MEMORIAS

XLVI CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DE LA MALEZA

Sede académica virtual
Universidad de Guadalajara
Campus Autlán.

SOMECIMA

08, 09 Y 10 DE OCTUBRE 2025

MESA DIRECTIVA 2023-2025

Oscar Liedo Granillo
Presidente

Juan Carlos Martínez Álvarez
Vicepresidente

Juan Carlos Delgado Castillo
Secretario

Enrique Rosales Robles
Tesorero

Germán Bojórquez
Vicepresidente Pacífico

Miriam Sánchez Vega
Vicepresidente Norte

Hugo Enrique Cruz Hipólito
Vicepresidente Occidente

Jaime Urzúa Gutiérrez
Vicepresidente Sur

Tomás Medina Cázares
Consejo Técnico

Charles Van der Mersch
Vocal de Gestión y Relaciones Públicas

José Alfredo Domínguez Valenzuela
Vocal de Capacitación, Difusión y Vinculación Institucional

Valentín Esqueda Esquivel
Publicaciones

Comité editorial

Hugo Enrique Cruz Hipólito
Oscar Liedo Granillo

ÍNDICE

	Página
CONTROL DE CORREHUELA PERENNE (*Convolvulus arvensis*) CON TRIFLURALINA EN AJO (*Allium sativum*).	2
CONTROL POSTEMERGENTE DE CORREHUELA PERENNE (*Convolvulus arvensis*) Y TRÉBOL (*Melilotus indicus*) EN AJO (*Allium sativum*)	9
RESISTENCIA A LOS HERBICIDAS PINOXADEN Y IODOSULFURON-METIL-SODICO + MESOSULFURON-METIL DE AVENA SILVESTRE PROVENIENTE DE CORTAZAR, GTO.	18
HERBICIDAS PRE EMERGENTES PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN GIRASOL (*Helianthus annuus*) EN CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO.	19
SELECCIÓN PRELIMINAR DE HERBICIDAS PREEMERGENTES PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN FLOR DE NUBE (*Gypsophila elegans*).	31
SENSIBILIDAD DE *Brassica rapa* PROCEDENTE DE HIDALGO Y TLAXCALA A HERBICIDAS AUXINICOS, INHIBIDORES DE ALS Y EPSPS.	41
APLICACIÓN SECUENCIAL DE HERBICIDAS PRE PARA MANEJO DE MALEZAS EN MAÍZ (*Zea mays*).	60
CONTROL DE LA MALEZA EN POTREROS CON EL HERBICIDA MAGNITUDE (Halauxifen methyl + aminopyralid).	73
RESISTENCIA DE *Bidens odorata* y *Bidens pilosa* A LOS HERBICIDAS 2, 4-D Y PROSULFURON EN LOS ESTADOS DE HIDALGO, TLAXCALA Y PUEBLA, MÉXICO.	75
MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE MANZANO EN CHIHUAHUA, MÉXICO.	77
MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN NAYARIT, MÉXICO	83
SELECCIÓN DE BACTERIAS RIZOSFÉRICAS CON EFECTO BIOHERBICIDA SOBRE LA MALEZA CORREHUELA (*Convolvulus arvensis* L.)	88
EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HERBICIDAS SINTETICOS Y ORGANICOS SOBRE EL COMPLEJO DE MALEZA DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) EN APLICACIÓN TEMPRANA.	89
EFECTO DE LA TRIFLURALINA INYECTADA AL SUELO EN EL CRECIMIENTO DEL AJO (*Allium sativum* L.).	95

GLUFOSINATO Y BIOHERBICIDAS PARA EL CONTROL DE HUIROTE (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.) EN NOGAL PECANERO. 99

MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE NOGAL (*Juglans regia*) MEDIANTE CONTROL QUÍMICO Y MECÁNICO. 105

CONTROL QUÍMICO Y MANUAL TARDÍO DE *Amaranthus spinosus* L. Y OTRAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL EN VERACRUZ. 111

TRATAMIENTOS HERBICIDAS SELECTOS COMO ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka). 118

NOMENCLATURA ACTUALIZADA DE LAS MALEZAS EN MÉXICO CON BASE EN LA PLATAFORMA WORLD FLORA ONLINE. 125

USO DE HOJARASCA DE FRIJOL PARA EL CONTROL DE MALEZA EN EL CULTIVO DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea*). 132

MALEZAS ASOCIADAS A CULTIVOS DE *Agave* sp. EN EL ESTADO DE JALISCO, MÉXICO. 138

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN CAÑA DE AZÚCAR EN TEPIC, NAY. 144

DIVERSIDAD E IMPORTANCIA DE LA MALEZA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, EN EL EJIDO DE SAN JOSE TERUEL, ATENCINGO PUEBLA 153

MANEJO PREEMERGENTE DE MALEZAS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL DE CHAPINGO. 157

TAMAÑO DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS DE UN BANCO DE SEMILLAS DE MALEZA EN EL SUELO. 170

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DE HERBICIDAS, PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN CÍTRICOS. 185

MALEZAS RESISTENTES EN EL CULTIVO DE TRIGO EN MÉXICO: UNA REVISION 186

EFECTO DE LAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD BIOHERBICIDA DE HONGOS FITOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE LA CORREHUELA (*Convolvulus arvensis* L.) 194

HERBICIDAS DE BAJA CARGA QUÍMICA ALTERNATIVOS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum* L.) 196

EVALUACIÓN DE BIOHERBICIDA EN NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus-indica*) EN SALTILLO, COAHUILA 203

POBLACIÓN DE AMARANTHUS Y SIMSIA QUE OCURRE EN FRIJOL Y ELEMENTOS DEL CLIMA 209

DINÁMICA POBLACIONAL DE MALEZAS BAJO LA ACCIÓN DE UN EXTRACTO VEGETAL CON POTENCIAL HERBICIDA EN LOS CICLOS P-V Y O-I 2023 219

DE LA RESILIENCIA A LA INVASIÓN: RESPUESTA VEGETAL POST-INCENDIO EN MATORRAL, Y ÁREAS AGRÍCOLAS 221

EFECTO DE UN PROTOTIPO AVANZADO COMO BIOHERBICIDA COMPARADO CON OTRAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE MALEZA 223

EFECTO FITOTÓXICO DE HERBICIDAS PREEMERGENTES SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE Solanum lycopersicum L. ESTABLECIDO A CAMPO ABIERTO 225

CONTROL DE CORREHUELA PERENNE (*Convolvulus arvensis*) CON TRIFLURALINA EN AJO (*Allium sativum*). (Oral)

G. Martínez[1]
[1]Campo Experimental Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. martinez.gerardo@inifap.gob.mx

Resumen: El objetivo de este trabajo fue determinar el control de correhuela perenne y fitotoxicidad de trifluralina en ajo, cuando es incorporado o inyectado al suelo. Para ello se llevaron a cabo dos experimentos. En el primer experimento los tratamientos fueron: 1. Trifuralina 2.5 kg/ha inyectado a 10 cm de profundidad en el suelo, 2. Trifuralina 5 kg/ha inyectado a 10 cm de profundidad en el suelo y 3. Testigo. En el segundo experimento los tratamientos fueron: 1. Trifluralina 1 kg/ha incorporado en los primeros 15 cm del suelo, Trifuralina 2 kg/ha incorporado en los primeros 15 cm del suelo, 3. Testigo enmalezado y 4. Testigo libre de correhuela. En los dos experimentos los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fue una maceta de 20 L con dos plantas. La trifluralina inyectada a 10 cm en el suelo en dosis de 2.5 y 5 kg/ha aportó 100% de control de correhuela perenne pero redujo el crecimiento del ajo. Cuando se incorporó al suelo a 15 cm de profundidad, en dosis de 1 y 2 kg/ha aportó un control de 75% y 95%, respectivamente al final de la estación de crecimiento y también redujo el crecimiento del ajo. El tamaño de los bulbos se redujo cuando el herbicida fue incorporado al suelo ($p \leq 0.05$), pero no cuando fue inyectado.
Palabras clave: inyectado, presiembra incorporado, fitotoxicidad.

INTRODUCCIÓN

La maleza es uno de los problemas fitosanitarios más importantes debido a que el ajo tiene una baja capacidad competitiva y un largo periodo de crecimiento (MARTINEZ, 2023a; MARTINEZ, 2023b). Las pérdidas que causa la maleza a este cultivo son de 30% a 60%. Las especies de maleza que se presentan en el ajo en la Región del Rio Sonora, comprenden a las de hoja ancha como malva, trébol, pamita, nabo y correhuela perenne, y a las de hoja angosta como alpiste y avena (MARTINEZ , 2023 a). La correhuela perenne es una de las especies de maleza más dañinas en los cultivos anuales en el Noroeste de México (MARTINEZ, 2003) y especialmente en ajo. La maleza que invade al cultivo de ajo no solo causa daños directos en el rendimiento y calidad, sino que también es fuente de enfermedades, como las virales, las cuales son de alta relevancia en este cultivo. Después que el cultivo ha sido plantado, el control de maleza se realiza mediante escardas mecánicas y manuales, requiriéndose de alrededor de tres desmalezamientos en los cuales se utilizan alrededor de 30 jornales

por ha. Es importante mencionar que bajo un esquema de alta densidad, en que la distancia entre hileras puede ser menor de 10 cm, el eliminar la maleza mediante estos métodos puede dañar al cultivo.

Uno de los herbicidas que se sugiere utilizar para el control de maleza en ajo es trifluralina en dosis de 1 a 2 kg/ha aplicado en presiembra (CHAVEZ-CAJIGAS, 2010). Usualmente este herbicida se incorpora al suelo mediante el uso de arado. Después de una revisión de los herbicidas recomendados en este cultivo no se encontró que este herbicida estuviera en tales listas (ALVAREZ, 1997; CABRERA-QUELLHUA, 2016). Por ello se sospechó que este herbicida podría causar daño al ajo.

El herbicida trifluralina ha sido utilizado para el control de correhuela perenne en cultivos anuales y perenne ya se incorporado al suelo o inyectado (LANGE *et al*., 1972).

El objetivo de este trabajo fue determinar el control de correhuela perenne y fitotoxicidad de trifluralina en ajo cuando es incorporado o inyectado al suelo.

MATERIALES Y METODOS

Se llevaron a cabo dos experimentos en el campo Experimental de la Costa de Hermosillo en el ciclo 2024/2025.

En el primer experimento los tratamientos fueron: 1. Trifuralina 2.5 kg/ha inyectado a 10 cm de profundidad en el suelo, 2. Trifuralina 5 kg/ha inyectado a 10 cm de profundidad en el suelo y 3. Testigo. En el segundo experimento los tratamientos fueron: 1. Trifluralina 1 kg/ha incorporado en los primeros 15 cm del suelo, 3. Trifuralina 2 kg/ha incorporado en los primeros 15 cm del suelo, 3, Testigo enmalezado y 4. Testigo libre de correhuela. Los testigos enmalezados estuvieron en la mayor parte del ciclo cubiertos con la maleza a pesar de que se dieron dos deshierbes manuales en el ciclo. En los dos experimentos los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fue una maceta de 20 L con dos plantas.

Las macetas utilizadas en los dos experimentos estaban infestadas con correhuela perenne que se había sembrado en agosto de 2023. Para simular la inyección de trifluralina que se realiza con cuchilla treflanera se removieron los primeros 10 cm de suelo de la capa superior en la maceta, y se dejaron raíces y rizomas de la capa inferior. Posteriormente se aplicó el herbicida trifluralina a la superficie de suelo. Finalmente se puso la capa de suelo de 10 cm removida previamente, utilizando suelo limpio, libre de rizomas de la maleza. Para aplicar los tratamientos del segundo experimento se removieron los primeros 15 cm de la capa superior de suelo en la maceta y se dejaron raíces y rizomas de la capa inferior. Posteriormente repuso la capa de suelo de 15 cm removida, utilizando suelo limpio, libre de rizomas de la maleza. Después de este procedimiento se aplicó el herbicida trifluralina al suelo y se mezcló varias veces para asegurar una uniforme distribución del herbicida en esa capa de 15 cm de suelo.

Las plantas de ajo, con hojas de 1 cm de longitud, fueron trasplantadas el 22 de octubre de 2024 en el experimento 1 y el 22 de noviembre en el experimento 2.

Se realizaron evaluaciones de número de guías de correhuela perenne, longitud y porcentaje de cobertura de la maleza cada 15 días. También se evaluó altura y número de hojas del ajo con esta misma frecuencia. A la cosecha se evaluó el peso del follaje del ajo, y diámetro y peso del bulbo.

Se obtuvieron los datos promedio de crecimiento de la maleza y ajo los cuales se presentan en gráficas o cuadros, mientras que los datos de rendimiento de ajo se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la prueba DMS 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Efecto de trifluralina inyectada al suelo.

El control de correhuela perenne con el herbicida inyectado al suelo fue de 100% durante todo el período de evaluación que cubrió todo el ciclo de cultivo (Tabla 1). El número de guías de correhuela durante el período de evaluación permaneció constante en el testigo, a pesar de que se realizaron dos cortes de las guías durante el período de evaluación, que causaron una reducción temporal de la cobertura y de la longitud de las mismas guías (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de dos dosis de trifluralina inyectada al suelo en el crecimiento de la maleza correhuela perenne.

Días después la siembra	Dosis de trifluralina								
	Testigo			2.5 kg/ha			5 kg/ha		
	# Guías	Long cm	Cobert %	# Guías	Long cm	Cobert %	# Guías	Long cm	Cobert %
15 dda	20	3	16	0	0	0	0	0	0
30 dda	40	14	78	0	0	0	0	0	0
45 dda	40	43	82	0	0	0	0	0	0
60 dda	46	6	39	0	0	0	0	0	0
75 dda	42	13	84	0	0	0	0	0	0
90 dda	46	3	40	0	0	0	0	0	0
105 dda	53	13	78	0	0	0	0	0	0
145 dda	45	11	54	0	0	0	0	0	0
160 dda	39	28	57	0	0	0	0	0	0

El crecimiento del ajo, cuando fue medido por la altura de las plantas, fue afectado por los tratamientos, pero no fue afectado cuando fue medido por el número de hojas activas (hojas verdes).

La Figura 1 muestra que el crecimiento del ajo en el testigo fue mayor que con trifluralina 2.5 kg/ha inyectado al suelo y este a su vez fue mayor que el obtenido con la dosis de 5 Kg/ha. Lo anterior puede deberse a que la película del herbicida se puso a 10 cm de profundidad del suelo, profundidad que es muy superficial y evitó el desarrollo de las raíces de ajo. Por ello posiblemente la planta no pudo crecer bien en su parte aérea. El ajo desarrolla sus raíces principalmente en los primeros 20 cm de profundidad en el suelo, aunque puede explorar una mayor profundidad. Lo anterior sugiere que la inyección de este herbicida debería hacerse a más de 20 cm de profundidad en el suelo.

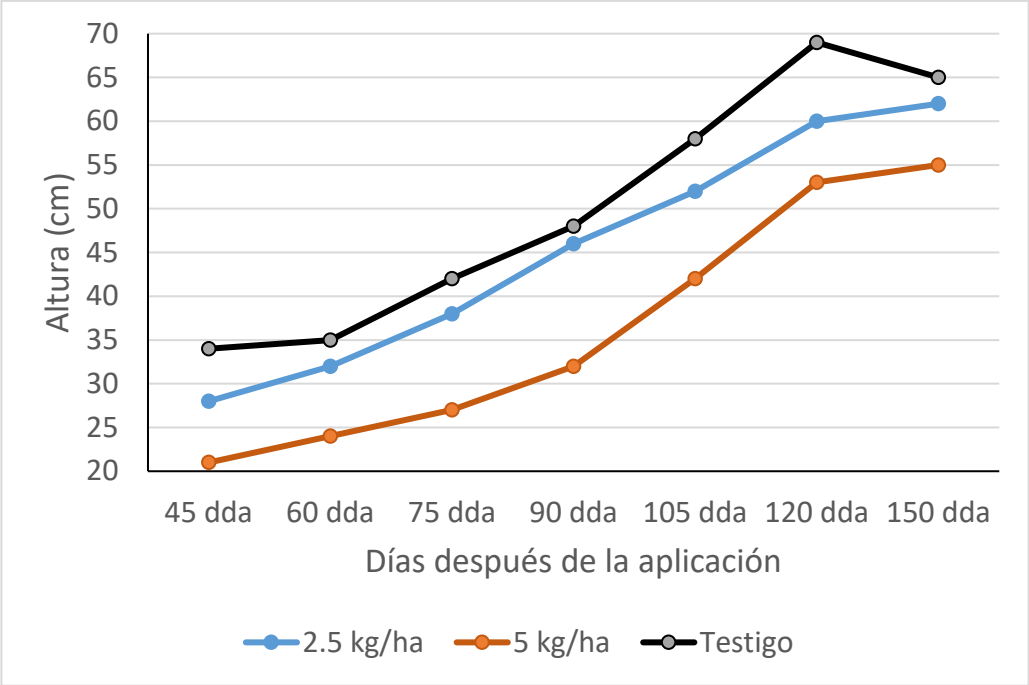


Figura 1. Dinámica de crecimiento del ajo bajo los diferentes tratamientos de trifluralina inyectada al suelo.

El peso fresco del follaje del ajo fue menor bajo los tratamientos con el herbicida que en el testigo, aunque estadísticamente no se detectó diferencia entre los tratamientos. El caso fue similar para el tamaño del bulbo, en el que hubo una reducción de su peso en 29% bajo el tratamiento con 5 kg/ha de trifluralina con respecto al testigo; sin embargo, no se detectó diferencia estadística entre los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la inyección de trifuralina a 10 cm de profundidad del suelo en el peso de follaje y bulbo del ajo.

Tratamiento	Peso del follaje (g)	Peso del bulbo (g)
Testigo desmalezado manual	31.1	45.9
Trifluralina 2.5 kg/ha	24.2	41.9
Trifluralina 5 kg/ha	20.4	32.2
	NS	NS

Experimento 2. Efecto de trifluralina incorporada al suelo.

La cantidad de guías de correhuela fluctuó de 10 a 20 en el testigo y estuvo influenciada, al igual que la longitud de guías y cobertura, por los dos desmalezamientos manuales efectuados a los 45 y 90 dda (Tabla 3). Durante los primeros 60 dda no emergió la correhuela bajo los tratamientos de trifluralina (Tabla 3). Después de esa fecha emergió una cantidad inferior o igual al 20% en comparación al testigo, alcanzando, bajo la dosis

de 1 kg/ha, una cobertura de 25 % con respecto a la cobertura máxima alcanzada en el testigo; mientras que bajo la dosis de 2 kg/ha la cobertura máxima fue de solo de 5% en comparación a la cobertura máxima alcanzada en el testigo.

Tabla 3. Efecto de dos dosis de trifluralina incorporada al suelo en el crecimiento de la maleza correhuela perenne.

Días después la siembra	Dosis de trifluralina								
	Testigo			1 kg/ha			2 kg/ha		
	# Guías	Long cm	Cobert %	# Guías	Long cm	Cobert %	# Guías	Long cm	Cobert %
15 dda	0.5	3	0.7	0	0	0	0	0	0
30 dda	11	19	21	0	0	0	0	0	0
45 dda	18	26	41	0	0	0	0	0	0
60 dda	10	4	6	1.	6	2	0	0	0
75 dda	13	16	17	2	12	2	0.2	5	1
90 dda	19	30	37	2	27	4	1	20	1
120 dda	20	9	21	4	41	10	3	30	1
135 dda	19	17	20	4	23	11	3	45	2

Al igual que en experimento donde se inyectó el herbicida, en este experimento se encontró que el crecimiento, cuando fue medido por la altura de las plantas, fue afectado por los tratamientos, pero no fue afectado cuando fue medido por el número de hojas activas (hojas verdes).

La Figura 2 presenta que el crecimiento del ajo en el testigo libre de correhuela fue mayor que en el testigo con correhuela, esto a pesar de tener una baja densidad de guías en el testigo y de haber realizado dos desmalezamientos. El crecimiento del ajo en los tratamientos con trifluralina, en cualquiera de las dosis, empezó a despegar hasta los 76 dda pero siempre fue inferior al testigo. El crecimiento del ajo fue similar entre las dos dosis de trifluralina.

Lo anterior indica que la trifluralina en dosis de 1 a 2 kg/ha incorporada a 15 cm en el suelo, es dañina al ajo.

El peso fresco del follaje del ajo fue menor bajo los tratamientos con el herbicida que en el testigo limpio, lo que indicó que el herbicida trifluralina a las dosis evaluadas fue fitotóxico al ajo cuando fue incorporado al suelo. La competencia ejercida por correhuela al perenne al ajo no fue suficiente para expresarse en el crecimiento del follaje de este cultivo. Esto puede deberse a la baja densidad de la correhuela en este tratamiento. Sin embargo, el efecto de competencia de la correhuela si se expresó en el peso del bulbo como se observa en la Tabla 1, esto a pesar de la baja densidad. Ambas dosis de trifluralina redujeron de manera similar en alrededor de 50% el peso de los bulbos de ajo (Tabla 4) indicando que este herbicida es fitotóxico al ajo cuando es aplicado de esta manera.

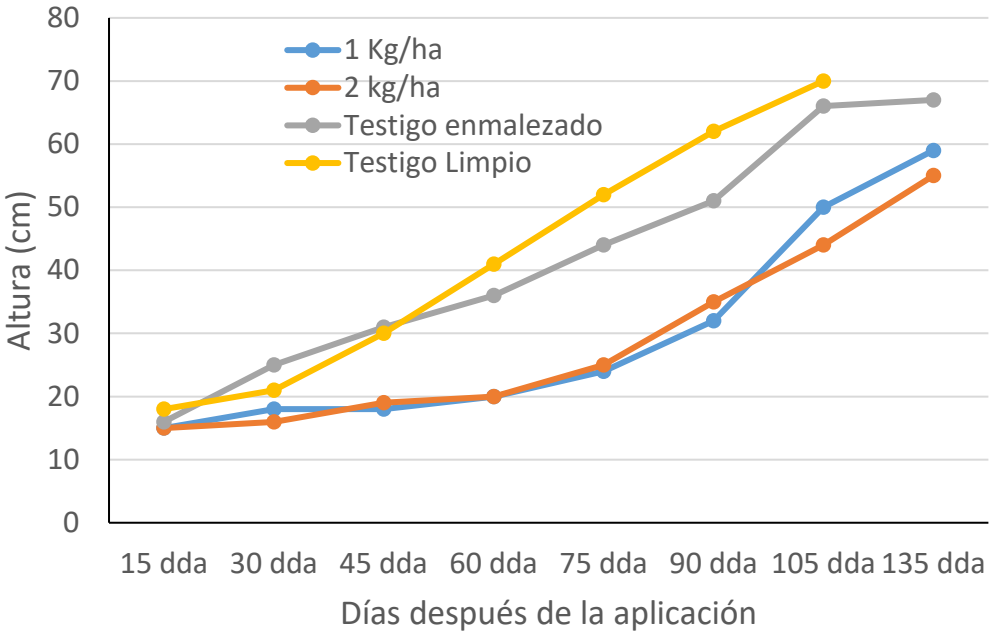


Figura 2. Dinámica de crecimiento del ajo bajo los diferentes tratamientos de trifluralina incorporada al suelo.

Tabla 4. Efecto de la incorporación de trifuralina en los primeros 15 cm de profundidad del suelo en el peso de follaje y bulbo del ajo.

Tratamiento	Peso del follaje (g)	Peso del bulbo (g)
Testigo limpio	39.1 a	65.7 a
Testigo con *C. arvensis*	31.5 ab	50.6 b
Trifluralina 1 kg/ha	27.2 b	30.7 c
Trifluralina 2 kg/ha	21.7 b	28.0 c

CONCLUSIONES

La trifluralina inyectada a 10 cm en el suelo en dosis de 2.5 y 5 kg/ha aportó un excelente control de correhuela perenne pero tuvo una tendencia a causar daño al ajo. Cuando este herbicida se incorporó a 15 cm de profundidad en el suelo, en dosis de 1 y 2 Kg/ha, aportó un buen control de correhuela pero fue claramente dañino al cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, J. (1997). Comparativo de métodos de control de malezas en ajo (*Allium sativum*) en Huaral. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 103 p.

CABRERA-QUELLHUA, G. (2016). Herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. Napurí bajo condiciones de la Molina. Tesis ingeniero agrónomo. La Molina. Facultad de Agronomía. Perú. 80 p.

CHAVEZ-CAJIGAS, M. (2010). AJO. In: CECH. Guía técnica para el área de influencia de la Costa de Hermosillo. CECH-CIRNO-INIFAP. Guía técnica 1. Pp:98-111.

LANGE, A.H.; AGAMALIAN, H.; DONALDSON, D.R.; ELMORE, C.L.; HAMILTON, W.D.; LEONARD, O.A.; KEMPEN, H.M. (1972). Bindweed control in vineyards. A progress report. Agricultural Extension. University of California. 13 p.

MARTINEZ-DÍAZ, G. (2023). La correhuela perenne. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 5. 172p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023). Manejo de maleza en los cultivos del Desierto de Sonora. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 18. 108 p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023). La maleza en ajo (*Allium sativum* L.) y su manejo. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 17. 106 p.

Summary: The objective of this work was to determine field bindweed control and garlic phytotoxicity by trifluralin soil incorporated or injected. Two experiments were carried out. In the first experiment treatments were: 1. Trifuralin 2.5 kg/ha injected at 10 cm soil depth, 2. Trifuralin 5 kg/ha injected at 10 cm soil depth, and 3. Control. In the second experiment treatments were: 1. Trifuralin 1 kg/ha incorporated in the first 15 cm soil depth, 2. Trifuralin 2 kg/ha incorporated in the first 15 cm soil depth, 3. Weedy check, and 4. Weed free check. In both experiments treatments were distributed in a completely random design with four replications and the experimental unit was a 20 L pot with two garlic plants. Trifluralin injected at 10 cm soil depth at 2.5 and 5 kg/ha had 100% field bindweed control and reduced garlic growth. When the herbicide was 15 cm soil depth incorporated at 1 and 2 kg/ha, had 75% and 95% field bindweed control, respectively, at the end of the growing season, and reduced garlic growth. Bulb size was reduced when the herbicide was soil incorporated ($p \leq 0.5$), but not when it was injected.

