guadalupe de Rivera	Resistente	5	Mex 5/99
			Mex 6/99
			Mex 7/99
			Mex 8/99
			Mex 9/99
Santa Ana Pacueco	No resistente	3	Mex 10/99
			Mex 11/99
			Mex 12/99
Purísima de covarrubias	Resistente	4	Mex 1/97
			Mex 2/97
			Mex 3/97
			Mex 4/97
Hornitos, Pénjamo	Resistente	1	Mex 1/98
Guadalupe de rivera	Resistente	1	Mex 2/98
Providencia de negrete	No resistente	1	Mex 3/98

Colectados por J. A. Tafoya.

Cuadro 8.- Clasificación de los Herbicidas de acuerdo a su modo de acción

Grupo A	Inhibición de la acetil coenzima carboxilasa (ACCase) Aryloxfenoxi-propionatos ciclohexanodionas
Grupo B	Inhibición de la acetolactato sintasa ALS (acetohidroxiácido sintasa AHAS) Sulfonilureas, imidazolinonas, triazolpirimidinas, pirimidil tiobenzoatos
Grupo C1	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II Triazinas, triazinonas, uracilos, piridazinona, fenil-carbamatos
Grupo C2	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II Ureas, amidas
Grupo C3	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II Nitrilos, benzotiadiazol, fenil-piridazina
Grupo D	Desviación del flujo electrónico en el fotosistema I Bipiridilos
Grupo E	Inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO) Difeniléteres, n-fenil-ftalimidas, tiadiazoles, oxadiazol, triazolinona
Grupo F1	Decoloración: inhibición de la síntesis de los carotenoides a nivel de la fitoeno desaturasa (PDS) Piridazinona, nicotinánilida, otros
Grupo F2	Decoloración: inhibición de la 4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenasa (4-HPPD) Triketona, ixosazol, pirazol
Grupo F3	Decoloración: inhibición de la síntesis de los carotenoides (punto desconocido) Triazol, isoxyzolidinona, urea
Grupo G	Inhibición de la EPSP sintasa Glicinas
Grupo H	Inhibición de la glutamino sintasa Ácido fosfinico
Grupo I	Inhibición del DHP (dihidropteroato) sintetasa Carbamato
Grupo K1	Inhibición de la unión de los microtúbulos en la mitosis Dinitroanilinas, fosforoamidatos, piridazina, ácido benzoico
Grupo K2	Inhibición de la mitosis/organización de microtúbulos Carbamatos
Grupo K3	Inhibición de la división celular Cloroacetamidas, carbamato, acetamida, benzamida, oxiacetamida
Grupo L	Inhibición de la síntesis de la pared celular (celulosa) Nitrilos, benzamida
Grupo M	Desacopladores (alteración de la membrana celular) Dinitrophenoles
Grupo N	Inhibición de la síntesis de los lípidos (no ACCase) Tiocarbamatos, fosforoditioato, benzofurano, ácidos clorocarbónicos
Grupo O	Auxinas sintéticas (como la acción del ácido indolacético AIA) Ácidos fenoxi-carboxílicos, ácido benzoico, ácido piridin-carboxílicos, ácidos quinolin-carboxílicos, otros
Grupo P	Inhibición del AIA (acción del ácido indolacético) Ftalamato, diflufenzopir
Grupo R/S/T	-
Grupo Z	Desconocido Ácido arilamino propionico, organoarsenicales, otros, bencileteres

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

COPIA DE LA BIBLIOTECA
CENTRAL U. A. CH.
1957