Key words: injected, preplant incorporated, phytotoxicity.

CONTROL POSTEMERGENTE DE CORREHUELA PERENNE (*Convolvulus arvensis*) Y TRÉBOL (*Melilotus indicus*) EN AJO (*Allium sativum*) (Oral)

G. Martínez[1]

[1]Campo Experimental Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. martinez.gerardo**@inifap.gob.mx**

Resumen: El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de dos herbicidas auxínicos, solos o seguidos con la aplicación de oxyfluorfen, para el control de correhuela perenne y trébol, en ajo variedad Singapur. Los tratamientos fueron: glifosato + oxyfluorfen (2130 + 288 g/ha), 2,4-D 960 g/ha, 2,4-D g/ha + oxyfluorfen (960 + 288 g/ha), fluroxypyr 280 g/ha, fluroxypyr + oxyfluorfen (280 + 288 g/ha), y testigo enmalezado. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue una maceta de 20 L con dos plantas de ajo. La aplicación de glifosato, fluroxypyr y 2,4-D se realizó sobre correhuela perenne antes del trasplante del ajo, mientras que el oxyfluorfen se aplicó a los 44 días después de la siembra de este cultivo. El porcentaje de control de correhuela más alto durante el ciclo de desarrollo del ajo se alcanzó con el glifosato + oxyfluorfen o 2,4-D + oxyfluorfen. Estos mismos tratamientos proporcionaron el menor número y longitud de guías de correhuela perenne, así como la menor cobertura de esta maleza. Oxyfluofen aportó un control superior a 80% para trébol durante dos meses sin causar daños importantes en ajo. El mejor crecimiento del follaje y bulbo de ajo se alcanzó con glifosato + oxyfluorfen y 2,4-D + oxyfluorfen.

Palabras clave: 2,4-D, furoxypyr, oxyfluorfen.

INTRODUCCIÓN

Sonora ocupa el cuarto lugar a nivel nacional como productor de ajo y el municipio Arizpe, localizado en la Región del Rio Sonora, ocupa el sexto lugar en México. La producción en el estado se destina tanto al mercado nacional como internacional (MARTÍNEZ-DÍAZ, 2023c).

La maleza es uno de los problemas fitosanitarios más importantes en este cultivo debido a que el ajo tiene una baja capacidad competitiva y un largo periodo de crecimiento. Las pérdidas que causa la maleza a este cultivo son de 30% a 60% (MARTÍNEZ-DÍAZ, 2023 b). Las especies de maleza que se presentan en el ajo en la Región del Rio Sonora, comprenden las de hoja ancha como malva, trébol, pamita, nabo y correhuela perenne, y las de hoja angosta como alpiste y avena (MARTÍNEZ-DÍAZ, 2023c).

La maleza que invade al cultivo de ajo no solo causa daños directos en el rendimiento y calidad, sino que también es fuente de enfermedades, como las virales, las cuales son de alta relevancia en este cultivo. Después que el cultivo ha sido plantado, el control de maleza se realiza mediante escardas mecánicas y manuales, requiriéndose

de alrededor de seis desmalezamientos en los cuales se utilizan alrededor de 30 jornales por ha. Es importante mencionar que bajo un esquema de alta densidad, en que la distancia entre hileras puede ser menor de 10 cm, el eliminar la maleza mediante estos métodos puede dañar al cultivo (MARTÍNEZ-DÍAZ, 2023c).

Existen varios herbicidas preemergentes que se utilizan para el control de malezas anuales en ajo (ALVAREZ, 1997; CABRERA-QUELLÚA, 2016). AGHABEIGI y KHODADADI, (2017) reportaron que el más bajo rendimiento de ajo se encontró en el tratamiento con pendimetalin aplicado en postemergencia. Con este tratamiento hubo tres veces más maleza que con el tratamiento de control manual lo cual explicó la reducción del rendimiento en 38%. Los tratamientos de oxifluofen y oxadiazon aportaron un control de maleza similar al control manual y en todos ellos hubo una reducción del rendimiento en al menos 5%.

De acuerdo a la etiqueta, oxyfluorfen es un herbicida inhibidor de la oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO), al igual que oxadiazon. Este herbicida inhibe la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz y por lo tanto daña las membranas celulares, lo cual termina afectando su organización, permeabilidad y transporte de iones. La lixiviación de este herbicida en el suelo es muy reducida y su adsorción muy fuerte. Se descompone por la acción de la luz. Persiste poco en el suelo, estimándose su vida entre 30 y 40 días. Controla numerosas malas hierbas dicotiledóneas y gramíneas a dosis relativamente bajas (0.24-0.48 kg/ha), tanto en aplicaciones de pre-emergencia como en postemergencia.

El 2,4-D y fluroxypyr son herbicidas auxínicos que controlan a la correhuela perenne cuando son aplicados en postemergencia (MARTÍNEZ DÍAZ, 2003 a); en el caso de 2,4-D puede ser utilizado en varios cultivos antes de la siembra. Sin embargo, no ha sido reportado si hay algún efecto fitotóxico en ajo si el 2,4-D o fluroxypir son aplicados antes de la siembra. Por otro lado, el glifosato es un herbicida que se aplica también en postemergencia a la correhuela perenne antes de la siembra de algunos cultivos y controla a la correhuela perenne en alrededor de 80%, sin causar problemas de fitotoxicidad en tales cultivos (MARTÍNEZ DÍAZ, 2003 a). Al igual que con 2,4-D, no hay reportes que indiquen si hay algún efecto fitotóxico en ajo cuando es aplicado de esta manera.

Aun cuando no se conoce el efecto fitotóxico de glifosato en ajo cuando es aplicado antes de su siembra para el control de correhuela perenne, es importante mencionar que este es uno de los herbicidas que se utiliza en dicho cultivo, lo cual puede indicar que no es fitotóxico o presenta muy baja fitotoxicidad a ajo. Debido a la regulación de este herbicida (CEDRSSA, 2020) es importante conocer otras opciones para el control no solo de correhuela perenne sino también de otras especies perennes que inciden en el ajo.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de dos herbicidas auxínicos solos y seguidos con la aplicación de oxyfluofen para el control de correhuela perenne y trébol en ajo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, bajo condiciones de maceta con riego por goteo.

Los tratamientos herbicidas aplicados en el experimento se presentan en la Tabla 1.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue una maceta de 20 litros que contenían dos plantas de ajo.

La aplicación de 2,4-D, fluroxypyr y glifosato se realizó el 30 de noviembre de 2024 en correhuela con guías de 35 cm de longitud, antes del trasplante del ajo variedad Singapur, la cual se llevó a cabo el mismo día, después de las aspersiones. La aplicación de oxyfluorfen se realizó el 13 de enero de 2025. La longitud de guías de correhuela cuando se aplicó oxyfluorfen era entre 15 y 30 cm, dependiendo del tratamiento que previamente se había realizado, mientras que la altura del trébol era de 3 cm y tenía una hoja verdadera. La aspersión de los herbicidas se realizó con una aspersora manual con cono hueco, utilizando 270 litros de agua por ha.

Las evaluaciones del control de maleza se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 75, 105, 120 y 135 días después de la siembra (DDS) utilizando una escala porcentual. Para la correhuela perenne también se midió porcentaje de cobertura, longitud de las guías y número de guías en la maceta. También se llevó a cabo una evaluación del número de hojas y altura del ajo. A la cosecha, realizada el 15 de abril de 2025, se midió peso del follaje del ajo, y peso y diámetro de los bulbos.

Con los datos se desarrollaron gráficas del comportamiento de las variables para cada tratamiento durante la estación de crecimiento. Además se llevó a cabo un análisis de varianza de los datos de peso del follaje del ajo y peso y diámetro ecuatorial de los bulbos. También se efectuó una comparación de medias de estos datos utilizando la prueba DMS al 0.05.

Tabla 1. Tratamientos evaluados para el control de correhuela perenne y trébol en ajo, en la Costa de Hermosillo, Sonora. 2025.

Número de tratamiento	Herbicida	Dosis (g/ha)
1	Glifosato + oxyfluorfen	2130 + 288
2	2.4-D	960
3	2,4-D + oxyfluorfen	960 + 288
4	Fluroxypyr	280
5	Fluroxypyr + oxyfluorfen	280 + 288
6	Testigo	-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos en la maleza

El control más alto de correhuela en el primer mes después de la aplicación (DDS) se alcanzó con 2,4-D (Figura 1). Glifosato y fluroxypyr aportaron un control similar en ese período y en ambos tal control fue inferior que el alcanzado por 2,4-D. La aplicación de oxyfluorfen en el tratamiento que había recibido 2,4-D y glifosato mantuvo el control alto hasta la última evaluación, realizada 135 DDS. El control en ese período fue inferior que cuando se aplicó solamente 2,4-D o fluroxypyr,

Los resultados señalan que existe un excelente control de correhuela durante todo el período de crecimiento del ajo con la aplicación de glifosato + oxyfluorfen o con 2,4-D + oxyfluorfen.

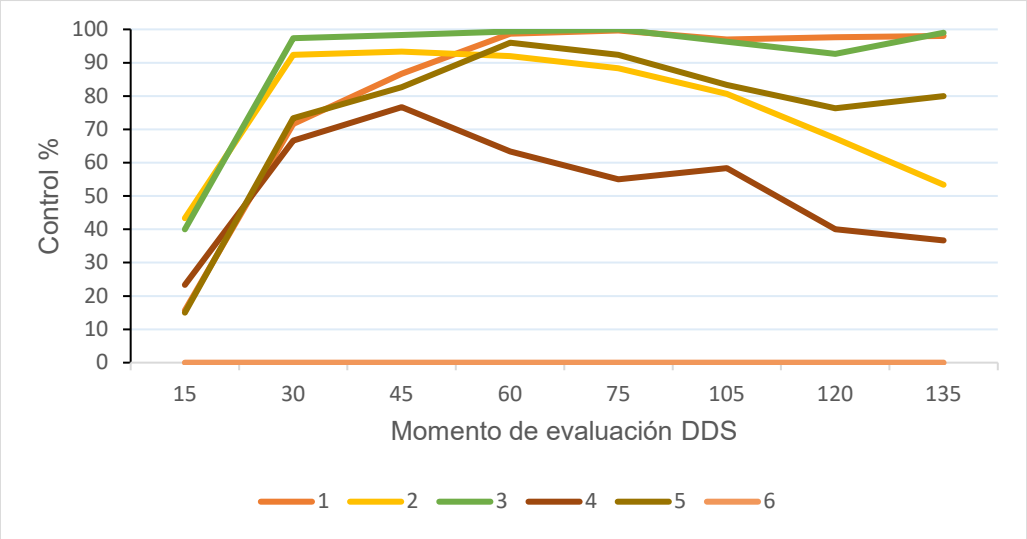


Figura 1. Control de correhuela perenne días después de la siembra de ajo.

El mayor número de guías de correhuela se tuvo en el testigo, número que no cambió desde el inicio al final de experimento (Figura 2). El menor número de guías en la unidad experimental se obtuvo con 2,4-D + oxyfluorfen, y así se mantuvo hasta el final del experimento. Este tratamiento le fue seguido por el glifosato + oxyfluorfen. Tanto 2,4-D como fluroxypyr solo redujeron la densidad de guías de la correhuela hasta los 45 DDA, período después del cual se notó un incremento.

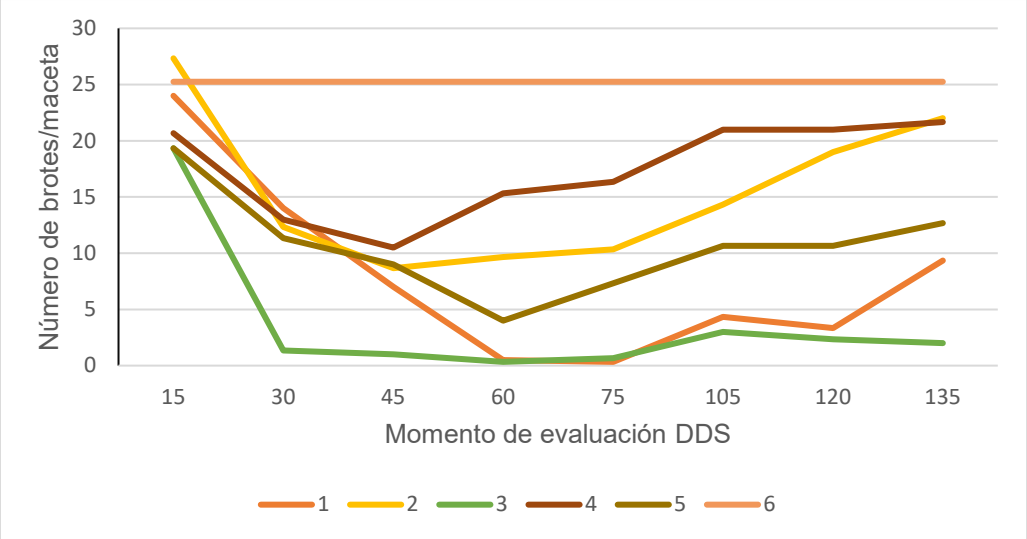


Figura 2. Efecto de los tratamientos en la densidad de guías de correhuela perenne.

La longitud de las guías de correhuela siempre se mantuvo superior en el testigo enmalezado en comparación al restante de los tratamientos y, al final del período de evaluación, fue equivalente al obtenido en todos los tratamientos, con excepción del tratamiento con glifosato + oxyfluorfen y el tratamiento de 2.4-D + oxyfluorfen (Figura 3).

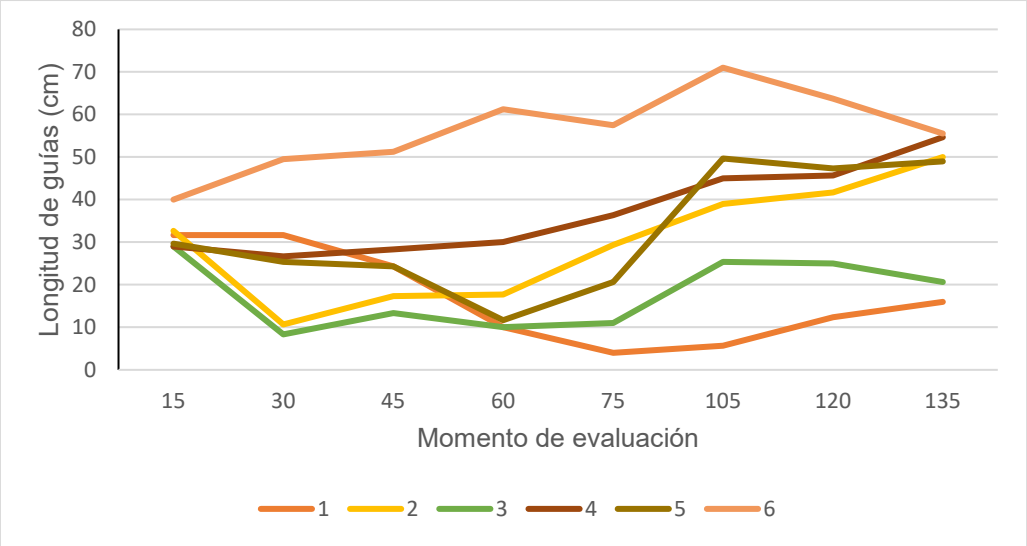


Figura 3. Efecto de los tratamientos en la longitud de guías de correhuela perenne.

La cobertura de correhuela perenne en el testigo enmalezado, a los 15 DDA, fue de alrededor de 80% y se incrementó a 100% al final del experimento (Figura 4). En el tratamiento de 2,4-D declinó la cobertura en los primeros 45 DDA a una velocidad mayor que el glifosato, pero en ambos tratamientos la cobertura fue cercana a 0% después de ese período hasta la cosecha, siempre y cuando se realizara, posteriormente a su aplicación, la aplicación de oxyfluorfen. En los restantes tratamientos la cobertura declinó inicialmente pero después de ese descenso tendió a incrementarse dicha cobertura, aunque nunca alcanzó los valores del testigo enmalezado.

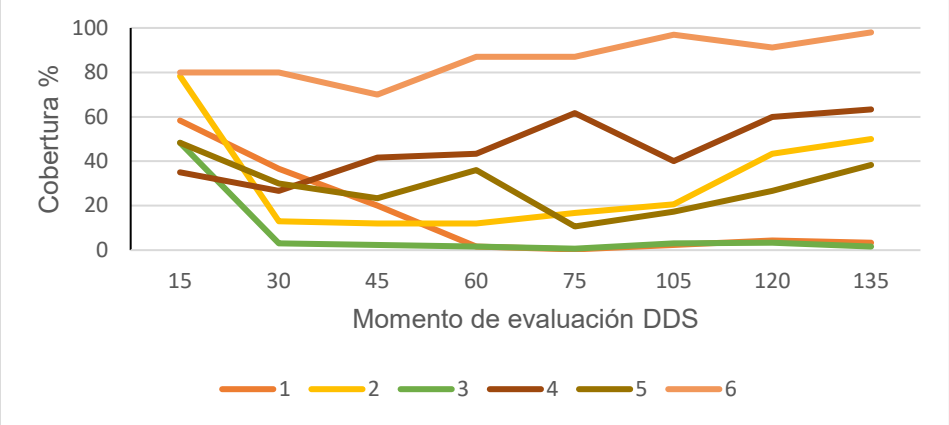


Figura 4. Efecto de los tratamientos en la cobertura de correhuela perenne.

Oxyfluofen ejerció un control contundente del trébol (*Melilotus indicus*) (Figura 5). A los 15 días después de que se aplicó, esto es 60 DDS del ajo, presentó un control superior a 80%, y 15 días más tarde alcanzó un control de 100%. El control fue aceptable (superior 80 %) hasta los 120 DDS, es decir durante dos meses. El control disminuyó debido a nuevas poblaciones de trébol. Por ello, para el caso de esta especie de maleza es necesario realizar una aplicación adicional de oxyfluorfen para mantener limpio el cultivo hasta cosecha.

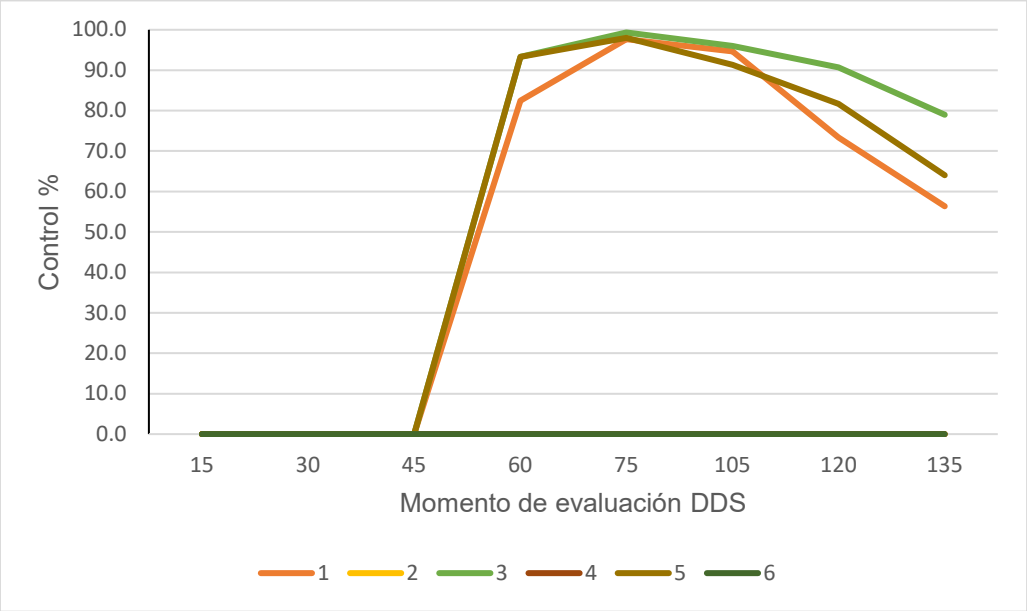


Figura 5. Control de trébol bajo los tratamientos días después de la siembra de ajo.

Efecto de los tratamientos en el ajo

El mayor número de hojas del ajo se encontró en el tratamiento de 2,4-D seguido de la aplicación de oxyfluorfen (Figura 6). Después de los 90 DDA se notó que el número de hojas por planta fue claramente inferior en el testigo enmalezado. Los restantes tratamientos presentaron un número de hojas intermedio.

En lo que respecta a la altura de las plantas de ajo esta fue similar entre los tratamientos, con excepción del testigo enmalezado en el que la altura fue inferior a partir de los 75 DDA (Figura 7).

No se observaron síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas hormonales en el ajo lo que indicó que su aplicación fue inocua al cultivo. Oxyfluorfen causó un daño porcentual al ajo de 6.6 a 8% a los 15 días después de la aplicación (dda). El daño se redujo a 1-3% un mes dda y a los 45 dda el daño desapareció completamente.

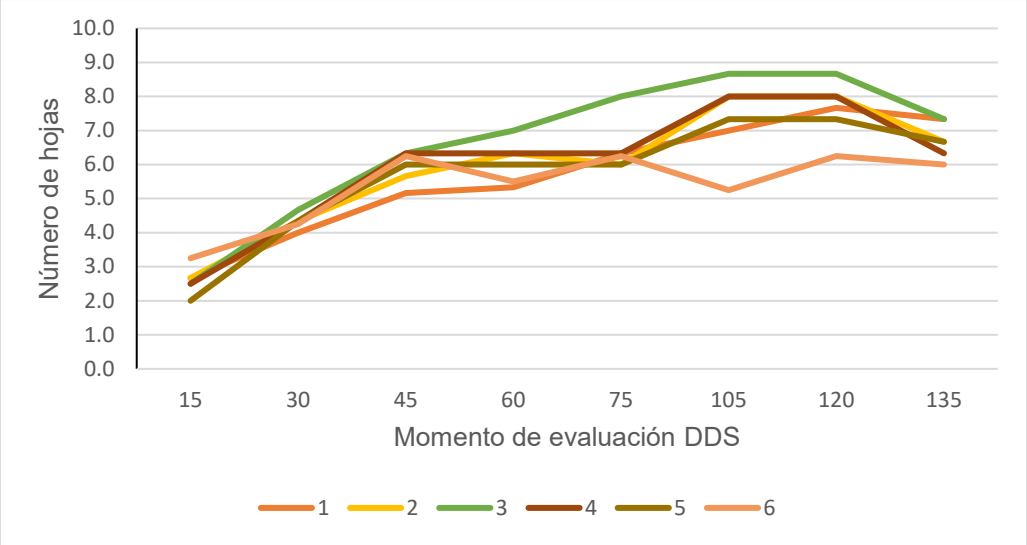


Figura 6. Efecto de los tratamientos en el número de hojas de ajo.

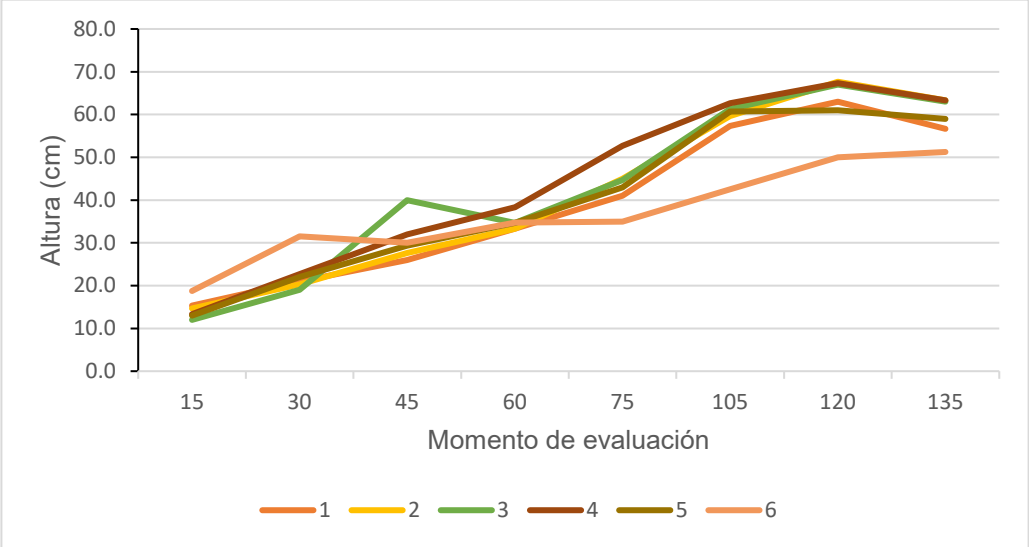


Figura 7. Efecto de los tratamientos en la altura del ajo.

En lo referente a peso de follaje se encontró efecto significativo de los tratamientos y se determinaron tres grupos estadísticos (Tabla 2). El mayor peso de follaje se encontró con los tratamientos de 2,4-D y fluroxypyr solos o seguidos por la aplicación de oxyfluorfen, mientras que el menor peso se encontró en el testigo enmalezado, glifosato + oxyfluorfen y el tratamiento de fluroxypyr + oxyfluorfen. Estos últimos tratamientos pudieron reducir el peso del follaje del ajo indirectamente debido a su menor control de correhuela perenne. Sobresalen los tratamientos con 2,4-D y 2,4-D + oxyfluorfen indicando que estos herbicidas no causaron daño en el crecimiento a pesar de que con oxyfluorfen se detectó un necrosis foliar después de las aplicaciones, necrosis que desapareció a los 45 dda.

El peso del bulbo fue afectado por los tratamientos (Tabla 2). Se detectaron dos grupos estadísticos, uno asociado a los tratamientos herbicidas tratamientos que fueron diferentes al testigo enmalezado.

En lo que respecta al tamaño del bulbo, medido por su diámetro ecuatorial, se encontraron tres grupos estadísticos (Tabla 2). El mayor diámetro se encontró con el tratamiento de 2,4-D + oxyfluorfen y glifosato + oxyfluorfen. El menor diámetro del bulbo, y estadísticamente diferente al restante de los tratamientos, se obtuvo con el tratamiento enmalezado. Con base en esta variable se puede concluir que la aplicación de 2,4-D + oxyfluorfen es segura y aporta el mayor tamaño de los bulbos de ajo.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en el peso de follaje, y peso y diámetro ecuatorial de los bulbos.

Tratamiento	Peso de follaje (g)	Peso del bulbo (g)	Diámetro ecuatorial del bulbo (mm)
1	13.98 bc	38.31 a	43.7 ab
2	24.36 a	32.88 a	39.16 b
3	23.36 a	41.95 a	46.66 a
4	19.00 ab	31.76 a	38.33 b
5	17.06 abc	31.23 a	37.50 b
6	10.28 c	13.85 b	23.66 c

CONCLUSIONES

El mayor tamaño de los bulbos de ajo se obtuvo con el tratamiento de 2,4-D + oxyfluorfen y glifosato + oxyfluorfen. Con estos mismos tratamientos se alcanzó el más alto control de correhuela perenne durante toda la estación de crecimiento del cultivo. No hubo daños fitotóxicos al ajo por los herbicidas hormonales ni por glifosato. Oxyfluorfen causó un daño ligero al ajo que desapareció cuatro semanas después de su aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

AGHABEIGI, M., AND KHODADADI, M. (2017). Evaluation some herbicides for weed control of garlic (*Allium sativum*) in Iran. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. 11(12): 36-40.

ALVAREZ, J. (1997). Comparativo de métodos de control de malezas en ajo (*Allium sativum*) en Huaral. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 103 p.

CABRERA-QUELLHUA, G. (2016). Herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. Napurí bajo condiciones de la Molina. Tesis ingeniero agrónomo. La Molina. Facultad de Agronomía. Perú. 80 p.

CEDRSSA. (2020). Uso y regulación de herbicidas en México. Palacio legislativo de San Lázaro. Ciudad de México. 43 p

MARTÍNEZ DÍAZ, G. (2003a). La correhuela (*Convolvulus arvensis* L.). Libro técnico No. 5. CECH-CIRNO-INIFAP. pp:172 p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023b). Manejo de maleza en los cultivos del Desierto de Sonora. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 18. 108 p.
MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023c). La maleza en ajo (*Allium sativum* L.) y su manejo. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 17. 106 p.

Summary: The objective of this work was to determine the effect of two auxinic herbicides alone or followed by an oxyfluorfen application for field bindweed and sour clover control in garlic var. Singapur. Treatments were: glyphosate + oxyfluorfen (2130 + 288 g/ha), 2,4-D 960 g/ha, 2,4-D g/ha + oxyfluorfen (960+ 288 g/ha), fluroxypyr 280 g/ha, fluroxypyr + oxyfluorfen (280 + 288 g/ha), and weedy check. Treatments were distributed in a completely random design with three replications and the experimental unit was a 20 L pot with two garlic plants. Glyphosate, fluroxypyr and 2,4-D applications were made over field bindweed before garlic were transplanted. The highest field bindweed control was achieved by glyphosate + oxyfluorfen or 2,4-D + oxyfluorfen. The same treatments showed the lowest field bindweed density, shoot length and cover. Oxyfluofen showed more than 80% sour clover control for two months without causing important garlic damage. The best foliage and bulb garlic growth was achieved by glyphosate + oxyfluorfen or 2,4-D + oxyfluorfen.
Key words: 2,4-D, furoxypyr, oxyfluorfen.

RESISTENCIA A LOS HERBICIDAS PINOXADEN Y IODOSULFURON-METIL-SODICO + MESOSULFURON-METIL DE AVENA SILVESTRE PROVENIENTE DE CORTAZAR, GTO.

M. A. Estrada-Almanza[1], T. Medina-Cazares[2], M. J. Vázquez-Gaytán[1], S. S. González-Figueroa, O.A. Grageda-Cabrera[2].
[1]TecNM- Campus Roque, Carretera Celaya- Juventino Rosas Km 8, Celaya, Gto.
[2]Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-SMA Km 6.5, Celaya, Gto.

Los herbicidas constituyen la principal herramienta de control de maleza, sin embargo, la presión de selección por su continua aplicación tiene como consecuencia el desarrollo de maleza resistente. En El Bajío la *Avena fatua* es un problema creciente para los productores ya que aumenta los costos de producción por la contratación de mano de obra para su desmezcle antes de la cosecha y baja los costos de venta por la presencia de semillas en el grano. El objetivo del trabajo fue determinar la resistencia de *Avena fatua* a herbicidas con sitio de acción inhibidores de la ACCasa (pinoxaden)y ALS (mesosulfurón-metil + iodosulfurón-metil-sódico) en producciones de cereales de grano pequeño en el municipio de Cortazar, Guanajuato. Los estudios se realizaron en invernadero empleando colectas de las comunidades de La Purísima, Piedra Clavada, El Huevo, Las Fuentes y La Mocha pertenecientes al municipio de Cortazar Gto. y como biotipos susceptibles INIFAP19 (ACCasa) y La Moncada (ALS). Las plantas se trataron al tener tres hojas verdaderas con diferentes dosis. Transcurridos 30 días de la aplicación se cosechó la biomasa área y se determinó peso fresco y seco. Los datos se ajustaron al modelo log-logístico. Los resultados obtenidos indicaron que los índices de resistencia a pinoxaden y mesosulfurón metil + iodosulfurón-metil-sódico. Los resultados mostraron que las localidades muestreadas presentaron una resistencia alta al i.a. pinoxaden con índices de resistencia mayores a 18.86. Para el mesosulfurón-metil + iodosulfurón-metil-sódico únicamente se presentó resistencia en la comunidad El Huevo con factor de resistencia de 6.7. Por lo anterior es indispensable establecer recomendaciones puntuales a los productores de grano pequeño en el ciclo o-i del municipio de Cortazar en cuanto a las opciones de control de la *Avena fatua* en los sitios donde se presentaron factores de resistencia altos.

Palabras clave: maleza, presión de selección, MRH (manejo de la resistencia a herbicidas).

HERBICIDAS PRE EMERGENTES PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN GIRASOL (*Helianthus annuus*) EN CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO. (Oral)

S. Rodríguez-Martínez[1]*, K. Muñoz-Hernández[1], A. Pérez-Estrada[1], R. E. Ruiz-Romero[1], C. Palma-Bautista[1], J. A. Domínguez-Valenzuela[1]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230-Texcoco, Edo. México, México.
*sarairoma17@gmail.com

Resumen: El girasol (*Helianthus annuus* L.) es un cultivo con potencial en México, pero su establecimiento temprano se ve limitado por la competencia con malezas y la escasa disponibilidad de herbicidas selectivos que puedan utilizarse. El objetivo de este estudio fue evaluar la selectividad y eficacia de herbicidas preemergentes (PRE) en girasol, bajo condiciones de invernadero y campo. En invernadero se realizaron dos experimentos con imazapir, imazetapir, acetoclor y s-metolaclor, aplicados en diferentes dosis, midiendo emergencia, altura y peso fresco de plantas a 28 días después de la aplicación (DDA). En campo, se evaluaron seis tratamientos (imazapir, imazetapir, s-metolaclor y sus mezclas), donde se registró el porcentaje de cobertura total de malezas y por especie a los 15, 30 y 45 DDA. Los resultados de invernadero mostraron que imazetapir fue el herbicida más selectivo, llegando incluso a estimular altura y acumulación de biomasa en ciertas dosis, mientras que acetoclor redujo significativamente estas variables. En el segundo ensayo, s-metolaclor a dosis altas limitó la altura de plantas, aunque sin efectos en la emergencia ni en la biomasa. En campo, todas las mezclas con s-metolaclor mantuvieron más del 90% de control de malezas hasta 45 DDA. Imazapir mostró buen control general, aunque debido a su residualidad debe considerarse en esquemas de rotación. En conclusión, imazetapir e imazapir, solos o combinados con s-metolaclor, son opciones viables en el manejo PRE de malezas en girasol, realizando un control adecuado de dicotiledóneas en suelos franco-arenosos. Sin embargo, una sola aplicación PRE no cubre el ciclo completo del cultivo.
Palabras clave: Selectividad herbicida, inhibidores de ALS, mezclas de herbicidas

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annus* L.) es una planta asterácea domesticada en México desde más de 2600 años A. C. (Lentz et al., 2008), de donde se expandió por el mundo. México es deficitario en girasol con apenas 571.39 ha cosechadas (DGSIAP, 2024) por lo que depende en gran medida de las importaciones de girasol y sus derivados. Sin embargo, tiene gran potencial como cultivo alternativo en ciertas regiones de México, pues sus usos van desde la alimentación humana hasta la industria (SNICS, 2017).

Una de las mayores limitantes en la producción agrícola son las plagas, entre las cuales las malezas destacan por reducir los rendimientos, afectar la calidad y contaminar las cosechas, además de ser hospedantes de otros organismos dañinos para los cultivos (Schonbeck, 2009). Las dos o tres semanas iniciales del cultivo son altamente susceptibles a la competencia con malezas, pero después el cultivo es muy competitivo (Lyon and Wilson, 2007), su periodo crítico de competencia va desde los 24 hasta los 86 días después de la emergencia (Özkil et al., 2021). Lamentablemente, no existe una gran disponibilidad de herbicidas para el control selectivo de malezas de hoja ancha en girasol, salvo en variedades Clearfield resistentes a imazamox (Lyon and Wilson, 2007).

El girasol enfrenta algunos desafíos para el control de malezas de hoja ancha y monocotiledóneas (Manitoba Agriculture, S/F). La selección de terrenos con buen historial de manejo de malezas puede ser un buen inicio de cultivo, además, se pueden emplear prácticas mecánicas y químicas para su manejo preemergente (PRE) o postemergente (POST). Los herbicidas preemergentes son de gran ayuda para manejar las malezas durante el periodo crítico de competencia. Lamentablemente existen pocos ingredientes activos con probada selectividad para girasol y eficaces en el control de malezas, entre ellos trifluralina y pendimetalina (Manitoba Agriculture, S/F), los cuales requieren de la incorporación mecánica en presiembra, pero otros ingredientes activos como s-metolaclor y sulfetrazona (Grupo 15 y 14, respectivamente) pueden ser muy útiles en PRE (Lyon and Wilson, 2007). El control de malezas gramíneas no se ve como un gran problema, pues se pueden aplicar herbicidas germinicidas, inhibidores de la Acetil CoA carboxilasa (ACCasa), los cuales son muy selectivos a girasol (Lyon and Wilson, 2007).

Como parte de la experiencia local, en pruebas de selectividad en Chapingo, se ha observado consistentemente que imazapir e imazetapir (Grupo 2) son selectivos a girasol en dosis de campo; sin embargo, es bien conocida la residualidad del imazapir (Dugdale et al., 2020). Este es un herbicida de amplio uso para el control no selectivo de malezas terrestres y acuáticas (WSSA, 2014). Su residualidad es una preocupación en áreas agrícolas, aunque ésta depende, entre otros factores, de la dosis utilizada y de factores ambientales (Tu et al., 2001). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar experimentos de invernadero y a campo abierto para evaluar la selectividad de herbicidas a girasol en aplicación PRE y su efectividad para controlar malezas mono y dicotiledóneas, bajo condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimentos de invernadero

En condiciones de invernadero se realizaron dos experimentos con herbicidas aplicados en preemergencia en diferentes dosis, para evaluar la selectividad sobre girasol. Semillas de una variedad comercial de girasol se sembraron en macetas de 1.5 kg de suelo franco arenoso previamente desinfectado, colocando 5 semillas de forma equidistante a una profundidad de 3 cm, probando cada uno de los tratamientos que se muestran en la tabla 1, con cuatro repeticiones.

Los tratamientos se distribuyeron como un experimento completamente al azar con cuatro repeticiones. La aplicación se realizó con una aspersora manual de mochila equipada con manómetro y boquilla Teejet 8002EVS, a una presión de 40 psi y un volumen de 200 L ha^{-1}. Las macetas se regaron y fertilizaron como fue necesario hasta

los 28 días después de la siembra. Se cuantificó el porcentaje de emergencia de plantas y se midió la altura y el peso fresco de la parte área. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias mediante la prueba de Tukey ($p<0.05$), utilizando el programa estadístico R-Software Versión 4.4.3.

Tabla 1. Tratamientos preemergentes en girasol, bajo condiciones de invernadero, primer ensayo.

Tratamiento	**Producto comercial (P. C.)**	**Dosis P. C. L ha^{-1}**
Testigo	---	---
Imazapir	Arsenal	0.84
Imazapir	Arsenal	1.67
Imazapir	Arsenal	2.5
Imazetapir	Pivot	0.5
Imazetapir	Pivot	0.75
Imazetapir	Pivot	1.0
Acetoclor	Harness	0.35
Acetoclor	Harness	0.70
Acetoclor	Harness	1.0

P.C.=Producto comercial

Una vez analizados los datos anteriores (primer ensayo), se decidió realizar otra prueba con los tratamientos descritos en la tabla 2 (segundo ensayo), realizando los mismos procedimientos y análisis de datos descritos arriba, salvo por un ajuste a la siembra a 4 cm de profundidad y la sustitución de acetoclor por s-metolaclor, así como la implementación de un riego más controlado, tratando de evitar un excesivo drenaje.

Tabla 2. Tratamientos preemergentes en girasol, bajo condiciones de invernadero, segundo ensayo.

Tratamiento	**Producto comercial (P. C.)**	**Dosis P. C. L. ha^{-1}**
Testigo	---	---
Imazapir	Arsenal	0.84
Imazapir	Arsenal	1.67
Imazapir	Arsenal	2.5
Imazetapir	Pivot	0.5
Imazetapir	Pivot	0.75
Imazetapir	Pivot	1.0
S-metolaclor	Dual Gold	0.35
S-metolaclor	Dual Gold	0.70
S-metolaclor	Dual Gold	1.0

P. C.= Producto comercial.

Experimento de campo

En el lote X-17 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Edo. de México, se estableció un experimento con seis tratamientos, incluido un testigo sin herbicida (Tabla 3), para evaluar la fitotoxicidad al cultivo y la efectividad en el control PRE de especies de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas.

El suelo franco-arenoso se preparó de manera convencional mediante un paso de rastra, dos pasos de arado de discos y un segundo paso de rastra, después de lo cual se hicieron surcos a 0.8 m de separación.

Los tratamientos se arreglaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de 4 surcos distanciados a 0.8 m y de 4 m de largo. El girasol se sembró a 25 cm entre plantas y a 4 cm de profundidad al lomo de surco. Al momento de la siembra manual se fertilizó con 100 kg ha^{-1} de fosfato de amonio (DAP) (18-46-00).

Los tratamientos se aplicaron con una aspersora de mochila manual, equipada con manómetro y boquilla Teejet 11003VS, con un volumen de 287 L ha^{-1} a una presión de 40 psi.

Inmediatamente después de la siembra y aplicación de los herbicidas se realizó un riego ligero por aspersión para garantizar la incorporación de los tratamientos herbicidas al suelo y estimular la germinación de malezas y cultivo. Posteriormente, se realizaron dos riegos semanales por aspersión. Después se establecieron las lluvias y no fue necesario volver a regar.

Tabla 3. Tratamientos preemergentes en girasol en el Campo Agrícola Experimental de Chapingo.

Tratamiento	Producto comercial (P. C.)	Dosis P. C. L ha^{-1}
Testigo	—	—
Imazapir	Arsenal	0.84
Imazetapir	Pivot	0.75
Metolaclor	Dual Gold	0.75
Metolaclor + Imazapir	Dual Gold+Arsenal	0.75 + 0.84
Metolaclor + Imazetapir	Dual Gold+Pivot	0.75 + 0.75

P. C.= Producto comercial; L=Litros; ha=hectárea

Se evaluaron visualmente la fitotoxicidad al cultivo y los porcentajes de cobertura de malezas a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda). Los porcentajes de cobertura total y por las principales especies de malezas presentes en todas las unidades experimentales se convirtieron en porcentajes de control con respecto al testigo sin herbicida.

Los datos se sometieron a análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey ($p<0.05$), utilizando el programa estadístico R-Software Versión 4.4.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimentos en invernadero

En el primer ensayo, los tratamientos PRE evaluados no afectaron el número de plántulas emergidas desde 3 cm de profundidad ($p < 0.05$) (datos no mostrados), lo cual sugiere que los herbicidas no afectan la germinación del girasol. Sin embargo, la altura y el peso fresco mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos (Figuras 1 y 2).

Las plantas tratadas con imazetapir a 1.0 L de p. c. ha^{-1} registraron la mayor altura (18.8 cm), aunque sin diferencias con los demás tratamientos, excepto de aquellos a base de acetoclor, los cuales redujeron significativamente ésta variable (Figura 1).

El peso fresco mostró un patrón aún mayor, imazetapir a 0.5 L de p. c. ha^{-1} indujo el mayor peso fresco (17.67 g), estadísticamente superior al testigo (3.05 g) y a todas las dosis de acetoclor, el cual redujeron significativamente el peso fresco acumulado (3.92–8.64 g). Asimismo, imazetapir en dosis de 0.75 L y 1.0 L de p. c. ha^{-1} mantuvo pesos frescos elevados, pero estadísticamente similares al mejor tratamiento (Figura 2). Por otra parte, imazapir 2.5 L de p. c. ha^{-1} mantuvo una altura y peso estadísticamente similares al de imazatapir a 1.0 L de p. c. ha^{-1}.

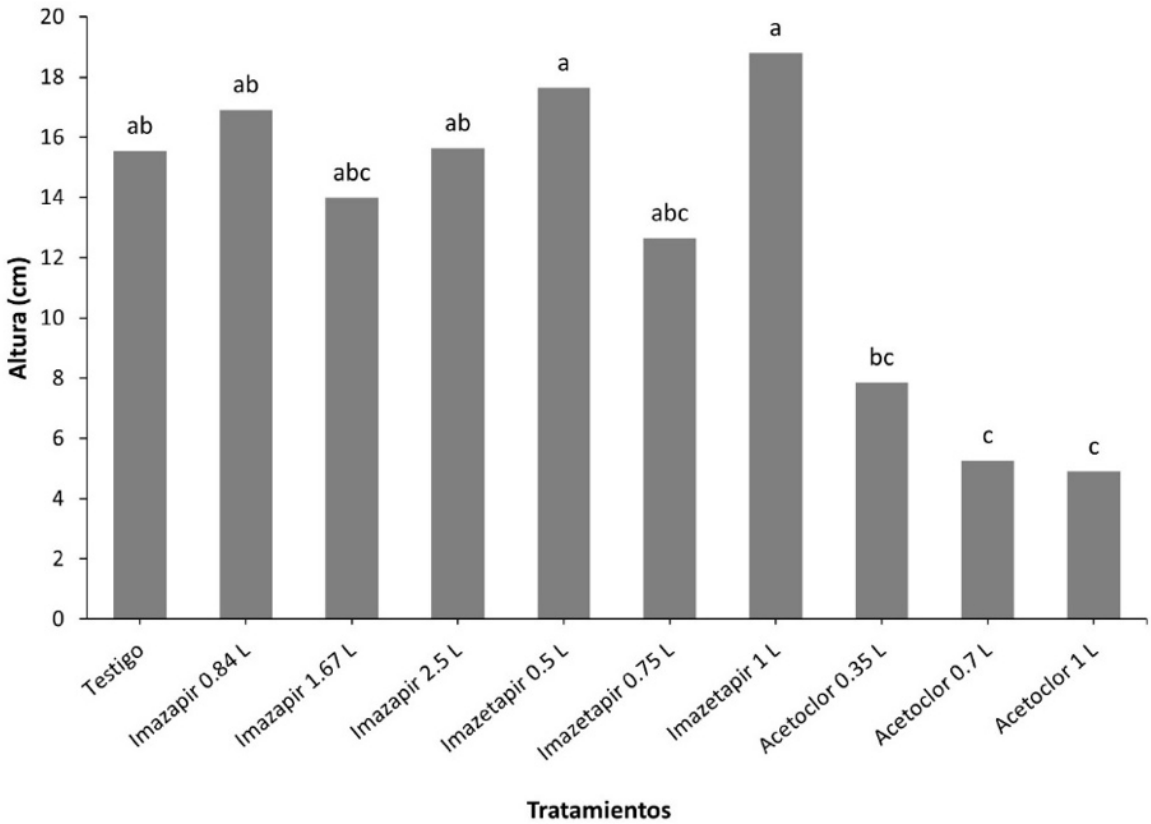


Figura 1. Altura de plantas de girasol en el primer ensayo, a los 28 dda. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey HSD, $\alpha = 0.05$).

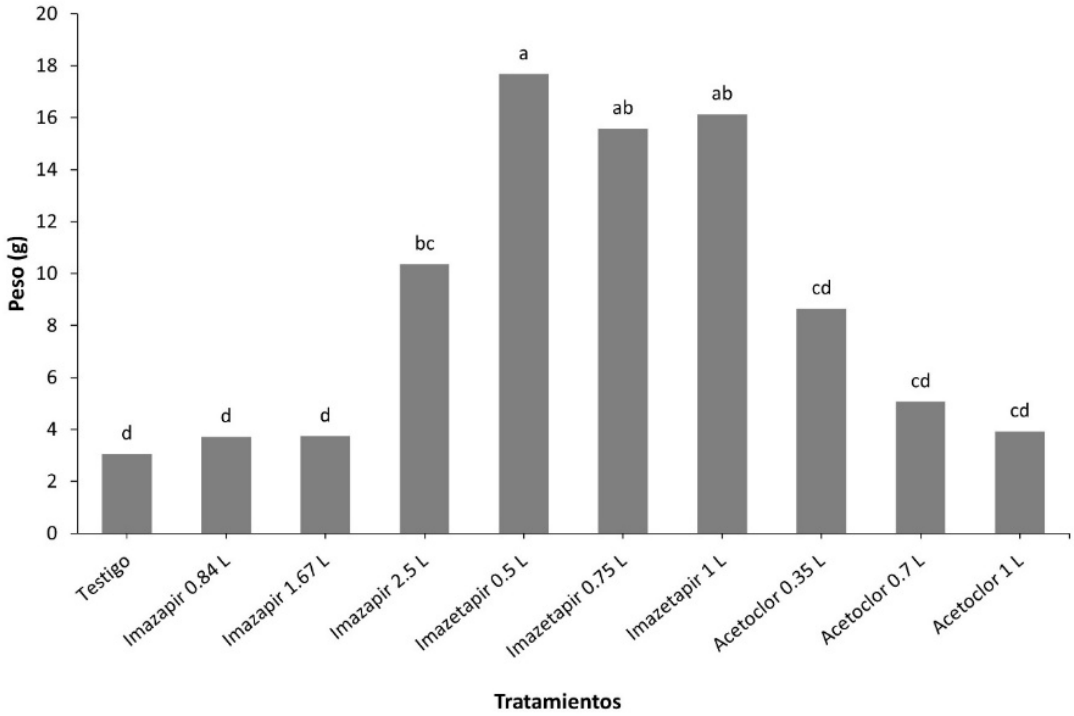


Figura 2. Peso fresco promedio de plantas de girasol en el primer ensayo, a los 28 dda. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey HSD, α = 0.05).

Los resultados del primer ensayo presentan una clara diferenciación en la selectividad de los herbicidas evaluados. Mientras que imazetapir mostró una alta selectividad al cultivo, llegando incluso a superar al testigo en la acumulación de biomasa en ciertas dosis, acetoclor ejerció un efecto fitotóxico evidente, con reducciones drásticas de altura y peso fresco (Figuras 1 y 2). Estos hallazgos destacan el potencial de imazetapir como una opción preemergente selectiva para girasol, pero las pruebas de campo pueden aportar más información.

En el segundo ensayo, tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el número de plantas ni para el peso fresco (*p>0.05*), lo que indica que los herbicidas PRE no afectan la germinación (datos no mostrados) ni la acumulación de biomasa del girasol a los 28 dda. Por el contrario, la altura si tuvo diferencias significativas (*p<0.05*). El tratamiento imazetapir 1.0 L de p. c. ha^{-1} alcanzó la mayor altura (22.26 cm), diferenciándose estadísticamente de los tratamientos con s-metoclaclor a 0.7 L y 1.0 L de p. c. ha^{-1}, el cual tuvo una menor altura (15.99 y 13.59 cm). El testigo, junto con la mayoría de los tratamientos de imazapir, imazetapir y s-metolaclor, estuvieron en un grupo estadístico común, sin diferencias significativas entre sí (Figura 3).

Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones de invernadero, los herbicidas PRE evaluados presentan selectividad adecuada al girasol, ya que no reducen la germinación ni la biomasa. No obstante, la dosis elevada de s-metolaclor ocasionó una reducción en la altura de las plantas, lo cual indica un efecto transitorio de inhibición en el crecimiento. La Figura 3 corrobora estos patrones, mostrando a imazetapir 1.0 L de p. c. ha^{-1} en el estrato superior de crecimiento y a s-metolaclor 1.0 L de p.c. ha^{-1} en el

estrato inferior, mientras que el resto de los tratamientos permanecen en un rango intermedio sin diferencias estadísticas con el testigo. Los resultados en cuanto a la altura de planta estimulados por imazetapir 1.0 L de p. c. ha^{-1} son consistentes en los dos ensayos en invernadero y aunque ese efecto no se ve reflejado significativamente en el peso fresco de la planta, podría representar una ventaja competitiva para el cultivo. La mayor altura del girasol puede actuar en contra de las malezas al provocar un sombreado más rápido en el ciclo del cultivo. Lo que sí es consistente es que a la dosis más baja de imazetapir (0.5 L de p. c. ha^{-1}) en los dos ensayos, incrementa la altura y peso fresco con respecto a imazapir (Figuras 1 y 2). No obstante, las dosis de imazapir tienen una altura similar estadísticamente a la del testigo y las de imazetapir (Figura 2).

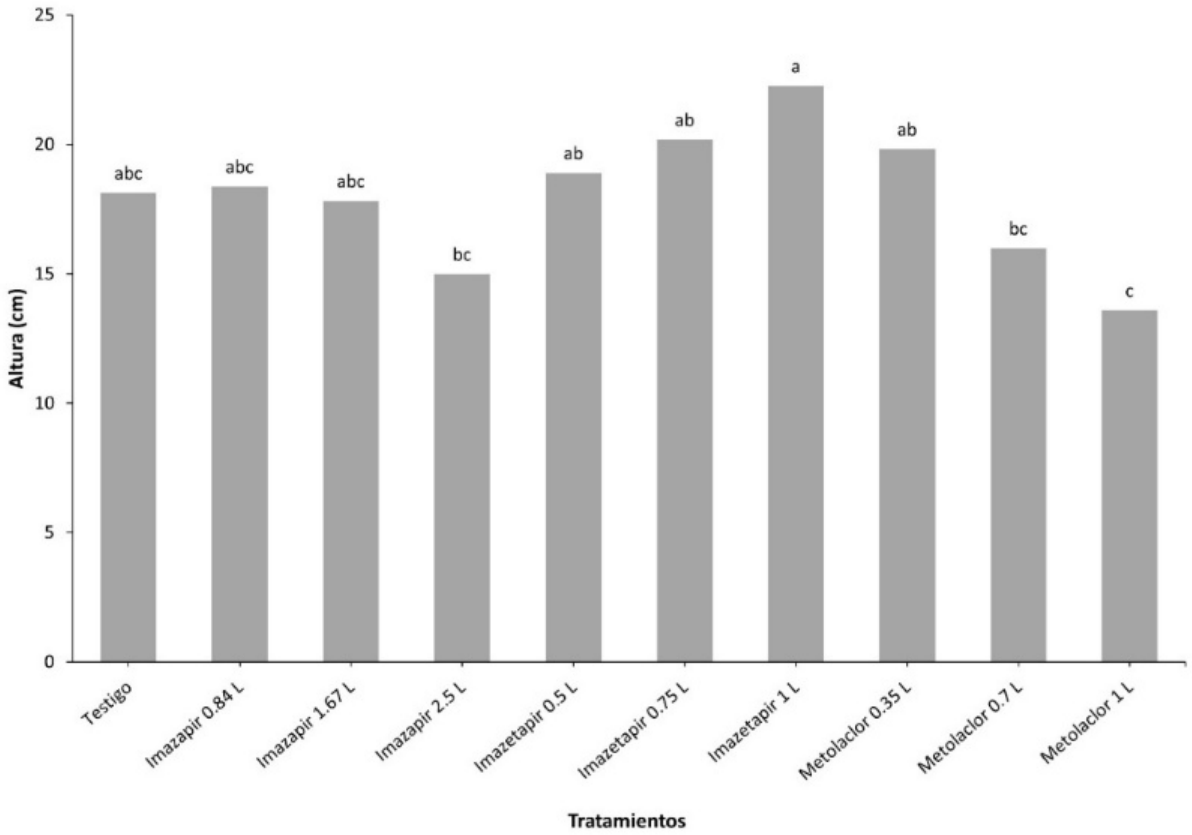


Figura 3. Altura promedio de plantas de girasol a los 28 dda de los tratamientos PRE en el segundo ensayo. Las barras representan las medias, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey α=0.05).

Experimento de campo

A los 15 dda todos los tratamientos mostraron algún grado de fitoxicidad al cultivo (Figura 4) siendo los tratamientos con imazapir, imazetapir y s-metolocalor los más altos, pero sin superar el 10%. La mezcla de s-metolaclor + imazetapir fue la menos dañina en esta etapa. Sin embargo, los síntomas ya no fueron evidentes a los 30 dda en ninguno de los casos. El girasol con imazapir e imazetapir mostró síntomas leves de clorosis, en tanto que con s-metolaclor a la dosis más alta, las hojas mostraban un ligero arrugamiento que desapareció posteriormente.

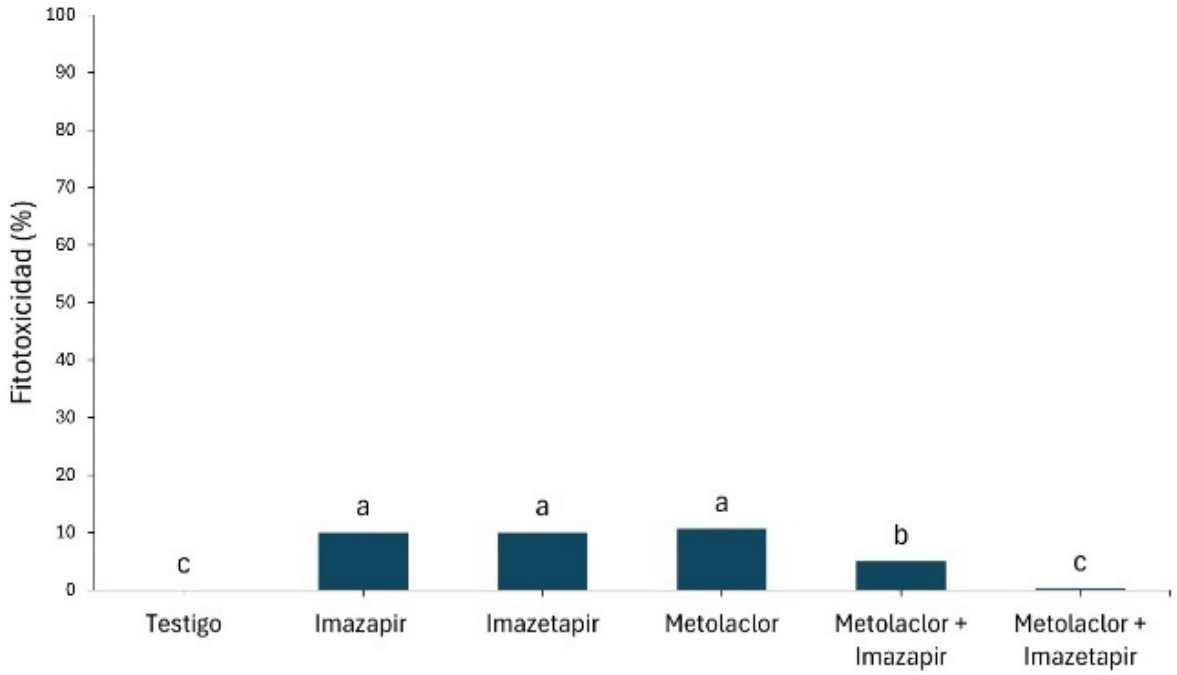


Figura 4. Porcentaje de fitotoxicidad a los 15 dda de los tratamientos de herbicidas en PRE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey (α≤ 0.05).

Todos los tratamientos mantuvieron un excelente control total de malezas hasta los 45 dda, excepto por imazetapir y s-metolaclor a 0.75 L de p. c. ha^{-1} (Figura 5). S-metolaclor e imazetapir redujeron su nivel de control a los 45 dda. La combinación de imazapir e imazetapir con s-metolaclor, logró mantener buenos niveles de control a través del todo el periodo de evaluación, así como el imazapir sólo, lo que los perfila como buenos tratamientos para el control de malezas en este cultivo, pues es en las primeras semanas que la competencia con el girasol puede ser muy intensa (Lyon and Wilson, 2007).

Todos los tratamientos PRE mantuvieron un buen control *Brachiaria plantaginea,* el pasto más importante en el área experimental a través del periodo de estudio. El mejor control de malezas por especies a los 30 y 45 días se logró con la mezcla de s-metolclor+imazapir, ante todo de *Brachiaria plantaginea* y *Simsia amplexicaulis*, las dos especies predominantes en el área experimental (Figuras 6 y 7).

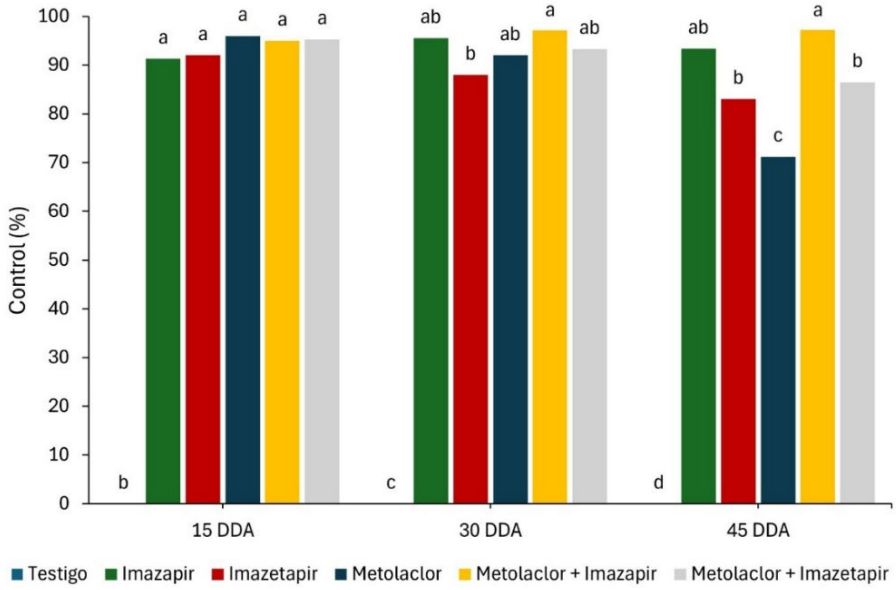


Figura 5. Porcentaje de control total de malezas en girasol a los 15, 30 y 45 dda de los tratamientos PRE en campo. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada fecha de evaluación, de acuerdo con la prueba de Tukey (α=0.05).

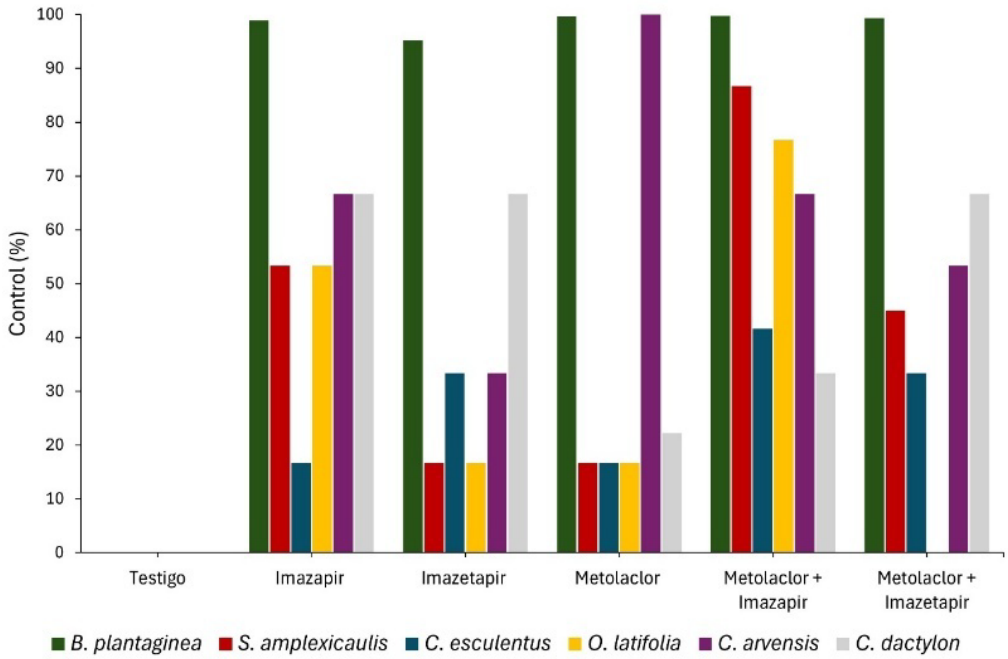


Figura 6. Porcentaje de control de especies de malezas en girasol a los 30 dda de los tratamientos herbicidas. Se evaluó el efecto de estos sobre *Brachiaria plantaginea, Simsia amplexicaulis, Cyperus esculentus, Oxalis latifolia, Convolvulus arvensis* y *Cynodon dactylon.*

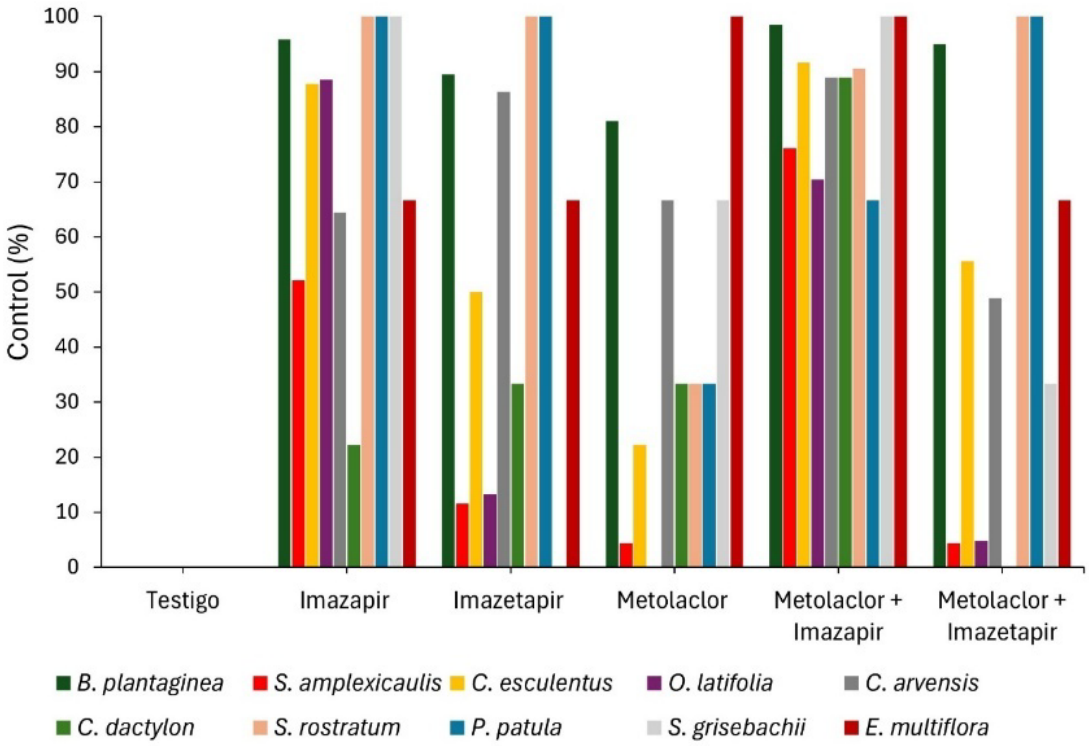


Figura 7. Porcentaje de control de especies de malezas en girasol a los 45 dda de los tratamientos herbicidas. Se evaluó el efecto de éstos sobre *Brachiaria plantaginea, Simsia amplexicaulis, Cyperus esculentus, Oxalis latifolia, Convolvulus arvensis, Cynodon dactylon, Solanum rostratum, Physalis patula, Setaria grisebachii* y *Eleusine multiflora.*

En un esquema de control preemergente de malezas en girasol, las mezclas de s-metolaclor + imazapir 0.75 L p. c. ha^{-1} + 0.84 L p. c. ha^{-1} y s-metolaclor 0.75 L p.c. ha^{-1} + imazetapir 0.75 L p. c. ha^{-1}, pueden proveer un control satisfactorio de malezas, considerando que las dosis utilizadas son bajas por el tipo de suelo franco-arenoso del sitio. Por otra parte, considerando la residualidad de imazapir (Dugdale et al., 2020), esto es conveniente si se tiene en mente una rotación con cultivos susceptibles. En el caso de imazetapir, la experiencia indica que no hay problemas de residualidad en la rotación con otros cultivos anuales después de un ciclo de frijol. Dada la presión del banco de semillas de maleza en el Campo Agrícola Experimental de Chapingo, una sola aplicación PRE de herbicidas en girasol no sería suficiente para cubrir el ciclo del cultivo, por lo que se recomienda una escarda a partir de los 45 días después de la siembra o la aplicación dirigida a la base de la planta de herbicidas de contacto.

CONCLUSIONES

Tanto imazapir como imazetapir son opciones de manejo preemregente de malezas en girasol, sobre todo si se acompañan con s-metolaclor, pues éste mejora el control de monocotiledóneas y hojas dicotiledóneas.

Bajo condiciones de campo, imazapir e imazetapir podrían aplicarse en dosis mayores, pues el girasol resulta tolerante en las condiciones de tipo de suelo, profundidad de siembra y humedad.

AGRADECIMIENTOS

Candelario Palma-Bautista (CVU 871332) agradece la beca otorgada bajo el programa de Estancias Postdoctorales por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

BIBLIOGRAFÍA

DGSIAP (Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2024. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ Consultado 29 de agosto de 2025.

Dugdale, T. M., Butler, K. L., Finlay, M. J., Liu, Z., Rees, D. B., and Clements, D. 2020. Residues and Dissipation of the Herbicide Imazapyr after Operational Use in Irrigation Water. Int J Environ Res Public Health. 2020 Apr 2;17(7):2421. doi: 10.3390/ijerph17072421

Lentz, D: L., DeLand Pohl, M., Alvarado, J. L., and Bye, R.2008. Sunflower (Helianthus annuus L.) as a pre-Columbian domesticate in Mexico. PNAS 105(17): 6232–6237. www.pnas.orgcgidoi10.1073pnas.0711760105

Lyon, D. and Wilson, R. 2007. Herbicide Options for Sunflower in 2007. University of Nebraska–Lincoln. Institute of Agriculture and Natural Resources CropWatch. https://cropwatch.unl.edu/herbicide-options-sunflower-2007/#:~:text=Other%20Herbicides.,weeds%20and%20volunteer%20small%20grains. Consultado 2 de septiembre de 2025.

Manitoba Agriculture. S/F. Weed Control in Conventional Sunflowers. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/seasonal-reports/pubs/weed-control-conventional-sunflowers.pdf.

Özkil, M., Hilmi, T., Serdar E., Ilhan, U., Yücel, K., and, Nihat, T. 2021. Critical Period for Weed control in Sunflower and Effects of Applications on Weed Species and Diversity. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 25. 10.18016/ksutarimdoga.vi.1004638.

Schonbeck, M. 2009. An Ecological Understanding of Weeds. https://eorganic.org/node/2314#:~:text=Introduction,of%20life%20in%20vegetable%20crops. 29 de agosto de 2025.

Tu, M., Hurd, C. & Randall. J. M. 2001. Weed Control Methods Handbook: Imazapyr. Tools & Techniques for Use in Natural Areas. Pp. 7h.1-7h.-7. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.invasive.org/gist/products/handbook/methods-handbook.pdf.

Weed Science Society of America (WSSA) Imazapyr. In: Shaner D.L ., editor. Herbicide Handbook. 10th ed. Weed Science Society of America; Lawrence, KS, USA: 2014. pp. 258–259.

Summary: PRE-EMERGENCE HERBICIDES FOR WEED CONTROL IN SUNFLOWERS (*Helianthus annuus*) IN CHAPINGO, STATE OF MEXICO. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is a crop with potential in Mexico, but its early establishment is limited by competition from weeds and the limited availability of selective herbicides that can be used. The objective of this study was to evaluate the selectivity and efficacy of preemergence (PRE) herbicides in sunflower under greenhouse and field conditions. Two experiments were conducted under greenhouse environment with imazapyr, imazethapyr, acetochlor, applied at different doses. In the second assay, acetochlor was substituted by s-metolachlor, measuring emergence, height, and fresh weight of plants 28 days after application (DAA). In the field, six treatments (imazapyr, imazethapyr, s-metolachlor, and mixtures thereof) were evaluated, recording the percentage of total weed coverage and by species at 15, 30, and 45 DAA. Greenhouse results showed that imazethapyr was the most selective herbicide, even stimulating height and biomass accumulation at certain doses, while acetochlor significantly reduced these variables. In the second trial, high doses of s-metolachlor limited plant height, but had no effect on emergence or biomass. In the field, all mixtures with s-metolachlor maintained more than 90% weed control up to 45 DAA. Imazapyr showed good overall control, although due to its residuality it should be considered in rotation schemes. Imazethapyr and imazapyr, alone or in combination with s-metolachlor, are viable options for PRE weed management in sunflowers, providing adequate control of dicotyledons in sandy loam soils. However, a single PRE application does not cover the entire crop cycle.
Keywords: Herbicide selectivity, IMI herbicides, herbicide mixtures

SELECCIÓN PRELIMINAR DE HERBICIDAS PREEMERGENTES PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN FLOR DE NUBE (*Gypsophila elegans*). (ORAL)

K. Muñoz-Hernández[1]*, S. Rodríguez Martínez[1], A. Pérez Estrada[1], R. E. Ruiz-Romero[1], C. Palma-Bautista[1], J. A. Domínguez-Valenzuela[1]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230-Texcoco, Edo. México, México. *munozKary2@gmail.com

Resumen: La flor de nube (*Gypsophila elegans*) es una especie anual de importancia ornamental en México. Se cultivan apenas 222 ha, lo que ha limitado la investigación agronómica, en particular sobre el manejo de malezas. El crecimiento inicial es lento lo que la hace susceptible a la competencia con malezas. La sensibilidad del cultivo a los herbicidas ha restringido el uso de opciones químicas. El objetivo de este estudio fue evaluar la selectividad de herbicidas preemergentes en condiciones de invernadero y campo, con el fin de identificar alternativas viables para el manejo de malezas en *G. elegans*. Se realizaron dos ensayos en macetas y uno en campo bajo diseños experimentales completamente al azar y en bloques completos al azar, respectivamente. Se evaluaron fomesafen, oxifluorfen, flumioxazina, acetoclor e imazetapir en diferentes dosis y se registró emergencia, altura, peso fresco y control de malezas. Los resultados mostraron que *G. elegans* es sensible a la mayoría de los herbicidas evaluados. Flumioxazina y acetoclor inhibieron totalmente la emergencia, mientras que imazetapir fue muy fitotóxico. Por el contrario, fomesafen y oxifluorfen en dosis bajas permitieron cierta emergencia y desarrollo, aunqueredujeron la acumulación biomasa y altura respecto con respesto al testigo. En campo, fomesafen (0.75 L p.c. ha^{-1}) y oxifluorfen (0.75 L p.c. ha^{-1}) alcanzaron porcentajes de control total de 82.4 y 79.6%, respectivamente, hasta los 30 días después de la aplicación. Por lo tanto, fomesafen y oxifluorfen son herbicidas potenciales para utilizarse en *G. elegans*, aunque su eficacia y selectividad deben optimizarse mediante ajustes de las dosis.
Palabras clave: Selectividad, fitotoxicidad, floricultura

INTRODUCCIÓN

La flor de nube pertenece a la familia botánica Caryophyllaceae (cariofiláceas), la misma de los claveles. Existen varias especies anuales y perennes conocidas como flor de nube. *Gypsophila elegans* es una especie anual originaria del sur de Ucrania y Turquía y que se cultiva en México para flor de corte, que se utilizada todo el año como complemento de diversos arreglos florales. La superficie cultivada de las diversas especies y variedades de nube es muy pequeña apenas 222 ha^{-1} en el 2024 (DGSIAP, 2025). Esta condición de cultivo minoritario explica en parte la escasa información disponible sobre su manejo agronómico, y en especial sobre el control de malezas (Gilreath, 1987).

El crecimiento inicial de *G. elegans* es lento, lo que la hace altamente vulnerable a la competencia con malezas durante el establecimiento del cultivo (Elmore, S/F). La presencia de malezas puede disminuir la emergencia y el desarrollo de plántulas, afectando directamente el vigor y la calidad de la flor. Por esto, el manejo temprano de malezas constituye un componente esencial en la producción de esta especie. El control se ha realizado de forma manual o mecánica, lo cual incrementa los costos de producción y limita la eficiencia del cultivo. En menor medida se han empleado prácticas culturales como el acolchado o el trasplante para reducir la interferencia de malezas (Gilreath, 1987).

Existen pocas opciones de control preemergente y postemergente, pues la gypsophila es muy sensible a los herbicidas (Gilreath, 1987). Los herbicidas PRE o POST deben lograr un buen control de la comunidad de malezas del lugar y mantener una buena selectividad al cultivo. Poco se ha avanzado en este sentido. Experimentos realizados por Gilreath (1987) se identificaron metolaclor, oxyfluorfen, alachlor y oxadiazon como ingredientes promisorios. Dentro de los herbicidas evaluados se encuentran oxadiazon (Ronstar 25) y alaclor (Lasso) ya no están comercialmente disponibles en México.

Además delas escasas opciones químicas, estudios ecológicos han demostrado que *G. elegans* es altamente sensible a factores de estrés en etapas tempranas de desarrollo, dentro de las cuentes está la competencia con malezas como la exposición a compuestos tóxicos en bajas concentraciones (Sinkkonen et al., 2008). Estos estudios refuerza la necesidad de realizar de investigaciones orientadas a la selección de herbicidas preemergentes principalemente, que combinen eficacia en el manejo de malezas y seguridad para el cultivo y de esta forma contribuir al conocimient para un manejo de malezas eficiente y sustentable en la producción de flor de nube en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En condiciones de invernadero se realizaron dos experimentos para observar la selectividad de herbicidas preemergentes en la flor de nube (*Gypsophila elegans*). La semilla se obtuvo de un distribuidor de insumos agrícolas dentro del Estado de México.

Establecimiento del cultivo

Bajo condiciones de invernadero, en macetas de 1.5 kg de suelo franco arenoso previamente desinfectado, se sembró colocando de manera equidistante 10 semillas a 1.0 cm de profundidad para la primera etapa, y 2.0 cm de profundidad para la segunda etapa. La siembra en el primer ensayo se realizó el 9 de septiembre, se aplicaron los herbicidas el 10 de septiembre y se evaluó el 4 de octubre de 2024; mientras que el segundo ensayo se estableció el 16 de enero de 2025, se aplicó el 17 y se evaluó el 21 de febrero del 2025.

En ambos ensayos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. En la primera fase se evaluaron 13 tratamientos (Tabla 1), incluido un testigo sin herbicida; mientras que, en la segunda etapa, sólo se evaluaron 10 tratamientos (Tabla 2), incluido un testigo sin herbicida.

Después de la siembra, la aplicación de los tratamientos se realizó utilizando una aspersora manual de mochila equipada con manómetro y boquilla Teejet 8002EVS, calibrada para asperjar 200 L ha^{-1}, a 250 kPa. (Tabla 1 y 2). Una vez aplicados los

tratamientos, las macetas se regaron y fertilizaron como fue necesario durante todo el periodo experimental. Las variables evaluadas fueron porcentaje de plántulas emergidas, altura y peso fresco de la parte aérea de las plantas, a 28 y 35 días después de la aplicación (dda), respectivamente. Los datos de porcentaje de emergencia de plántulas, altura y peso fresco de plantas se someterán a análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey al 5%, utilizando el R-Software Versión 4.4.3.

Tabla 1. Tratamientos PRE evaluados en el primer ensayo de invernadero sobre *Gypsophila elegans* a 1.0 cm de profundidad.

No.	Tratamiento (i. a.)	Producto comercial (p. c.)	Dosis L p. c. ha^{-1}
1	Tesigo sin herbicida	–	–
2	Flumioxazina	SumiMax	0.3
3	Flumioxazina	SumiMax	0.4
4	Flumioxazina	SumiMax	0.5
5	Fomesafen	Flex	0.75
6	Fomesafen	Flex	1.0
7	Fomesafen	Flex	1.5
8	Oxiflurfen	Goal Tender	0.3
9	Oxiflurfen	Goal Tender	0.4
10	Oxiflurfen	Goal Tender	0.6
11	Acetoclor	Harness	0.75
12	Acetoclor	Harness	1.0
13	Acetoclor	Harness	1.25

i. a.= ingrediente activo; p. c.= produto comercial

Tabla 2. Tratamientos PRE evaluados en el segundo ensayo de invernadero sobre *Gypsophila elegans* a 2.0 cm de profundidad.

No.	Tratamiento	Producto comercial	Dosis L p. c. ha^{-1}
1	Tesigo sin herbicida	–	–
2	Fomesafen	Flex	0.25
3	Fomesafen	Flex	0.3
4	Fomesafen	Flex	0.5
5	Imazetapir	Pivot	0.3
6	Imazetapir	Pivot	0.6
7	Imazetapir	Pivot	1.0
8	Oxiflurfen	Goal Tender	0.125
9	Oxiflurfen	Goal Tender	0.250
10	Oxiflurfen	Goal Tender	0.3

Experimento de campo

En el lote experimental X-17 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, se estableció un experimento para evaluar la sensibilidad de *G. elegans* a los tratamientos de la tabla 3.

El suelo del lote X-17 es franco-arenoso y se preparó convencionalmente mediante un paso de rastra, dos pasos de arado, un paso de rastra y surcado a 0.8 m.

Gypsophila elegans se sembró a chorrillo sobre el lomo del surco utilizando una densidad de siembra de 5.2 kg de semillas ha^{-1}. Las unidades experimentales consistieron en cuatro surcos separados a 0.8 m entre sí y 4.0 m de largo. Las unidades experimentales se separaron a 0.8 metros entre ellas. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones.

El riego se realizó por aspersión, inmediatamente después de la aplicación de los tratamientos y se repitió dos veces más.

Las variables evaluadas fueron porcentajes de control total y por especies a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación. No se cuantificó el porcentaje de fitotoxicidad debido a que la germinación y emergencia del *Gypsophila* fue muy pobre, aún en el tratamiento testigo sin herbicida.

Los datos se sometieron análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de tukey al 5%, utilizando el R-Software Versión 4.4.3.

Tabla 3. Tratamientos evaluados en PRE para el control de malezas en *Gypsophila elegans* bajo condiciones del Campo Experimental de Chapingo.

Tratamiento (i. a.)	Producto comercial (p. c.)	Dosis L p. c. ha^{-1}
Testigo	–	–
Fomesafen	Flex	0.3
Fomesafen	Flex	0.5
Fomesafen	Flex	0.75
Oxifluorfen	Goal Tender	0.3
Oxifluorfen	Goal Tender	0.5
Oxifluorfen	Goal Tender	0.75

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados primer ensayo de invernadero

Bajo los tratamientos de fomesafen y oxifluorfen sobrevivió el mayor número de plantas de *Gypsophila elegans* en condiciones de invernadero ($p \leq 0.05$), pero significativamente menor que en el testigo, a los 28 dda (Figura 1). Por el contrario, los tratamientos con flumioxazina y acetoclor inhibieron totalmente la emergencia (Tabla 4). La mayor altura se alcanzó con fomesafen a 0.75 y 1.0 L p. c. ha^{-1}, pero no fue significativamente diferente del testigo ni de oxifluorfen a 0.3 L p. c. ha^{-1}; la altura y el peso fresco de planta disminuyó conforme la dosis de fomesafen y oxifluorfen se incrementaron (Figura 2 y 3). Las plantas bajo los tratamientos de fomesafen y oxifluorfen acumularon un menor peso que en el testigo. El peso fresco acumulado de las plantas sobrevivientes a fomesafen y oxifluorfen fue muy bajo, sin diferencias estadísticas entre

ellos, pero si con relación al testigo (Figura 3). Tanto la altura como la acumulación de peso son factores importantes en cuanto a la habilidad competitiva de las plantas.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos PRE evaluados en el primer ensayo sobre el número de plantas, altura y peso fresco de *Gypsophila elegans* a los 28 días después de la aplicación (DDA).

Tratamientos (Dosis P.C. ha^{-1})	Número de plantas	Altura (cm)	Peso fresco (g)
Testigo	10.25 a	3.16 a	1.76 a
Flumioxazina 0.3 Kg	0.00 c	0.00 e	0.00 b
Flumioxazina 0.4 Kg	0.00 c	0.00 e	0.00 b
Flumioxazina 0.5Kg	0.00 c	0.00 e	0.00 b
Fomesafen 0.75 L	3.25 bc	3.05 ab	0.44 b
Fomesafen 1 L	1.75 bc	2.45 abc	0.13 b
Fomesafen 1.5 L	2.25 bc	1.79 cd	0.27 b
Oxifluorfen 0.3 L	5.00 b	1.88 bcd	0.46 b
Oxifluorfen 0.4 L	2.50 bc	1.30 cd	0.10 b
Oxifluorfen 0.6 L	1.25 bc	0.76 de	0.09 b
Acetoclor 0.75 L	0.00 c	0.00 e	0.00 b
Acetoclor 1 L	0.00 c	0.00 e	0.00 b
Acetoclor 1.25 L	0.00 c	0.00 e	0.00 b

Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna no son diferentes estadísticamente (Tukey HSD, α = 0.05; n = 4).

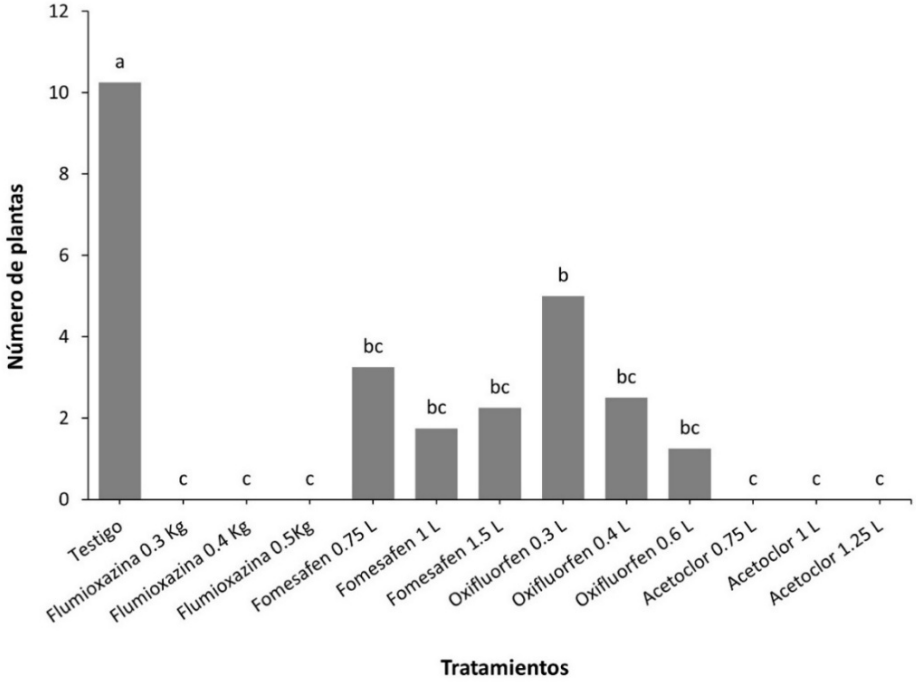


Figura 1. Número promedio de plantas emergidas de *G. elegans* a los 28 dda, bajo los tratamientos PRE. Las barras representan las medias y letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey HSD, α = 0.05).

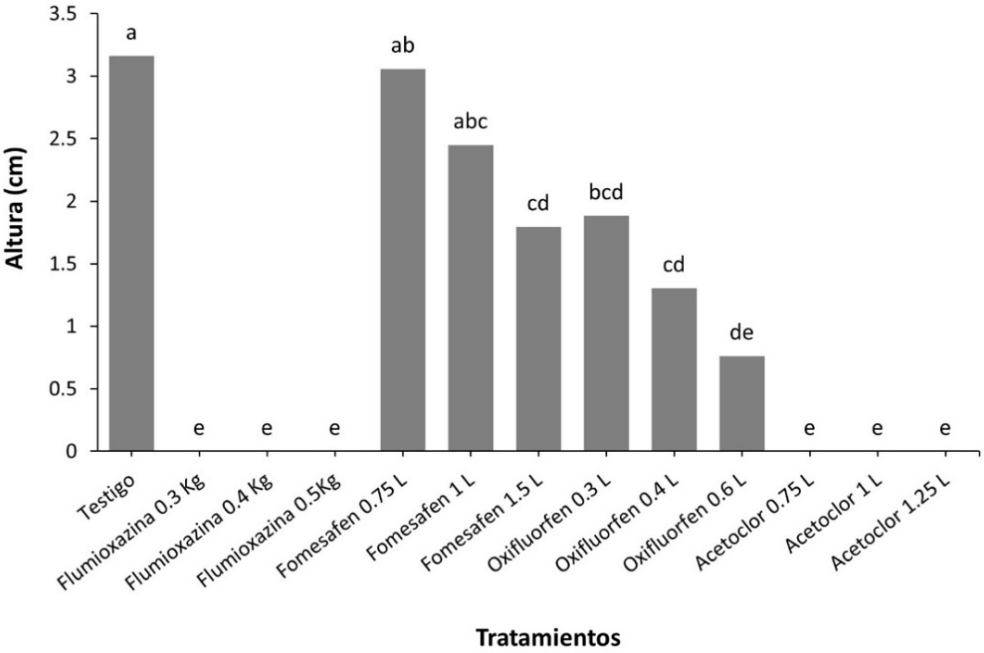


Figura 2. Altura promedio de plantas de *G. elegans* a los 28 dda de los tratamientos. Las barras representan las medias y las letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey HSD, α = 0.05).

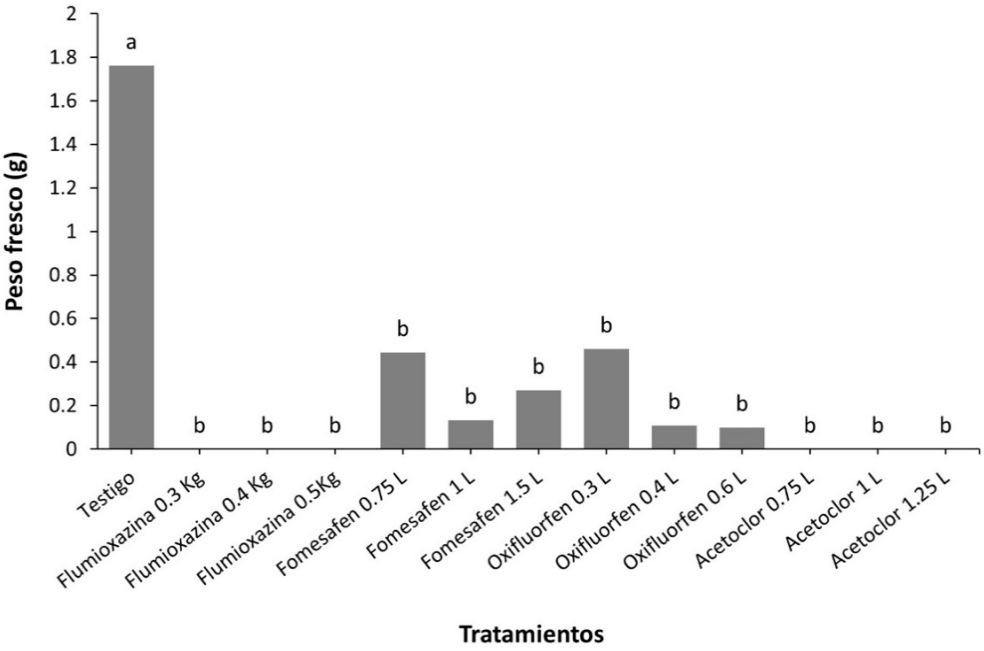


Figura 3. Peso fresco promedio de plantas de *G. elegans* a los 28 dda de los tratamientos PRE. Las barras representan medias de los tratamientos. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey HSD, α = 0.05).

Los resultados mostraron que *G. elegans* es altamente sensible a la mayoría de los herbicidas preemergentes evaluados. Flumioxazina y acetoclor provocaron una

inhibición total de la emergencia. Por el contrario, fomesafen y oxifluorfen permitieron cierta emergencia y desarrollo en dosis bajas, aunque con reducciones importantes en comparación con el testigo. Estos hallazgos indican que el cultivo presenta baja tolerancia a los herbicidas preemergentes evaluados, lo cual restringe la gama de opciones químicas seguras para el manejo de malezas en este cultivo, pero que fomesafen y oxifluorfen podrían ser opciones con un ajuste de las dosis y profundidad de siembra a nivel de campo para observar su comportamiento sobre el cultivo y sobre las malezas. El crecimiento inicial de *Gypsophila* es muy lento y altamente susceptible a la competencia contra malezas, por ello es crucial el manejo temprano de malezas.

Resultados segundo ensayo de invernadero

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos en todas las variables registradas ($p < 0.05$), lo que indicó un efecto importante de los herbicidas preemergentes sobre la emergencia y el desarrollo temprano de *Gypsophila elegans* (Tabla 5). Sin embargo, en este segundo ensayo se redujeron las dosis de fomesafen y oxifluorfen, incluyendo además a imazetapir, el cual resultó más fitotóxico que los dos anteriores, descartándose como una opción para el manejo químico de malezas en Gypsophila. Comparado con el primer ensayo en invernadero, en este segundo experimento, sí hubo una mejoría en las variables evaluadas, pero con dosis menores, sin embargo, se confirma la sensibilidad de esta especie a los herbicidas evaluados.

Considerando estos resultados, fomesafen y oxifluorfen se confirman como posibles opciones de manejo químico de malezas en este cultivo, con la consideración de que se pueden manejar la dosis y la profundidad de siembra bajo condiciones de campo. Por otra parte, con las dosis bajas de estos ingredientes activos, se anticipa también una disminución de los porcentajes de control de malezas dicotiledóneas, por lo que la necesidad de un segundo control manual o mecánico se debería de considerar.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos evaluados en el segundo ensayo sobre el número de plantas, altura y peso fresco de *Gypsophila elegans* a los 28 dda.

Tratamientos (Dosis P.C. ha^{-1})	Número de plantas	Altura (cm)	Peso fresco (g)
Testigo	10.25 a	4.08 a	1.01 a
Fomesafen 0.25 L	7.50 ab	3.34 a	0.51 b
Fomesafen 0.3 L	5.25 b	2.77 abc	0.31 bc
Fomesafen 0.5 L	1.50 c	1.97 abc	0.13 c
Imazetapir 0.3 L	0.25 c	0.25 bc	0.00 c
Imazetapir 0.6 L	0.00 c	0.00 c	0.00 c
Imazetapir 1 L	0.00 c	0.00 c	0.00 c
Oxifluorfen 0.125 L	6.50 b	3.51 a	0.55 b
Oxifluorfen 0.25 L	1.50 c	1.43 abc	0.04 c
Oxifluorfen 0.3 L	1.25 c	2.97 ab	0.10 c

Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna no son diferentes estadísticamente (Tukey HSD, $\alpha = 0.05$; $n = 4$).

Resultados del experimento de campo

Las principales especies encontradas en todas las unidades experimentales fueron, en orden de importancia por su porcentaje de cobertura, *Brachiaria plantaginea, Simsia amplexicaulis, Cyperus esculentus, Oxalis latifolia y Solanum rostratum*.

Bajo las condiciones de campo, el mejor porcentaje de control total de malezas se logró con fomesafen a 0.75 L de p. c. ha^{-1}. A los 15 y 30 dda, fomesafen 0.75 y oxifluorfen 0.75 alcanzaron los mejores porcentajes de control de 82.4 y 79.6%, respectivamente, lo cual no es satisfactorio (Figura 4). A los 30 dda, todos los tratamientos mostraron su mejor desempeño. A los 45 dda, francamente el control fue muy deficiente, lo que indica que las bajas dosis de los herbicidas no son suficientes para contrarrestar la presión de malezas.

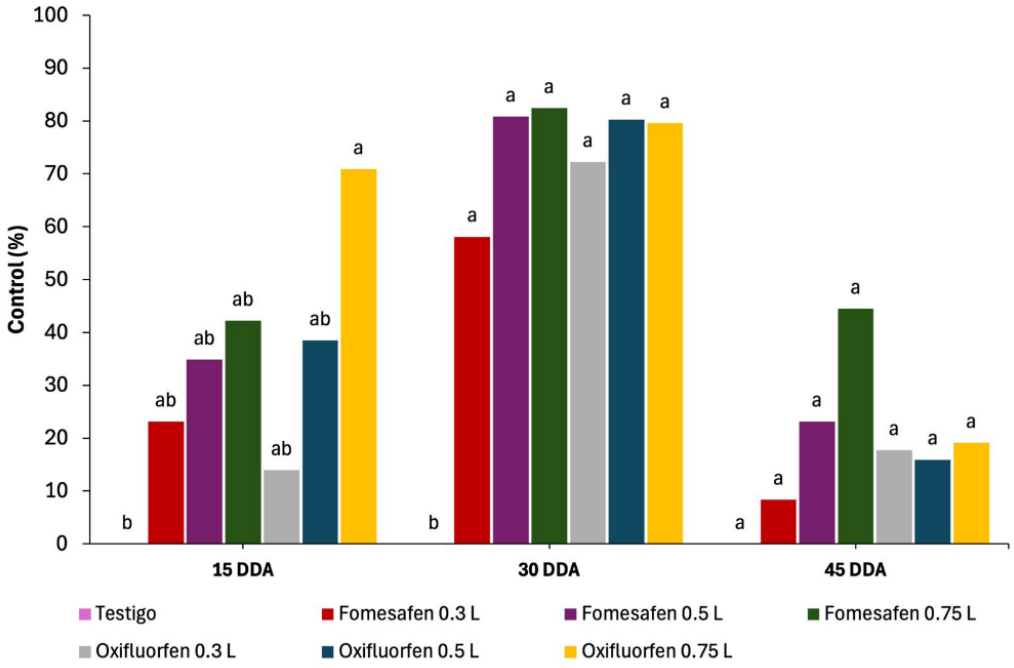


Figura 4. Porcentaje de control total de malezas en *Gypsophila sp.* a los 15, 30 y 45 dda de los tratamientos herbicidas en campo. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada fecha de evaluación, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

En ningún caso el control PRE de *B. plantaginea* fue suficiente a los 30 dda, aunque el porcentaje de control por todos los tratamientos, en el mejor de los casos estuvo cercano al 80%. El control de *Simsia amplexicaulis* a los 30 dda, fue bueno en todos los casos, excepto por fomesafen a 0.3 L p. c. ha^{-1}, pero fomesafén a 0.75 logró un control adecuado de más de 90%. Con oxifluorfen se observó un incremento de control desde 0.3 hasta 0.75 L p. c. ha^{-1} (Figura 5). Lo anterior sugiere que dosis mayores de los herbicidas podrían mejorar el control a costa de un posible incremento en la fitotoxicidad hacia el cultivo, lo cual debería estudiarse.

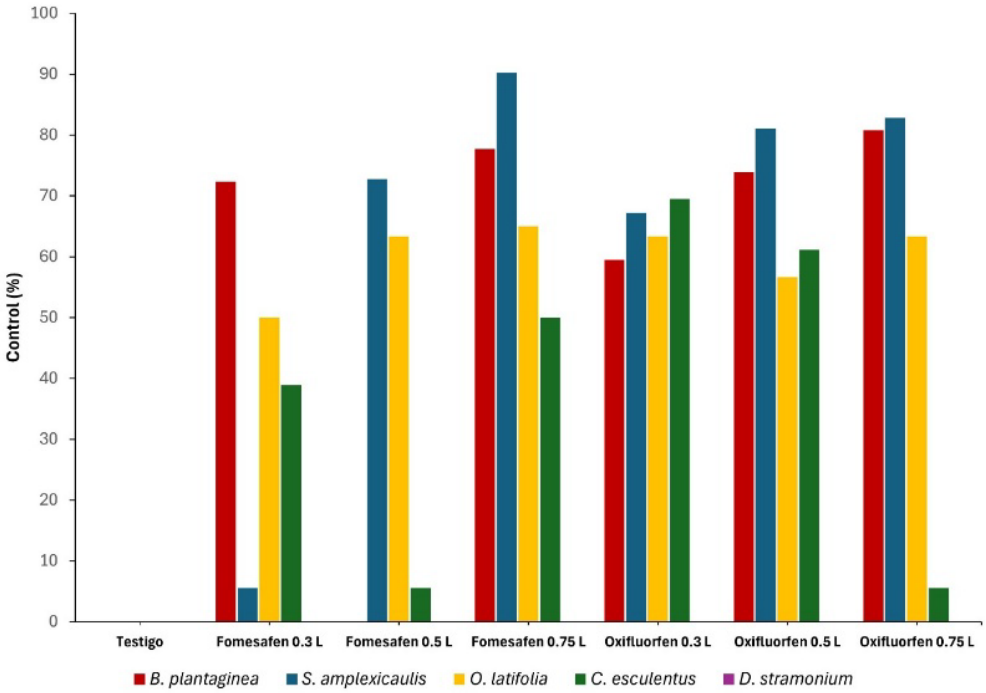


Figura 5. Porcentaje de control de especies de malezas en *Gypsophila sp.* a los 30 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos herbicidas. Se evaluó el efecto de estos sobre *Brachiaria plantaginea, Simsia amplexicaulis, Oxalis latifolia, Cyperus esculentus* y *Datura stramonium.*

AGRADECIMIENTOS

Candelario Palma-Bautista (CVU 871332) agradece la beca otorgada bajo el programa de Estancias Postdoctorales por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

BIBLIOGRAFIA

DGSIAP (Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2025. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Elmore, C. L. (s. f.). Weed Management Decisions for Field-Grown Flowers. UC Agriculture and Natural Resources, University of California, Davis. Recuperado de https://my.ucanr.edu/repository/fileaccess.cfm?article=163449&p=LBUMCD

Gilreath, J.P. 1987. Chemical Weed Control in Gypsophila. HortScience 22(3):446-448.

Sinkkonen, A., Strömmer, R., & Penttinen, O. P. (2008). Low toxicant concentrations decrease the frequency of fast-growing seedlings at high densities of annual baby's breath (*Gypsophila elegans*). Environmental Pollution, 153(3), 523–525. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.02.020

Summary: PRELIMINARY SELECTION OF PRE-EMERGENT HERBICIDES FOR WEED CONTROL IN *Gypsophila elegans* (BABY'S BREATH) FLOWERS. Baby's breath (*Gypsophila elegans*) is an annual species of ornamental importance in Mexico. Only 222 ha^{-1} are cultivated, which has limited agronomic research, particularly on weed management. Initial growth is slow, making it susceptible to weed competition. The crop's sensitivity to herbicides has restricted the use of chemical options. The objective of this study was to evaluate the selectivity of pre-emergence herbicides under greenhouse and field conditions in order to identify viable alternatives for weed management in *G. elegans*. Two pot trials and one field trial were conducted using completely randomised experimental designs and completely randomised block designs, respectively. Fomesafen, oxyfluorfen, flumioxazine, acetochlor, and imazethapyr were evaluated at different doses, and emergence, height, fresh weight, and weed control were recorded. The results showed that *G. elegans* is sensitive to most of the herbicides evaluated. Flumioxazine and acetochlor completely inhibited emergence, while imazethapyr was highly phytotoxic. In contrast, fomesafen and oxyfluorfen at low doses allowed some emergence and development, although they reduced biomass accumulation and height compared to the control. In the field trial, fomesafen (0.75 L p.c. ha^{-1}) and oxyfluorfen (0.75 L p.c. ha^{-1}) achieved total control percentages of 82.4% and 79.6%, respectively, up to 30 days after application. Therefore, fomesafen and oxyfluorfen are potential herbicides for use on *G. elegans*, although their efficacy and selectivity must be optimized by adjusting the field doses.
Keywords: Selectivity, phytotoxicity, floriculture.

SENSIBILIDAD DE *Brassica rapa* PROCEDENTE DE HIDALGO Y TLAXCALA A HERBICIDAS AUXINICOS, INHIBIDORES DE ALS Y EPSPS

R. E. Ruiz-Romero[1]*, O. J. Caltempa-Sánchez[1], C. Palma-Bautista[1], J. A. Domínguez-Valenzuela[1]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230-Texcoco, México. *romanruiz667@gmail.com

RESUMEN

Brassica rapa L. es un problema en maíz, trigo y cebada en los Valles Altos de México. El objetivo fue determinar la resistencia a herbicidas en 21 poblaciones colectadas en Hidalgo y Tlaxcala, así como cuantificar el nivel de resistencia en algunas de ellas. Se aplicaron herbicidas inhibidores de ALS (prosulfuron y mesosulfuron + iodosulfuron), imitadores de auxinas (2,4-D, dicamba y fluroxipir) e inhibidor de EPSPS (glifosato) a dosis de campo. Ninguna población sobrevivió a glifosato. Las poblaciones 1, 4, 5, 9 y 20 fueron sensibles a mesosulfuron + iodosulfuron y prosulfuron, mientras que todas sobrevivieron a fluroxipir. En 2,4-D sobrevivieron las poblaciones 7, 8, 11, 12, 14, 17, 20 y 21. Se realizaron curvas dosis-respuesta en las poblaciones 7, 8, 12 y 21, utilizando como sensible la población 4 y *Brassica napus*. Las plantas con 3-4 hojas fueron aplicadas con dosis crecientes de prosulfuron, mesosulfuron + iodosulfuron, 2,4-D, fluroxipir y dicamba. El peso fresco se evaluó 28 días después para calcular la dosis que reduce el peso fresco al 50% (ED_{50}) y la dosis letal media (DL_{50}). Los valores de ED_{50} oscilaron entre 5.9-170.3 g i.a. ha^{-1} para prosulfuron, 323.0-22846 ml p.c. ha^{-1} para mesosulfuron + iodosulfuron, 126.5-844.0 g i.a. ha^{-1} para 2,4-D, 121.7-351.1 g i.a. ha^{-1} para dicamba y 94.9-273.6 g i.a. ha^{-1} para fluroxipir. Los valores de DL_{50} oscilaron de 5.4-463.8 g i.a. ha^{-1}, 420.2-35456.2 ml p.c. ha^{-1}, 142.1-988.7 g i.a. ha^{-1}, 116.2-871.1 g i.a. ha^{-1} y 182.3-570.4 g i.a. ha^{-1} para los mismos herbicidas, respectivamente. Se confirmó que en las poblaciones de *B. rapa* 7, 8, 12 y 21, tienen resistencia cruzada y múltiple a herbicidas inhibidores de ALS e imitadores de auxinas.

Palabras clave: Resistencia multiple, mostaza silvestre, curvas de dosis-respuesta.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cereales en el mundo es una actividad de gran importancia, donde el maíz, trigo y cebada son los de mayor relevancia. México, ocupa el lugar 22 en la producción de trigo a nivel mundial con una superficie de 560,369 ha. Los estados de

Sonora, Guanajuato, Baja California y Sinaloa son los principales productores del grano (SIAP, 2023; USDA, 2023). También hay otros estados que contribuyen de manera significativa en la producción de este cereal, tales como Hidalgo que cuenta con una superficie de 720 ha, y Tlaxcala con una superficie de 20,241 ha donde se produjeron alrededor de 55,535 toneladas (SIAP, 2023).

México al ser centro de origen del maíz también presenta gran producción de maíz siendo el octavo lugar de los países productores de maíz en el mundo, con una superficie de 6,941,031 hectáreas y una producción de 27,549,917 toneladas. Los estados que poseen mayor superficie de maíz son Chiapas, Veracruz y Jalisco, pero Sinaloa y Jalisco son los que tienen los mayores rendimientos y mayor producción (SIAP, 2023; USDA, 2023). El estado de Hidalgo contribuye de manera significativa con una superficie de 170,055 hectáreas donde se producen 542,111 toneladas mientras que Tlaxcala presenta una superficie de 119,173 hectáreas donde se produjeron alrededor de 361,413 toneladas (SIAP, 2023).

En el caso de la cebada, México ocupa el lugar número 20 en el mundo con una superficie de 297 444 ha y Guanajuato, Hidalgo y Tlaxcala son los que más contribuyen; estos dos últimos con una producción de 152,402.97 y 123,784.03 toneladas, respectivamente(SIAP, 2023; USDA, 2023).

En estos cereales las malezas causan diversas afectaciones tanto directas como indirectas. Las malezas en los cereales son el factor que más pérdidas causa, reduciendo el rendimiento de 18 hasta 29% en trigo y de un 37 hasta 44% en maíz (Oerke, 2006). En el cultivo de cebada las pérdidas llegan hasta el 78% (Galon et al., 2022; Mahajan et al., 2020). Las malezas afectan a los cultivos principalmente por la competencia por recursos como agua, nutrientes y la radiación solar, generando un impacto significativo al momento del llenado del grano (Abbate, 2017) aunque también hospedan otras plagas, dificultan y aumentan los costos de la cosecha; dificultan el secado de grano e incluso dan olores y sabores desagradables a la harina o a los productos derivados de los granos.

Una maleza común de cereales es el nabo silvestre o mostaza (*Brassica rapa)*, la cual se reproduce por semilla desarrollándose en temporada de invierno, llegando a etapa de floración a finales de invierno o principio de primavera e incluso puede desarrollarse en verano, como en los Valles Altos, llegando a su etapa reproductiva de junio a septiembre, teniendo un ciclo de desarrollo corto de 40 días aproximadamente (Hafner, 1990; Vibrans H., 2009). Esta maleza no sólo afecta el rendimiento, sino que también contamina y afecta la calidad de la cosecha, incluso en cultivos como alpiste, alfalfa, sorgo, etc. (Juan et al., 2021). En México se ha reportado como maleza arvense en zonas de cultivo y como maleza ruderal, en vías de ferrocarril, potreros, distribuyéndose principalmente en las zonas templadas de México donde predominan ecosistemas como el bosque de pino-encino y bosque mesófilo; la altitud influye de gran manera para su desarrollo por lo que se encuentra en zonas con precipitaciones desde 300 a 1800 msnm (Vibrans, 2009).

En cultivos densos como los cereales, resulta complicado realizar prácticas de control mecánicas o manuales, por lo cual se depende casi exclusivamente del control químico usando herbicidas imitadores de auxinas, sulfonilureas o el uso del glifosato en pre-siembra de los cereales (Domínguez-Valenzuela et al., 2023). La importancia de *Brassica rapa* radica en el desarrollo de resistencia a herbicidas, que ya se ha reportado en otros países como en Argentina, que en 2014 que se reportó resistencia múltiple a glifosato e inhibidores de ALS pertenecientes a tres familias químicas, debido al posible

flujo de genes, entre variedades transgénicas de *B. napus* resistente a varios mecanismos de acción (Pandolfo et al., 2015). En el 2018, se ha ampliado la distribución de resistencia al encontrarse biotipos con resistencia múltiple a glifosato, 2,4-D y metsulfuron metil en provincias cercanas a Buenos Aires, Argentina (Juan et al., 2018), y en 2021 también se presentó resistencia cruzada de *Brassica rapa* a herbicidas auxínicos como dicamba clopyralid, fluroxipir y 2,4-D (Juan et al., 2021). En México, se ejerce la misma presión de selección sobre las poblaciones de nabo silvestre al utilizar herbicidas inhibidores de ALS y auxínicos en las regiones productoras de cereales, incluidas Tlaxcala e Hidalgo en donde *B. rapa* se encuentra ampliamente distribuida. En esta región se ha identificado resistencia múltiple a los inhibidores de ALS, EPSPS y a imitadores de auxina (2,4-D, glifosato y fluroxipir) en dos poblaciones de esta especie (Domínguez-Valenzuela et al., 2023), además, Moreno Sánchez en el 2024, reportó 5 poblaciones de zonas diferentes de Tlaxcala con biotipos de *B. rapa* resistentes a herbicidas auxínicos e inhibidores de ALS. Esto muestra la necesidad de determinar la distribución del problema dentro de los estados de Hidalgo y Tlaxcala y valorar la necesidad de impulsar otras alternativas de manejo siendo que el uso de herbicidas enfrenta serias deficiencias.

MATERIALES Y METODOS

Recolección del material vegetal de *B. rapa*

Se colectaron semillas maduras de *Brassica rapa* en cultivos de maíz, trigo y cebada en los estados de Tlaxcala e Hidalgo. La colecta se realizó en 21 sitios diferentes, de los que se tenía sospecha de resistencia a los principales herbicidas utilizados en la zona como los inhibidores de EPSPS (glifosato), inhibidores de ALS (prosulfuron y mesosulfuron + iodosulfuron (Sigma Forte)), y a imitadores de auxina (2,4-D y fluroxipir). Las semillas colectadas se almacenaron en bolsas de papel etiquetadas con los datos correspondientes a cada ubicación. En el laboratorio las semillas se separaron de los restos de plantas, conservando las semillas maduras sin daños mecánicos o de otro tipo. Las semillas se almacenaron en sobres de papel etiquetados con sus datos de colecta, las semillas se almacenaron en frio para promover su madurez (4ºC).

Germinación de semillas y obtención de plántulas

Se sembraron semillas en macetas de 4 pulgadas de diámetro con peat moss sobre charolas con una solución de nitrato de potasio a 200 ppm para que la solución ascendiera por capilaridad. Las charolas con las macetas se mantuvieron a 4°C durante 48 horas, después se colocaron 24 h a temperatura ambiente. Después de 72 h las semillas germinaron y las plántulas con hojas cotiledonales se trasplantaron, una plántula por maceta de 150 g de suelo franco limoso esterilizado. Las plantas establecidas se cuidaron y se mantuvieron en condiciones de humedad en el invernadero del área de malezas del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Selección de resistencia a herbicidas (prueba de screening)

La aplicación de los herbicidas para la selección de resistencia de las 21 poblaciones se realizó cuando las plántulas tenían de 3-4 hojas verdaderas. Se realizó la aplicación de los cinco herbicidas descritos en la tabla 1, cada uno a la dosis de campo.

Tabla 1. Herbicidas evaluados en el tamizado en las 21 poblaciones de *B. rapa y* las dosis de campo aplicadas.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis de p. c.[a] ha^{-1}	Dosis en g i.a.[b] ha^{-1}
Starane® ultra	Fluroxipir meptil	0.4 l/ha	182
Hierbamina®	2,4-D	2 l/ha	718
Faena Fuerte®	Glifosato	2 l/ha	726[c]
Peak® 57 WG	Prosulfuron	40 gr/ha	22.8
Sigma Forte®[d]	Mesosulfuron metil + Iodosulfuron metil sodio	1.25 l/ha	1,250[e]

[a]p. c.: producto comercial, [b]i.a.: ingrediente activo, [c]acido equivalente, [d]Mesosulfurón-metil (10 g i.a.) + Iodosulfurón metil sodio (2 g i.a.), [e]mL de producto comercial ha^{-1} (mesosulfurón-metil 12.5 g i.a. + Iodosulfurón metil sodio 2.5 g i.a.)

De cada población evaluada, se utilizaron 10 plantas para cada herbicida (repeticiones) y un testigo sin tratamiento (60 plantas por población). Los herbicidas se aplicaron con una aspersora manual con boquilla Teejet 8002EVS, a una presión de 30 psi (libras por pulgada cuadrada), calibrada para aplicar 200 L ha^{-1}. La evaluación se realizó 28 días después de la aplicación (dda) utilizando como variable el peso fresco de la parte aérea. El experimento se estableció en un diseño en bloques completos al azar (bloques=población, tratamientos=herbicida).

Curvas de dosis respuesta

Las poblaciones 7, 8, 12 y 21 sobrevivieron a todos los herbicidas evaluados (R) y se utilizó la población 4 y una población comercial de *Brassica napus* como poblaciones sensibles (S). Para las curvas de dosis-respuesta en las poblaciones R y S, se utilizaron plántulas de 3-4 hojas verdaderas de semillas que se germinaron y crecieron bajo las mismas condiciones descritas en el apartado “Germinación de semillas y obtención de plántulas”. Los tratamientos de la Tabla 2 se utilizaron para obtener las curvas de dosis-respuesta. La aplicación de los herbicidas se realizó siguiendo la metodología descrita en la prueba de **“**Selección de resistencia a herbicidas (prueba de screening)” descrita anteriormente.

Tabla 2. Dosis de herbicidas aplicados en los ensayos de dosis-respuesta sobre las poblaciones R y S de *B. rapa* y *B. napus* para estimar los parámetros ED_{50} y LD_{50}.

Herbicida	(Dosis en g i.a. ha^{-1}) [a]
Prosulfuron	Población 4 y *B. napus*: 0, 5.6, 11.4, 22.8, 45.6, 91.2, 136.8 Población 7,8,12 y 21: 0, 22.8, 45.6, 91.2, 182.4, 364.8, 729.6
Sigma Forte[b]	Población 4 y *B. napus*: 0, 312.5, 625, 1250, 2500, 5000, 7500 ml de p.c. Población 7,8,12 y 21: 0, 1 250, 2500, 5000, 10000, 20000, 40000 ml de p.c.
Fluroxipir	Poblaciones 4, 7, 8, 12, 21 y *B. napus*: 0, 22.75, 45.5, 91, 182, 364, 728
2,4-D	Poblaciones 4, 7, 8, 12, 21 y *B. napus*: 0, 89.75, 179.5, 359, 718, 1436, 2872
Dicamba	Poblaciones 4, 7, 8, 12, 21 y *B. napus*: 0, 48, 96, 192, 384, 768, 1152

[a]Sigma Forte; dosis en ml de p.c. ha^{-1}, [b]mesosulfurón-metil (12.5 g i.a.) + iodosulfurón metil sodio (2.5 g i.a.).

La evaluación se realizó 28 dda y se registró el peso fresco de la parte aérea con el que se determinó la dosis necesaria para reducir el peso fresco al 50% (ED_{50}) y la mortalidad que indicó la dosis necesaria para matar al 50% de la población (DL_{50}).

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con ayuda del programa R studio, se aplicó un análisis de varianza de dos vías o factores (ANOVA), comparación de medias (prueba de Tukey al 5%) para la prueba de screening. En el caso de los bioensayos de dosis respuesta, se elaboró un análisis de regresión no lineal con un modelo log-logístico (ecuación 1), para determinar ED_{50} y DL_{50} de *B. rapa y B. napus.*

$$y = c + \{[(d - c)][\tilde{n} + (\log(x) - \log(e))]^b\} \qquad \text{(ecuación 1)}$$

d indica el coeficiente perteneciente a la asíntota superior, *c* es el límite inferior el cual se fija en 0. El superíndice b nos indica la pendiente en el punto de inflexión de la curva, e significa la dosis del herbicida requerida para reducir el peso fresco o la supervivencia de la planta al 50 % y *x* hace referencia a la dosis del herbicida. Las curvas dosis-respuesta fueron analizadas utilizando el paquete “drc” en el sofware R (Ritz et al., 2015). Todos los gráficos de las curvas dosis-respuesta se elaboraron con el programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc, San José California).

RESULTADOS Y DISCUSION

Selección de resistencia (screening)

Se realizó la separación de medias, con la prueba de Tukey (Tabla 5) donde se obtuvo el peso fresco promedio de las poblaciones, con respecto al testigo, por herbicida aplicado, estos valores se encuentran en grupos establecidos de acuerdo con el programa R, donde el grupo “a” es el que presenta mayor peso fresco mientras que en el grupo z se encuentran las poblaciones con menor peso fresco.

Una vez realizados los análisis estadísticos correspondientes (ANOVA, homogeneidad de varianza, prueba de Levane y Shapiro-Wilk) con las 21 poblaciones sometidas al tamizado con 5 herbicidas y un testigo, se seleccionaron las poblaciones 7, 8, 12 y 21, las cuales resultaron resistentes a todos los herbicidas, excepto a glifosato y que eran geográficamente representativas de los estados de Hidalgo y Tlaxcala, para realizar los ajustes de curvas dosis-respuesta.

En las pruebas de selección de las poblaciones resistentes a prosulfuron mostraron una fluctuación en la reducción de peso fresco entre 2.4 y 122.5 (Tabla 3). Las poblaciones con los mayores pesos frescos fueron 7, 8, 11, 12, 13, 15,16, 17, 18 y 21 al presentar valores por encima del 75% de peso fresco. En las poblaciones 8, 12 y 13 el peso fresco fue mayor al 100%, es decir, los tratamientos tuvieron un peso fresco mayor que el testigo sin tratamiento, este fenómeno se conoce como hormesis.

Tabla 3. Porcentaje de peso fresco de las 21 poblaciones de *B. rapa,* con respecto al testigo, con los herbicidas evaluados, de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

Población	Tratamientos					
	Testigo	**Prosulfuron**	**Sigma Forte***	**Fluroxipir-meptil**	**2,4-D**	**Glifosato**
Población 1	100 abcdefg	10.8 vwxy	3.0 xyz	84.9 defghijkl	7.2 wxy	4.7 xyz
Población 2	100 abcdefg	66.8 hijklmn	42.4 opqrst	79.5 efghijkl	16.0 tuvwx	2.3 xyz
Población 3	100 abcdefg	60.6 jklmno	62.5 nmlkjihgfed	85.0 defghijkl	2.8 xyz	2.8 xyz
Población 4	100 abcdefg	9.0 wxyz	9.7 wxy	64.4 hijklmn	4.2 xyz	3.8 xyz
Población 5	100 abcdefg	17.5 tuvwx	5.7 xyz	64.5 hijklmn	9.2 wxyz	3.1 xyz
Población 6	100 abcdefg	67.6 ghijklmn	70.1 fghijklm	87.8 defghijk	19.1 stuvwx	0.9 yz
Población 7	100 abcdefg	95.7 abcdefg	93.8 bcdefgh	66.3 hijklmn	63.3 hijklmn	3.7 xyz
Población 8	100 abcdefg	104.8 abcde	80.8 efghijkl	82.7 defghijkl	57.3 ijklmnop	5.7 xyz
Población 9	100 abcdefg	2.4 xyz	1.4 zy	89.7 bcdefghi	5.5 xyz	2.9 xyz
Población 10	100 abcdefg	37.8 opqrstu	25.7 rstuvw	57.6 ijklmnop	13.7 tuvwx	1.3 yz
Población 11	100 abcdefg	90.4 defghij	79.0 efghijkl	89.6 bcdefghi	25.0 rstuvxy	4.0 xyz
Población 12	100 abcdefg	122.5 ab	108.6 abcd	80.9 efghijkl	34.6 pqrstuv	0.6 z
Población 13	100 abcdefg	100.7 abcdef	85.2 cdefghijk	58.4 ijklmno	5.34 zyx	0.9 yz
Población 14	100 abcdefg	71.0 fghijklm	43.6 lmnopqr	41.4 nopqr	38.3 opqrsts	1.5 xyz
Población 15	100 abcdefg	76.1 fghijkl	65.2 hijklmn	55.5 jklmnop	1.3 xyz	1.7 xyz
Población 16	100 abcdefg	98.3 abcdefg	84.4 efghijkl	82.0 defghijkl	15.2 stuvwx	0.7 z
Población 17	100 abcdefg	98.0 abcdefg	95.0 abcdefg	68.5 ghijklmn	36.8 opqrstu	1.7 xyz
Población 18	100 abcdefg	80.4 efghijkl	66.5 hijklmn	54.8 qponmlkji	2.6 zyx	1.1 yz
Población 19	100 abcdefg	67.9 hijklmn	52.0 jklmnopqp	31.0 rstuvw	7.5 wxyz	1.1 yz
Población 20	100 abcdefg	4.3 xyz	4.7 xyz	109.8 abc	45.4 klmnopqr	2.0 xyz
Población 21	100 abcdefg	97.0 abcdefg	96.4 abcdefg	92.6 abcdefg	35.2 pqrstu	2.2 xyz

*Sigma Forte= mesosulfuron metil+iodosulfuron metil sodio.

Para mesosulfuron + iodosulfuron (Sigma Forte), el porcentaje de reducción de fresco osciló entre 1.4-108.6 (Tabla 3). Las poblaciones 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17 y 21 resultaron con los valores más altos de peso al tener porcentajes por encima del 75%. El peso de la población 12 fue superior al 100%, por lo que tuvo un comportamiento similar a prosulfuron.

En los datos obtenidos de reducción de peso fresco con fluroxipir, el porcentaje de peso fresco osciló entre 31.0-109.8%, para las poblaciones de *B. rapa* sobrevivientes. Las poblaciones 1, 2, 3, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 20 y 21 son las que mayor porcentaje de peso fresco mostraron, con valores por encima del 75% (Tabla 3).

Los resultados obtenidos con 2,4-D amina indicaron que los porcentajes de reducción de peso fresco variaron entre 1.3-63.3% (Tabla 3). En las poblaciones 7, 8, 11, 12, 14, 17, 20 y 21 de *B. rapa* los porcentajes de peso fresco fueron 63.3, 57.3, 25.0, 34.6, 38.3, 36.8, 45.4 y 35.2, respectivamente. Con este herbicida se observó una menor producción de biomasa en todas las poblaciones.

El glifosato mostró que los porcentajes de reducción del peso fresco en las 21 poblaciones de *B. rapa*, oscilaron entre 0.6-5.7% (Tabla 5). Se observó una reducción significativa de peso en todas las poblaciones, mostrando valores por debajo del 10%, pero todas las poblaciones fueron controladas por el glifosato, dándose como sensibles.

Curvas de dosis-respuesta para peso fresco (ED_{50})

El estudio de las curvas de dosis respuesta utilizado para estimar la dosis necesaria que causa la reduccion del peso fresco en un 50% (ED_{50}), demostró que la poblacion 4 de *Brassica rapa* fue la población mas sensible a todos los herbicidas evaluados en este estudio, ya que los valores de ED_{50} para *Brassica rapa* en cada herbicida así lo indicaron (5.9 g i.a. ha^{-1} para prosulfuron, 323 ml ha^{-1} para Sigma Forte, 126.5 g i.a. ha^{-1} para 2,4-D, 121. 7 g i.a. ha^{-1} para dicamba y 94.9 g i.a. ha^{-1} para fluroxipir), siendo menores o cercanos a los de *Brassica napus* (6.9 g i.a. ha^{-1} para prosulfuron, 390.3 ml ha^{-1} para sigma forte, 158.5 g i.a. ha^{-1} para 2,4-D, 144.7 g i.a. ha^{-1} para dicamba y 87.7 g i.a. ha^{-1} para fluroxipir), la cual también se evaluó como sensible (Tabla 6). La población 4 fue utilizada como punto de comparación para poder calcular los factores de resistencia (FR) para todos los herbicidas por ser la poblacion sensible, el valor de FR fue obtenido del cociente de ED_{50} de la poblacion resistente entre la poblacion sensible, que indica el número de veces que una población de *B. rapa* fue mas resistente que la poblacion sensible.

Las poblaciones de *B. rapa* estudiadas con prosulfuron dieron valores de ED_{50} que oscilaron entre 5.9-170.3 g i.a. ha^{-1} (Tabla 4). Los ED_{50} fueron 5.9, 121.2, 170.3, 161.8 y 124.8 g i.a. ha^{-1} para las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21, respectivamente, para *B. napus* fue de 6.9 g i.a. ha^{-1}. La poblacion 4 y *B. napus* respondieron de manera similar al prosulfuron (Figura 1). Las poblaciones con valores de ED_{50} altos fueron 7, 8, 12 y 21, por lo que se obtuvieron valores de FR que fueron de 20.5, 28.9, 27.4 y 21.1 veces más resistentes que la población sensible, respectivamente (Tabla 4). Estas últimas poblaciones fueron resistentes al herbicida prosulfuron pues su FR es mayor a 2 y supera la dosis de campo, lo cual confirma su resistencia. La población sensible (4) se comportó similar a la población de *B. napus*.

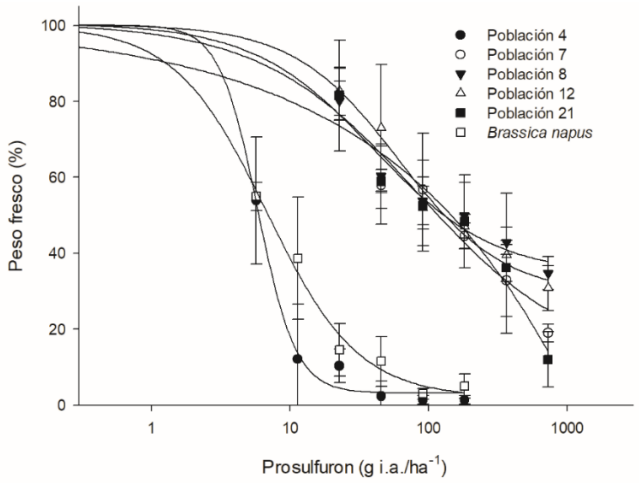


Figura 1. Curvas de dosis-respuesta para reducción de peso fresco al 50% (ED_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus* con prosulfuron**.**

Tabla 4. Valores de la curva de dosis respuesta para reducir el peso fresco al 50% (ED_{50}) y factores de resistencia (FR) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus,* a los herbicidas evaluados.

Herbicida	Población	d	b	ED_{50} (g i.a/ha^{-1})[a]	*P*-value	FR
Prosulfuron	Población 4	100.2	2.6	5.9±0.4	<0.001	-
	Población 7	100.8	0.7	121.2±25.3	<0.001	20.5
	Población 8	100.7	0.5	170.3±57.0	0.003	28.9
	Población 12	101.2	0.6	161.8±36.2	<0.001	27.4
	Población 21	100.0	0.7	124.8±24.0	<0.001	21.1
	B. napus	100.0	1.2	6.9±1.2	<0.001	1.2
Sigma Forte[b]	Población 4	100.1	3.1	323.0±11.6	<0.001	-
	Población 7	99.6	0.9	6009.2±879.6	<0.001	18.6
	Población 8	98.9	0.8	22846±4253.6	<0.001	70.7
	Población 12	101.0	1.8	19077±1330.5	<0.001	59.1
	Población 21	99.8	0.7	2827.4±486.0	<0.001	8.7
	B. napus	99.7	1.4	390.3±55.5	<0.001	1.2
2,4-D	Población 4	99.8	1.0	126.5±16.6	<0.001	-
	Población 7	100.8	1.6	539.3±38.6	<0.001	4.3
	Población 8	98.5	1.3	287.0±33.2	<0.001	2.3
	Población 12	97.8	1.7	844.0±66.3	<0.001	6.7
	Población 21	96.4	1.9	377.8±41.9	<0.001	3.0
	B. napus	98.2	2.2	158.5±13.0	<0.001	1.2
Dicamba	Población 4	101.6	0.9	121.7± 16.8	<0.001	-
	Población 7	100.6	1.2	351.1±50.1	<0.001	2.9
	Población 8	101.4	1.1	260.1±41.1	<0.001	2.1
	Población 12	103.6	0.9	152.5±22.7	<0.001	1.2
	Población 21	101.3	1.2	165.6±24.4	<0.001	1.4
	B. napus	101.1	1.2	144.7±16.7	<0.001	1.2
Fluroxipir	Población 4	101.1	0.9	94.9±8.9	<0.001	-
	Población 7	102.7	1.2	147.9±18.7	<0.001	1.5
	Población 8	102.1	0.8	273.6±35.6	<0.001	2.9
	Población 12	102.6	1.2	127.9±12.0	<0.001	1.3
	Población 21	100.9	1.9	203.6±14.4	<0.001	2.1
	B. napus	102.0	1.0	87.7 ±14.8	<0.001	0.9

[a]Sigma Forte; dosis en ml de p. c. ha-**1**, [b] mesosulfurón-metil (10 g i. a. L^{-1}) + iodosulfurón metil sodio (2 g i. a. L^{-1}).

Con mesosulfuron + iodosulfuron (Sigma Forte), los valores de ED_{50} variaron desde 323.0-22846 ml p. c. ha^{-1} (Tabla 4). En las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 los valores de ED_{50} fueron de 323.0, 6009.2, 22846, 19077 y 2827.4 ml p. c. ha^{-1}, respectivamente, para *B. napus* el valor fue de 390.3 ml p.c. ha^{-1}. Las poblaciones 4 y *B. napus* mostraron valores similares con Sigma Forte (Figura 2). Las poblaciones con valores altos de ED_{50} fueron la 7, 8, 12 y 21, y sus correspondientes FR fueron 18.6, 70.7, 59.1 y 8.7 veces más resistentes que la población 4, respectivamente (Tabla 4). En principio las ED_{50} de las poblaciones R superan la dosis de campo de la formulación, y de acuerdo con sus valores FR, estas poblaciones son resistentes.

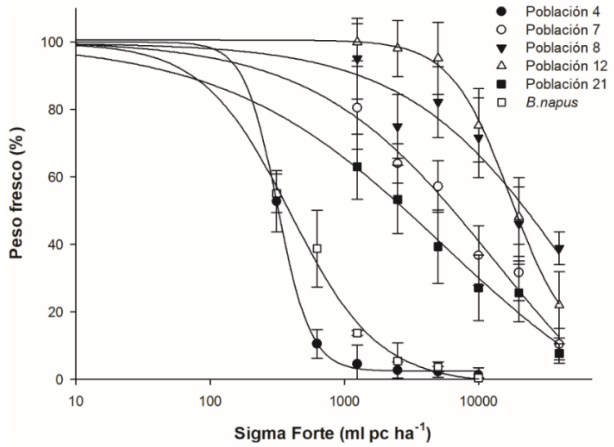


Figura 2. Curvas de dosis-respuesta para la reduccion de peso fresco al 50% (ED_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* para Sigma Forte.

Con 2,4-D los valores de ED_{50} para las poblaciones de *B. rapa* se encontraron entre 126.5 y 844.0 g i.a. ha^{-1} (Tabla 6). En las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* los valores de ED_{50} fueron 126.5, 593.3, 287.0, 844.0 y 377.8 g i.a. ha^{-1}, el valor de ED_{50} para *B napus* fue de 158.5 g i.a. ha^{-1}, un comportamiento similar a la poblacion 4 de *B. rapa* (Figura 3). Para las poblaciones 7, 8, 12 y 21 los valores de fueron de 4.3, 2.3, 6.7 y 3.0, respectivamente (Tabla 4), lo cual confirma que dichas poblaciones son resistentes a 2,4-D.

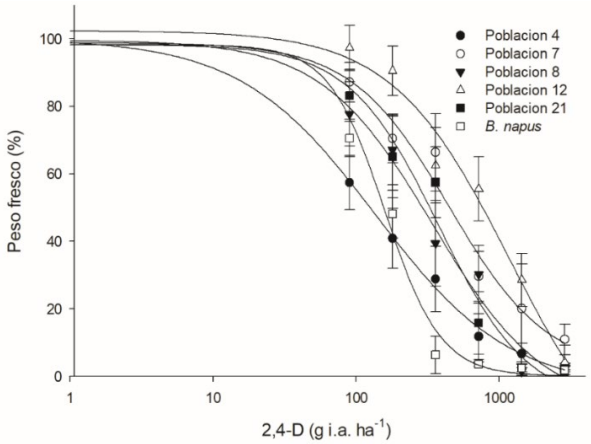


Figura 3. Curvas de dosis-respuesta para la reduccion del peso fresco al 50% (ED_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* tratadas con 2,4-D.

Los valores de ED_{50} para el herbicida dicamba fueron menos, comparados con los otros herbicidas, dando valores de 121.7- 351.1 g i.a. ha^{-1} (Tabla 4). Los ED_{50} de las poblaciones 4, 7, 8 12 y 21 fueron de 121.7, 351.1, 260.1, 152.5 y 165.6 g i.a. ha^{-1}, respectivamente, y para *B. napus* el valor fue de 144.7 g i.a. ha^{-1}, siendo similar al de la poblacion 4 de *B. rapa* (Figura 4). Los valores de ED_{50} más altos se observaron en las poblaciones 7 y 8, y FR de 2.9 y 2.1, respectivamente (Tabla 4) mientras que las poblaciones 12 y 21 mostraron valores de FR por debajo de 2 por lo que estas últimas no se consideran resistentes.

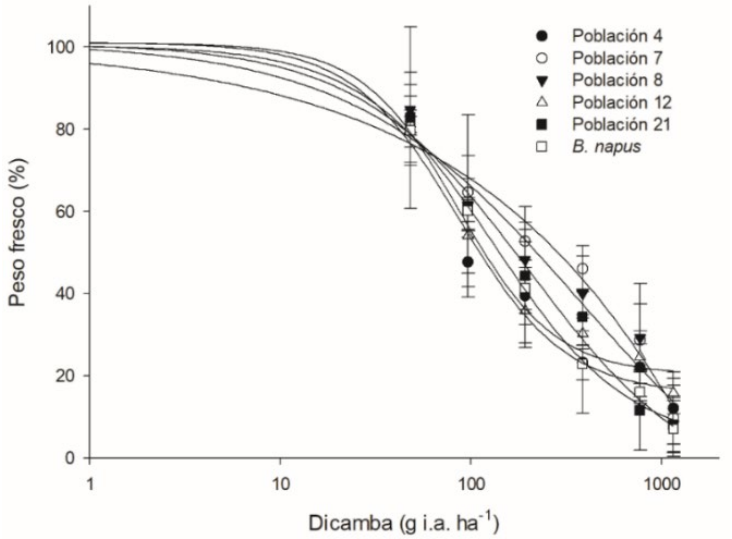


Figura 4. Curvas de dosis-respuesta para la reduccion del peso fresco al 50% (ED_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus* tratadas con dicamba.

En los tratamientos con fluroxipir, las poblaciones de *B. rapa* mostraron ED_{50} que oscilaron entre 94.9-273.6 g i.a. ha^{-1} (Tabla 4). Los ED_{50} fueron, 94.9, 147.9, 273.6, 127.9 y 203.6 g i.a. ha^{-1} para las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21, respectivamente; mientras que para *B. napus* fue de 87.7 g i.a. ha^{-1}. La poblacion 4 y *B. napus* respondieron de manera similar al fluroxipir. Las poblaciones con ED_{50} altos fueron 8 y 21, con un FR de 2.9 y 2.1, respectivamente, mientras que las poblaciones 7 y 12 presentaron valores de FR menores a 2 (Tabla 6) por lo que en estas últimas resultaron sensibles (Figura 5).

Hubo una reduccion de peso fresco significativa al aplicar herbicidas auxínicos pero las plantas continuaron vivas a dosis superiores a la de campo, indicando resistencia a los herbicidas evaluados. Debido a esto se evaluó la mortalidad y se determinaron los verdaderos valores de resistencia, ya que estas plantas florecieron y produjeron semillas a pesar de que la reducción de peso fresco fue significativa.

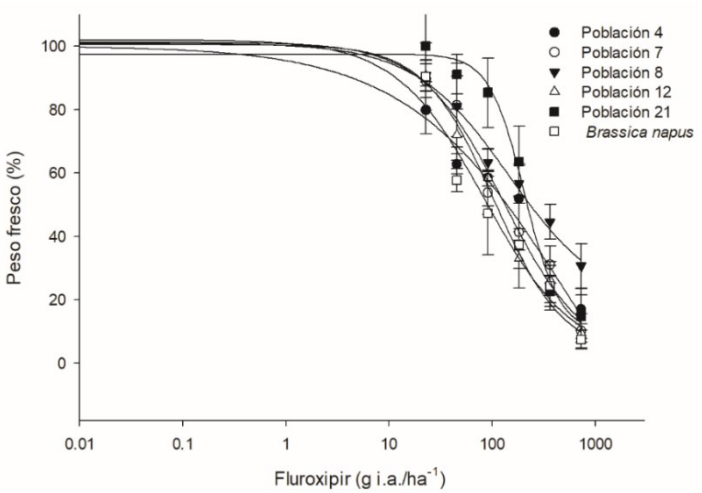


Figura 5. Curvas de dosis-respuesta para reduccion de peso fresco al 50% (ED_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* para fluroxipir*.*

Curvas de dosis respuesta para mortalidad

Las curvas de dosis respuesta permitieron estimar la dosis necesaria para causar la mortalidad del 50% (DL_{50}) de las poblaciones de *Brassica* en todos los herbicidas. La poblacion 4 se siguio utilizando como poblacion sensible para todos los tratamientos, así como *B. napus*.

Los factores de resistencia (FR) de acuerdo con el LD_{50} para prosulfuron fueron mayores a 55, en las poblaciones 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* (Tabla 5), comparadas con la población sensible. Los DL_{50} de estas poblaciones fueron 333.1, 463.8, 297.3 y 425.7 g i.a. ha^{-1}, respectivamente. A la dosis de 22.8 g i.a. ha^{-1} (dosis de campo) las poblaciones 7, 8, 12 y 21 tuvieron un crecimiento mayor de la parte aérea comparado con el testigo sin tratamiento. En la población 4, algunas plantas murieron incluso a la dosis de 5.7 g i. a. ha^{-1}, por lo que DL_{50} fue de 5.4 g i. a. ha^{-1}. El DL_{50} para *Brassica napus* fue de 7.41 g i. a. ha^{-1} (Figura 6), muy cercano al de la población 4 de *B. rapa*.

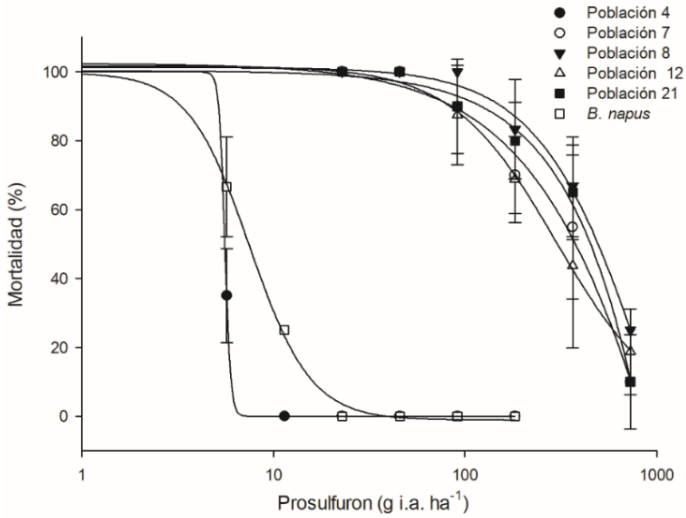


Figura 6. Curvas de dosis-respuesta de la dosis letal 50% (DL_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* tatadas con prosulfuron.

Tabla 5. Valores de la curva de dosis respuesta de la dosis letal 50 (DL_{50}) y factores de resistencia (FR) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus* a cinco herbicidas.

Herbicida	Población	d	b	DL_{50} (g i.a. ha^{-1})[a]	*P*-value	FR
Prosulfuron	Población 4	100.0	10.0	5.4±1.2	<0.001	-
	Población 7	99.7	1.9	333.1±26.4	<0.001	61.7
	Población 8	100.1	2.2	463.8±40.4	<0.001	85.9
	Población 12	101.6	1.6	297.3±28.1	<0.001	55.0
	Población 21	96.1	3.1	425.7±25.6	<0.001	83.8
	B. napus	99.7	2.8	7.41±0.6	<0.001	1.4
Sigma Forte[b]	Población 4	100.0	7.4	420.2±20.0	<0.001	-
	Población 7	101.2	2.8	25869.0±1294.3	<0.001	61.6
	Población 8	100.0	5.1	35456.2±2164.0	<0.001	84.4
	Población 12	101.0	2.7	28346±2171.7	<0.001	67.4
	Población 21	100.4	6.6	17625.4±1288.8	<0.001	41.9
	B. napus	99.9	5.1	503.3±40.4	<0.001	1.2
2,4-D	Población 4	101.2	2.7	142.1±10.3	<0.001	-
	Población 7	100.2	3.9	782.4± 44.1	<0.001	5.5
	Población 8	102.9	2.3	358.6±25.7	<0.001	2.5
	Población 12	97.9	4.5	988.7±55.2	<0.001	6.9
	Población 21	103.0	2.4	437.1±50.0	<0.001	3.1
	B. napus	97.5	8.3	277.0±22.4	<0.001	1.9
Dicamba	Población 4	105.1	1.8	116.2±14.1	<0.001	-
	Población 7	98.8	9.4	867.2±28.8	<0.001	7.5
	Población 8	96.8	5.4	842.5 ±33.8	<0.001	7.2
	Población 12	97.6	6.7	871.1±27.2	<0.001	7.5
	Población 21	99.2	2.0	287.7±31.9	<0.001	2.5
	B. napus	102.0	3.6	365.0±20.4	<0.001	3.1
Fluroxipir	Población 4	99.0	3.5	191.5±9.5	<0.001	-
	Población 7	99.1	5.7	380.5±9.4	<0.001	2.0
	Población 8	100.4	3.3	570.4±21.8	<0.001	3.0
	Población 12	100.4	4.8	404.8±13.3	<0.001	2.1
	Población 21	100.4	4.8	404.8±31.3	<0.001	2.1
	B. napus	102.9	2.7	182.3±17.7	<0.001	0.9

[a]ml de p. c. ha^{-1} para Sigma Forte, [b] mesosulfurón-metil (10 g i. a. L^{-1}) + iodosulfurón metil sodio (2 g i. a. L^{-1}).

Para Sigma Forte, los FR estimados fueron mayores a 41; es decir, las poblaciones 7, 8, 12, 21 son > 41 veces más resistentes (Tabla 5), para estas poblaciones los valores de DL_{50} fueron de 25869.0, 35456.2, 28346 y 17625.4 ml de p. c. ha^{-1}, respectivamente (Tabla 5). Se observó que hubo un mayor desarrollo de las plantas de las poblaciones, 7, 8, 12 y 21 a la dosis de campo de 1250 ml de p. c. ha^{-1}. En la población 4 las plantas mueren a la dosis de 625 ml p.c. ha^{-1} dando una DL_{50} de 420.2 ml de p. c. ha^{-1}, mientras que en *B. napus* la muerte de la totalidad de las plantas se observó hasta la dosis de 1250 ml de p. c. ha^{-1} (la dosis comercial); mientras que su DL_{50} fue de 503.3 (figura 7, tabla 5). La dosis recomendada de Sigma Forte en su etiqueta es de 1250 a 1500 ml de p. c. ha^{-1}, en trigo y de 1000 ml de p. c. ha^{-1} en cebada.

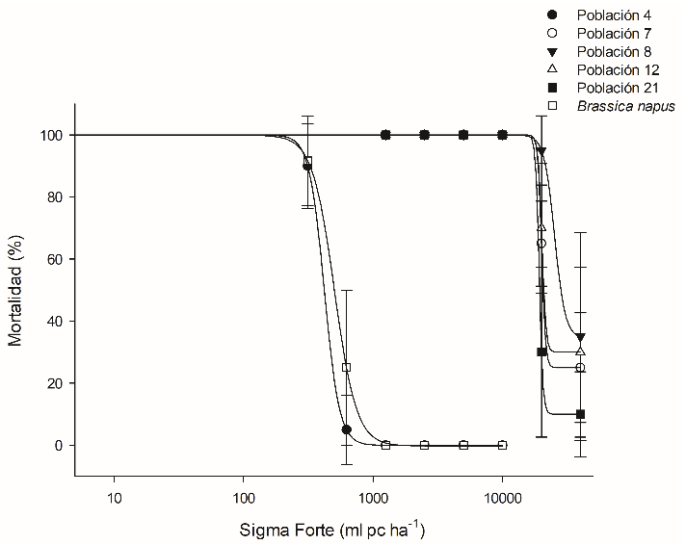


Figura 7. Curvas de dosis-respuesta para el porcentaje de mortalidad al 50% (DL_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* para Sigma Forte*.*

En los tratamientos con 2,4-D, las poblaciones 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* mostraron FR superiores a 2; con valores de DL_{50} de 782.4, 358.6, 988.7 y 437.1 g i. a. ha^{-1}, respectivamente (Tabla 5). Las poblaciones 7, 8, 12 y 21 sobrevivieron a la dosis de campo (718 g i.a. ha^{-1}) y su crecimiento disminuyó por efecto del herbicida, pero aún continuaron vivas; es decir desarrollando brotes nuevos. La población 12 fue la única que sobrevivió a dosis de 1436 g i. a. ha^{-1}. En la población 4 se observó la muerte de las plantas con cantidades de ingrediente activo por debajo de la dosis de campo, dando un DL_{50} de 142.1 g i. a. ha^{-1}. La DL_{50} para *Brassica napus* fue de 277.0 g i. a. ha^{-1} (Figura 8), ligeramente por encima de la población 4, pero todas las plantas murieron.

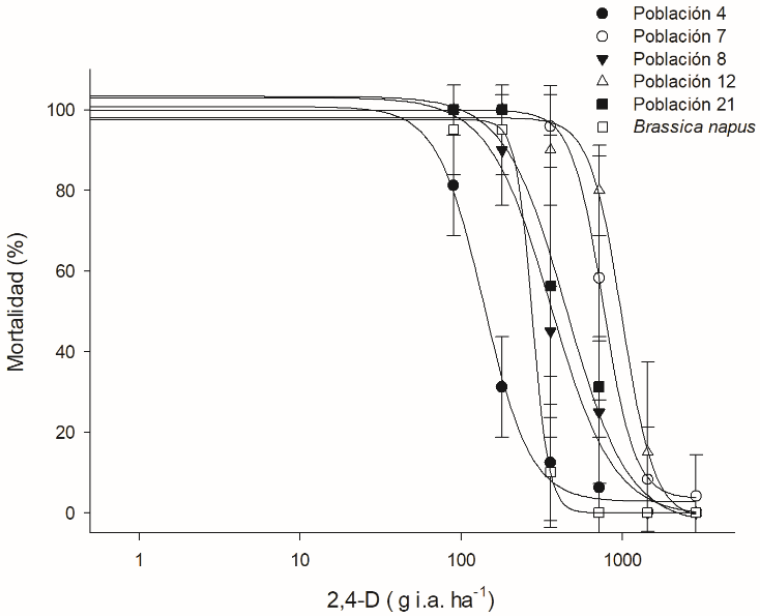


Figura 8. Curvas de dosis-respuesta para el porcentaje de mortalidad al 50% (DL_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B.rapa* y *B. napus* tratadas con 2,4-D.

Los FR para para los tratamientos con dicamba fueron mayores a 2 en las poblaciones, 7, 8, 12 y 21 y los valores de DL_{50} de 867.2, 842.5, 871.1 y 287.7 g i. a. ha^{1}, respectivamente (Tabla 5). A la dosis de 192 g i. a. ha^{-1} (dosis de campo), las poblaciones 7, 8, 12 y 21 no mostraron diferencias de desarrollo con el testigo. Mientras que en la población 4 el desarrollo de las plantas se vio afectado a dosis de campo, y se obtuvo un DL_{50} de 116.2 para esta población. En el caso de *B. napus* se obtuvo un DL_{50} de 365.0 g i. a. ha^{-1} (Figura 9), y un FR de 3.1 que fue incluso mayor al de la población 21 de *B. rapa*, sin diferencias importantes, pero las plantas sobrevivieron.

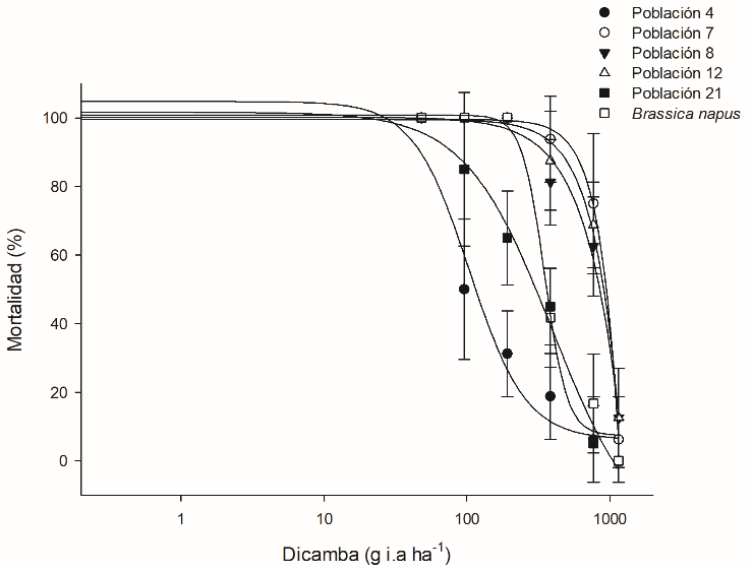


Figura 9. Curvas de dosis-respuesta para el porcentaje de mortalidad al 50% (DL_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus* para dicamba.

En los tratamientos con fluroxipir, las poblaciones 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* mostraron FR de 2.0, 3.0, 2.1 y 2.1, respectivamente, y de DL_{50} de 380.5, 570.4, 404.8 y 404.8 g i. a. ha^{-1}, respectivamente (Tabla 5). La respuesta a la dosis de 182 g i. a. ha^{-1} (dosis de campo) de las poblaciones 7, 8, 12 y 21 no fue diferente con sus testigos sin tratamientos. La población 4 fue sensible a la dosis de campo dando un DL_{50} 191.5 g i. a. ha^{-1}. La DL_{50} para *Brassica napus* fue de 182.3 g i. a. ha^{-1} (Figura 10, tabla 5).

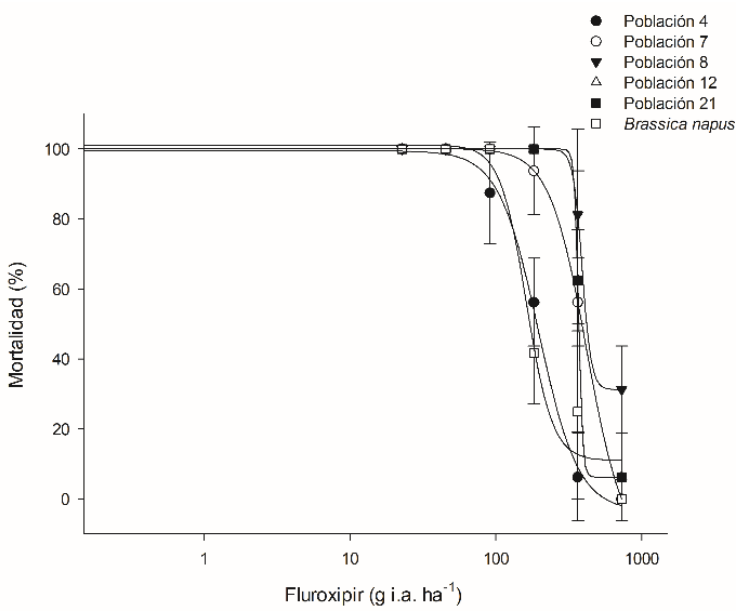


Figura 10. Curvas de dosis-respuesta para el porcentaje de mortalidad al 50% (DL_{50}) de las poblaciones 4, 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa* y *B. napus* para fluroxipir.

En las pruebas de selección de resistencia realizadas sobre las 21 poblaciones de *Brassica rapa* en este estudio, se evidenció que el glifosato fue el único herbicida que controla adecuadamente a todas las poblaciones de *B. rapa* estudiadas a la dosis de campo (726 g i.a. ha^{-1}). Aunque en los Valles Altos (Tlaxcala, México), Domínguez-Valenzuela et al. (2023) encontraron dos poblaciones que mostraron índices de resistencia 2.7 y 3.5 a glifosato, lo que demuestra que la resistencia a este herbicida no se encuentra ampliamente distribuida en la región, si no en zonas muy localizadas, a las cuales hay que atender para prevenir su distribución. En el caso de los herbicidas inhibidores de ALS, prosulfuron y la formulación comercial de mesosulfuron metil + iodosulfuron metil sodio (Sigma Forte) las poblaciones de *B. rapa* resistentes mostraron una respuesta diferenciada a la dosis de campo (22.8 g i. a. ha^{-1} y 12.5 + 2.5 g i. a. ha^{-1}, respectivamente), donde las poblaciones 1, 4, 5, 9 y 20 fueron controladas de forma satisfactoria, mientras que las 16 poblaciones restantes sobrevivieron. Con Sigma Forte, la población 12 mostró un desarrollo mayor que el testigo y con prosulfuron las poblaciones 8, 12 y 13 tuvieron un peso fresco superior al 100%, comparado con un testigo sin herbicida. Este fenómeno se conoce en la literatura como efecto hormesis, que provoca una mayor cantidad de brotes y biomasa aumentando la actividad fotosintética y producción de aminoácidos y proteínas que las plantas que no han sido sometidas a algún tipo de estrés, que en este caso es debido a la aplicación de herbicidas (Belz & Duke, 2014; Milosevic & Knezevic, 2024). Este fenómeno puede influir de manera significativa en el desarrollo de resistencia, al estimular también el desarrollo de una floración temprana y un aumento en la producción de semillas, las cuales producirán individuos más vigorosos y con menor sensibilidad a herbicidas inhibidores de ALS, reduciendo con el tiempo, la cantidad de individuos susceptibles dentro de una población (Belz & Duke, 2014; Dalley & Jr., 2010; Silva et al., 2016; Stankiewicz-Kosyl et al., 2024).

Los herbicidas imitadores de auxinas (fluroxipir y 2,4-D) evidenciaron variabilidad en su respuesta entre ellos. Fluroxipir no controló ninguna de las poblaciones, indicando que la resistencia está ampliamente distribuida en la zona, lo cual había sido reportado por Domínguez-Valenzuela et al., (2023) y Moreno Sánchez, (2024), en donde también se presentó resistencia a este ingrediente activo. Para el caso de 2,4-D, las respuestas fueron variables, donde las poblaciones 1, 3, 4, 5, 9, 13, 15, 18 y 19 se controlaron efectivamente, pero las poblaciones 2, 6, 10, 11, y 16 sólo mostraron un peso fresco 10-25% con respecto a al testigo; mientras que las poblaciones 7, 8, 12, 14, 17, 20 y 21 rindieron mayor peso fresco (34-63%), en donde las plantas fueron afectadas, pero no murieron, confirmando la resistencia a estos dos herbicidas.

Los ensayos de dosis respuesta de las poblaciones seleccionadas de *Brassica rapa* (7, 8, 12 y 21) tratadas con prosulfuron, mostraron altos FR (20.5-28.9) respecto al peso fresco (ED_{50}), mientras que para la dosis que mata al 50% la población (DL_{50}), el FR fue de 55-85.9, con respecto a la población sensible. De acuerdo con estos datos las poblaciones reducen su peso al 50%, a la dosis de 121-170 g i. a. ha^{-1}, pero las dosis que causan el 50% de la mortalidad de las poblaciones es de 297- 463 g i. a. ha^{-1}, lo cual es muy relevante, pues la dosis de campo es de 22.8 g i. a. ha^{-1}. Por lo que se confirma la resistencia a prosulfuron de estas poblaciones con niveles muy altos. Esta situación se presentó de manera similar con Sigma Forte, ya que los FR con ED_{50} fueron desde 18.6-70.7, y con la DL_{50} el FR fluctuó de 41.9-84.4. En la región la alta dependencia de estos herbicidas para el manejo de malezas como *B. rapa* ha provocado altos índices de resistencia en las poblaciones, por la alta presión de selección que los herbicidas inhibidores de ALS ejercen, resultando en un problema de resistencia que se expande año tras año (Tranel et al., 2002).

En las pruebas de dosis-respuesta para los herbicidas auxínicos (2,4-D, dicamba y Fluroxipir) los FR para ED_{50} fueron bajos. Con 2,4-D los FR fueron los más altos (población 12 y 7), pero para la población 21 el FR fue sólo de 1.2, considerando a esta como sensible. Por otro lado, dicamba y fluroxipir mostraron FR bajos con la ED_{50}, fluctuando de 1.2 hasta 2.9, pero con un comportamiento similar a las poblaciones tratadas con 2,4-D. Sin embargo, al momento de estimar DL_{50}, donde los FR fueron superiores a 2, no se descarta la presencia de resistencia a estos tres herbicidas, ya que estas plantas sobrevivieron y completaron su ciclo bilógico a dosis superiores a la recomendada (Heap, 2025). En comparación con otros mecanismos de acción más recientes como los ALS donde se ha informado 731 casos de malezas reportadas como resistentes, en el grupo de los imitadores de auxina solo se han confirmado 90 casos de resistencia (Heap, 2024). Este bajo número de casos de resistencia se puede atribuir a varios factores, como la rara expresión de genes que confieren resistencia, o un efecto letal en la planta, por la expresión de estos genes. Por otro lado, también se atribuye al costo de desarrollo del individuo (fitness) que le ocasionaría la expresión de un gen de resistencia, disminuyendo altura de la planta, área foliar, rendimiento de semillas y la capacidad competitiva (Mithila et al., 2011).

En este trabajo se evidenció que el uso de glifosato, antes de la siembra es una buena alternativa para disminuir las poblaciones de *B. rapa* en la zona de estudio; sin embargo, su uso debe ser muy cuidadoso ya que se ha informado de la resistencia de esta especie a glifosato en Tlaxcala, México (Domínguez-Valenzuela et al., 2023). Se necesita implementar otras estrategias, como utilizar otros herbicidas con otros mecanismos de acción como son los preemergentes. En otros países como Argentina se

han realizado evaluaciones de herbicidas preemergentes donde se destacan ingredientes activos como metribuzin y flumioxazina, los que pueden ejercer un buen control de malezas cereales, aunque pueden ser fitotóxicos y se deben manejar con mucha precaución (Scilipoti, 2021). Otro estudio realizado en la India indica que la pendimetalina + metribuzin presentan un buen desempeño para el control de malezas de hoja ancha en estos cultivos (Jitender et al., 2022) aunque se necesitan hacer las evaluaciones de eficacia y viabilidad pertinentes antes de ser aplicados, mejorando las técnicas de siembra compatibles con el uso de herbicidas preemergentes.

CONCLUSIONES

El glifosato controla adecuadamente a todas las poblaciones de *B. rapa* evaluadas a la dosis de campo (720 g i.a. ha^{-1}). Por lo que podría ser una alternativa de control para esta maleza con una aplicación en preesiembra al cultivo y así lograr una disminución del banco de semillas.

Se demostró la presencia de resistencia a los herbicidas inhibidores de ALS (Sigma Forte y prosulfuron) y a los imitadores de auxinas (2,4-D, dicamba y fluroxipir) en las poblaciones 7, 8, 12 y 21 de *B. rapa*. También se evidencio la resistencia múltiple a los dos grupos de herbicidas evaluados. Las cuatro poblaciones también presentaron resistencia cruzada en los imitadores de auxinas a las familias de los fenoxicarboxilatos, piridincarboxilatos y benzoatos.

AGRADECIMIENTOS

Candelario Palma-Bautista (CVU 871332) agradece la beca otorgada bajo el programa de Estancias Postdoctorales por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

BIBLIOGRAFÍA

Abbate P.E. (2017). *Bases ecofisiológicas del manejo del cultivo de trigo en la región pampean* (Divito G.A. & Garcia F.O., Eds.; 1st ed.). Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. https://www.researchgate.net/publication/320465255_Bases_ecofisiologicas_del_manejo_del_cultivo_de_trigo_en_la_region_pampeana

Belz, R. G., & Duke, S. O. (2014). Herbicides and plant hormesis. *Pest Management Science*, *70*(5), 698–707. https://doi.org/10.1002/PS.3726

Dalley, C. D., & Jr., E. P. R. (2010). Herbicides as Ripeners for Sugarcane. *Weed Science*, *58*(3), 329–333. https://doi.org/10.1614/WS-D-09-00001.1

Domínguez-Valenzuela, J. A., Palma-Bautista, C., Vázquez-García, J. G., Yanniccari, M., Gigón, R., Alcántara-de la Cruz, R., De Prado, R., & Portugal, J. (2023). Convergent Adaptation of Multiple Herbicide Resistance to Auxin Mimics and ALS- and EPSPS-Inhibitors in *Brassica rapa* from North and South America. *Plants 2023, Vol. 12, Page 2119*, *12*(11), 2119. https://doi.org/10.3390/PLANTS12112119

Galon, L., Basso, F. J. M., Forte, C. T., Bagnara, M. A. M., Gallina, A., Aspiazú, I., Radünz, A. L., Perin, G. F., & Brunetto, L. (2022). Weed interference period and economic threshold level in barley. *Journal of Plant Protection Research*, *62*(1), 33–48. https://doi.org/10.24425/JPPR.2022.140295

Hafner, R. (1990). Fast Plants—Rapid-Cycling Brassicas. *American Biology Teacher*, *52*(1), 40–46. https://doi.org/10.2307/4449022

Heap I. (2025). Criteria for Confirmation of Herbicide-Resistant Weeds with specific emphasis on confirming low level resistance. *Herbicide Resistance Action Comitte*. https://hracglobal.com/herbicide-resistance/confirming-resistance#:~:text=Resistance%20confirmation%20using%20accepted%20procedures,-Before%20declaring%20a&text=The%20preferred%20test%20for%20initial,and%20susceptible%20weeds%20for%20comparison.

Juan, V. F., Núñez Fré, F. R., Saint-André, H. M., & Fernández, R. R. (2021). Responses of 2,4-D resistant *Brassica rapa* L. biotype to various 2,4-D formulations and other auxinic herbicides. *Crop Protection*, *145*, 105621. https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2021.105621

Juan V.F., Fré F.N., & Rubione C.G. (2021). *Nabo Silvestre – Maleza en foco*. https://www.malezaenfoco.com/resistencia-a-herbicidas/malezas-resistentes/nabo-silvestre/

Juan V.F., Núñez Fre F.R., Saint André H.M, & Fernández R.R. (2018). Sensibilidad a herbicidas de un biotipo de Brassica L. naturalizado en el centro de la provincia de Buenos Aires. *Memorias del II Congreso Argentino de Malezas (ASACIM)*, 4–15. https://asacim.org.ar/wp-content/uploads/2024/09/Malezas2-JUAN-ETAL-dic2019.pdf

Mahajan, G., Hickey, L., & Chauhan, B. S. (2020). Response of Barley Genotypes to Weed Interference in Australia. *Agronomy 2020, Vol. 10, Page 99*, *10*(1), 99. https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10010099

Milosevic, L., & Knezevic, S. Z. (2024). Revisiting dose-response: concepts of hormesis, toxicological thresholds and data analysis. *Weed Technology*, *38*, e80. https://doi.org/10.1017/WET.2024.44

Moreno Sánchez, L. A. (2024). *Resistencia de mostaza (Brassica rapa L.) a herbicidas en cereales en Tlaxcala*. Universidad Autónoma Chapingo.

Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, *144*(1), 31–43. https://doi.org/10.1017/S0021859605005708

Pandolfo, C., Presotto A.D., Carbonell T.F., Ureta S., Poverene M., & Cantamutto M. (2015). Detección del transgén GT73 de resistencia a glifosato en poblaciones naturales de *Brassica napus* y *B. rapa*. *XLIV Congreso Argentino de Genética*. https://www.academia.edu/99392670/Detecci%C3%B3n_del_transg%C3%A9n_GT73_de_resistencia_a_glifosato_en_poblaciones_naturales_de_Brassica_napus_y_B_rapa

Ritz, C., Baty, F., Streibig, J. C., & Gerhard, D. (2015). Dose-Response Analysis Using R. *PLOS ONE*, *10*(12), e0146021. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0146021

SIAP. (2023). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Reporte de Producción Agrícola Anual. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Silva, F. M. L., Duke, S. O., Dayan, F. E., & Velini, E. D. (2016). Low doses of glyphosate change the responses of soyabean to subsequent glyphosate treatments. *Weed Research*, *56*(2), 124–136. https://doi.org/10.1111/WRE.12189

Stankiewicz-Kosyl, M., Wińska-Krysiak, M., Wrochna, M., Haliniarz, M., & Marcinkowska, K. (2024). Regional diversity of the ALS gene and hormesis due to tribenuron-methyl in Centaurea cyanus L. *Scientific Reports 2024 14:1*, *14*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-024-76345-6

Tranel, P. J., Wright, & Terry R. (2002). Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science*, *50*(6), 700–712. https://doi.org/10.1614/0043

USDA. (2023). *Production | USDA Foreign Agricultural Service*. Crops Production. https://fas.usda.gov/data/production?commodity=almonds

Vibrans H. (2009, July 16). *Brassica rapa - ficha informativa*. CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassica-rapa/fichas/ficha.htm

Summary: SENSITIVITY OF *BRASSICA RAPA* FROM HIDALGO AND TLAXCALA TO AUXINIC HERBICIDES, ALS INHIBITORS AND EPSPS. *Brassica rapa* L. is a weed problem in maize, wheat and barley in the highlands of Mexico. The objective was to determine herbicide resistance in 21 populations collected in Hidalgo and Tlaxcala, as well as to quantify the level of resistance in some of them. ALS inhibitors (prosulfuron and mesosulfuron+iodosulfuron), auxin mimics (2,4-D, dicamba and fluroxypyr) and EPSPS inhibitors (glyphosate) were applied at field rates. No population survived to glyphosate. Populations 1, 4, 5, 9 and 20 were sensitive to mesosulfuron+iodosulfuron and prosulfuron, while all survived fluroxypyr. Populations 7, 8, 11, 12, 14, 17, 20 and 21 survived 2,4-D. Dose response curves were performed on populations 7, 8, 12 and 21, using population 4 and *Brassica napus* as sensitive. Plants with 3-4 leaves were treated with increasing doses of prosulfuron, mesosulfuron+iodosulfuron, 2,4-D, fluroxypyr and dicamba. Fresh weight was recorded 28 days later to calculate the dose that reduces fresh weight by 50% (ED_{50}) and the mean lethal dose (LD_{50}). The ED_{50} values ranged from 5.9 to 170.3 g a.i. ha^{-1} for prosulfuron, from 323.0 to 22,846 ml p.c. ha^{-1} for mesosulfuron+iodosulfuron, between 126.5 and 844.0 g a.i. ha^{-1} for 2,4-D, 121.7-351.1 g a.i. ha^{-1} for dicamba, and 94.9-273.6 g a.i. ha^{-1} for fluroxypyr. The LD_{50} values ranged from 5.4-463.8 g a.i. ha-1, 420 2-35456.2 ml p.c. ha^{-1}, 142.1-988.7 g a.i. ha^{-1} , 116.2-871.1 g a.i. ha^{-1} and 182.3-570.4 g a.i. ha^{-1} for the same herbicides, respectively. It was confirmed that *B. rapa* populations 7, 8, 12 and 21 have cross-resistance and multiple resistance to ALS inhibitor and auxin mimic herbicides.
Keywords: Multiple resistance, wild mustard, dose-responses curves.

APLICACIÓN SECUENCIAL DE HERBICIDAS PRE PARA MANEJO DE MALEZAS EN MAÍZ (*Zea mays*). (Oral)

J. A. Domínguez-Valenzuela[1], C. Palma-Bautista[1]*, R. E. Ruiz-Romero[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
*candelariopalma@gmail.com

Resumen: El control de malezas en maíz (*Zea mays* L.) es importante para evitar pérdidas de rendimiento y recarga del banco de semillas al completar su ciclo. Aplicaciones secuenciales de herbicidas preemergentes (PRE) pueden utilizarse como estrategia de manejo para prolongar el control y reducir la dependencia de aplicaciones postemergentes (POST). Se evaluó la efectividad de herbicidas PRE aplicados en forma secuencial sobre malezas en maíz y se estudió su eficacia sobre gramíneas. En invernadero se probaron diez tratamientos sobre *Brachiaria plantaginea* y dos poblaciones resistentes de *Setaria adhaerens* (P5 y P9) a tembotrione. Los resultados mostraron que atrazina y simazina no controlaron a estas especies, mientras que prometrina, terbutrina, metolaclor, acetoclor, thiencarbazone + isoxaflutole, pendimetalina y tembotrione mostraron buen control, este último destacando pese a su recomendación en POST. En campo, tras una aplicación inicial de s-metolaclor + atrazina, secuencialmente en V6-V7 se aplicaron los tratamientos PRE: s-metolaclor + atrazina, acetoclor + atrazina, atrazina + metolaclor + mesotrione, petoxamida + atrazina, propisoclor + atrazina, isoxaflutole + thiencarbazone, tembotrione + atrazina, mesotrione + atrazina, tembotrione + diuron. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45 y 77 días después de la aplicación (DDA). Ningún tratamiento provocó fitotoxicidad y todos alcanzaron controles superiores al 90%, manteniendo la eficacia hasta la madurez fisiológica del cultivo. La aplicación en secuencia de herbicidas PRE, permite un manejo integral y seguro de malezas en maíz. Esta estrategia asegura altos niveles de control durante todo el ciclo, reduce recargas de bancos de semillas y facilita cosechas limpias.
Palabras clave: control residual, gramíneas anuales, dicotiledóneas problemáticas, periodo crítico de competencia.

INTRODUCCIÓN

La etapa más sensible del maíz a la competencia con malezas termina a los 40-45 días después de la emergencia; es decir en la etapa vegetativa V5-V6 (Bayer Crop Science, 2020). Al término de esta etapa, también conocida como el período crítico de competencia o periodo crítico de control (PCC) (Osipitan and Knezevic, 2018). En V6, tanto los órganos reproductivos y vegetativos del maíz ya se han diferenciado y solo falta

el crecimiento y llenado de todas las estructuras. Ese es el período en que varios herbicidas preemergentes (PRE) selectivos actúan sobre la comunidad de malezas dicotiledóneas y monocotiledones (Osipitan and Knezevic, 2018), retrasando la aplicación de herbicidas postemergentes (POST). Previo al cierre del cultivo V6-V8, una segunda emergencia de malezas puede provocar daños secundarios al cultivo (Hartzler, 2001; Bayer Crop Science, 2010), pero sobre todo recargar el banco de semillas, dificultar y contaminar la cosecha, por lo que es recomendable realizar prácticas mecánicas o químicas de control para evitar daños en rendimiento y cosecha.

Antes que la aplicación postemergente temprana en el ciclo del maíz, es recomendable la aplicación de herbicidas PRE con actividad residual (Bayer 2019; Hacault, 2022; Lancaster, 2023), mayormente en suelos con grandes bancos de semillas o la presencia de malezas resistentes o tolerantes a herbicidas (Lancaster, 2023; Junek, 2024). Cómo segunda aplicación previo al cierre del cultivo (V6-V8), se pueden aplicar de forma dirigida herbicidas residuales con actividad PRE o, en caso de malezas sensibles, herbicidas POST (Junek, 2024).

Brachiaria plantaginea, Setaria adhaerens y Setaria grisebachii se han mostrado como tolerantes a herbicidas inhibidores del FSII. Asimismo, poblaciones de *S. adhaerens* han evolucionado resistencia a tembotrione y mesotrione (Domínguez-Valenzuela et al, 2023), por lo que tratamientos PRE al momento de la siembra y después de V6, son recomendables para un manejo efectivo del complejo hasta el final del ciclo.

De primera opción PRE, herbicidas pertenecientes a la familia de las α-cloroacetamidas que inhiben ácidos grasos de cadenas muy largas del grupo 15 (s-metolaclor, acetoclor, propisoclor, petoxamida o dimetenamida) (Junek, 2024; Heap, 2025), con actividad sobre malezas dicotiledóneas y gramíneas que provienen de semillas y ciperáceas de semilla, suelen mantener un buen control hasta el final del PCC. De segunda opción PRE antes del cierre del cultivo, esos mismos herbicidas acompañados por inhibidores del fotosistema II (FSII) del grupo 5 (Heap, 2025) como atrazina y diuron; inhibidores de pigmentos (HPPD), grupo 27 (Heap, 2025) como tembotrione e isoxaflutole, pueden extender el control de malezas por al menos 45 días después de la siembra del maíz (Junek, 2024), controlando el complejo de malezas.

Los herbicidas α-cloroacetamidas tienen buena selectividad PRE al maíz, si la profundidad de siembra y las dosis son adecuadas al tipo de suelo y controlan malezas de hoja ancha, gramíneas y cyperáceas provenientes de semilla, además, la mezcla con herbicidas inhibidores del FSII (atrazina, terbutrina y diuron) extiende el período de control de malezas de hoja ancha (Junek, 2024). Por otra parte, los herbicidas inhibidores de HPPD de aplicación POST temprana como tembotrione, topramezone, tienen también un amplio espectro de control, siempre que no haya especies resistentes. Tanto los herbicidas α-cloroacetamidas, inhibidores de FSII, inhibidores de HPPD (tembotrione, topramezone, isoxaflutole) o ALS (thiencarbazone), exhiben una buena selectividad al maíz en aplicaciones dirigidas a la base del maíz, después del PCC y pueden prolongar el periodo de control hasta la madurez fisiológica del cultivo, facilitando la cosecha, sin contaminación y reduciendo la recarga de semillas en el suelo.

Bajo condiciones de invernadero, evaluar la actividad de 10 tratamientos de herbicidas preemergentes para el control de *Brachiaria plantaginea* y dos poblaciones resistentes de *Setaria adhaerens* a tembotrione.

En condiciones de campo, evaluar tratamientos PRE en maíz después del PCC, fue encontrar opciones residuales no fitotóxicas al maíz que permitan una cosecha fácil y

libre de contaminantes, a la vez que se reduce la recarga del banco de semillas en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento en invernadero

Semillas maduras de *Brachiaria plantaginea* colectadas en 2024 en Chapingo y dos poblaciones de *Setaria adhaerens* colectadas en Guanajuato en 2022, se sembraron en macetas de 11 cm de altura x 14 cm de diámetro, a razón de 20 semillas de *B. plantaginea* y *S. adhaerens* (5 y 9), para evaluar la actividad PRE de 10 tratamientos en preemergencia, bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las semillas se sembraron en un suelo franco-arenoso a 1 cm de profundidad. Inmediatamente después de la siembra se aplicaron los tratamientos descritos en la tabla 1, utilizando una aspersora manual de mochila con manómetro y calibrada para aplicar un volumen de 200 L ha^{-1}, con boquilla Teejet 8002EVS, a una presión de 40 psi.

A los 21 días después de la aplicación (dda) se registraron el número de plantas, altura y peso fresco de la parte aérea. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias con la prueba de Tukey (0.05) con el programa estadístico R-Software Versión 4.4.3.

Tabla 1. Tratamientos en preemergencia en poblaciones de *B. plantaginea* y *S. adhaerens* (P5 y P9).

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis aplicadas (P. C. ha^{-1})
Testigo	—	0
Prometrina	Gesagard	1.5 L
Atrazina	Gesaprim Calibre 90	1.5
Atrazina + Terbutrina	Gesaprim Combi	4 L
Metolaclor	Dual Gold	1 L
Acetoclor	Harness	1 L
Simazina	Simanex	2 L
Isoxaflutole + thiencarbazone	Adengo	300 ml
Pendimetalina	Prowl H2O	2.5L
Tembotrione	Laudis	300 ml

P. C.= producto comercial

Experimento de campo

El 23 de abril de 2025 se sembró el híbrido Asgrow Z60 para grano, blanco, de ciclo intermedio-precoz, con 225-245 días a cosecha, apropiado para Valles Altos (Asgrow, S/F), a 4 cm de profundidad, 0.8 m entre surcos y 9.4 plantas por metro lineal (117,500

plantas ha^{-1}). Al momento de la siembra se fertilizó con 180 kg de fosfato de amonio (18-46-00) y en V6 con 150 kg de sulfato de amonio (21% N).

Localización.

El experimento se estableció en el lote X-17 (Xaltepa-17) del campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (Coordenadas de sur a norte: N 19º 29.5515' y O 98º 52.9373'; N 19º 29.6752' y O 98º 53.1113'; N 19º 30.0515' y O 98º 52.2134'; N 19º 29.6654' y O 98º 52.5794') en un suelo franco arenoso con pH 7.11 y 2.18% de materia orgánica (Ramos-Méndez, 2000). La preparación del terreno consistió en un paso de rastra cruzada, barbecho, rastreo y surcado a 0.8 m, de sur a norte.

Tratamiento inicial en PRE.

Después de la siembra se aplicó el herbicida Primagram Gold en dosis de 4 L ha^{-1} (producto comercial) que es una mezcla de s-metolaclor + atrazina, con una aspersora manual de mochila con boquilla Teejet XR11003 VS, a 40 psi y un volumen de 302 L ha^{-1}. Inmediatamente después de la siembra se aplicó un riego ligero por aspersión para provocar la germinación del cultivo y maleza, repitiéndolo 7 y 14 días después, hasta alcanzar la etapa V6-V7. Posteriormente no hubo necesidad de regar, pues se estableció el temporal de lluvias.

Tratamientos en POST al maíz (V6-V7), PRE a maleza:

En etapa V6-V7, se realizó un deshierbe manual para eliminar las escasas malezas emergidas hasta el momento, principalmente *Simsia amplexicaulis* y *Oxalis latifolia*. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos de la tabla 2, el 4 de junio de 2025, con una aspersora manual de mochila con boquilla Teejet TK-VP2, 286 L ha^{-1}, a 40 psi, dirigida a la base de la planta, logrando una buena cobertura sobre el surco.

Tabla 2. Tratamientos aplicados en etapa V6-V7 en maíz Asgrow Z60 el 4 de junio de 2025.

Tratamiento	Producto comercial	Dosis (L p. c. ha^{-1})	Dosis (g i.a. ha^{-1})
Testigo sin control	---	---	---
Atrazina + s-metolaclor	Primagram Gold	4.0 L	1.496 + 1.160
Acetoclor + atrazina	Harness Extra	3.0 L	1.548 + 0.612
Atrazina + metolaclor + mesotrione	Lumax Gold	4.0 L	1.192 + 0.448 + 0.120
Petoxamida + atrazina	Asgard + Gesaprim Calibre 90 GDA	2.5 L + 1.1 kg	1400 + 990
Propisoclor+ atrazina	Proponit + Gesaprim Calibre 90 GDA	1.0 L + 1.1 kg	720 + 990
Isoxaflutole + Thiencarbazone	Adengo	300 ml	67.5 + 27.0
Tembotrione + Atrazina	Laudis + Gesaprim Calibre 90 GDA	300 ml + 1.1 kg	124.5 + 900
Mesotrione + Atrazina	Callisto Xtra	2.0 L	120 + 767.2
Tembotrione + Diuron	Laudis + Karmex	200 ml + 750 g	83 + 600

p. c.=producto comercial; i.a.=ingrediente activo

Los tratamientos se arreglaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, con unidades consistentes en 4 surcos a 0.8 m y 4 m de largo, con 10 plantas por m lineal (Figura 1).

N

3	10	5
6	6	10
5	4	2
7	2	5
1	8	7
8	3	4
2	9	1
10	7	3
9	5	6
4	1	8

Figura 1. Distribución de tratamientos en campo. Lote X-17, Campo Agrícola Experimental.

Se evaluaron el porcentaje de fitotoxicidad al cultivo y los porcentajes de cobertura de malezas total y por especie a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda), obteniendo los porcentajes de control total y para las principales especies presentes en todas las unidades experimentales. La fitotoxicidad se estimó en función de los síntomas que esas moléculas ocasionan sobre las plantas sensibles en aplicaciones POST. Los datos se sometieron a análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento en invernadero

Sólo los tratamientos con atrazina y simazina no lograron reducir significativamente la emergencia de *B. plantaginea* ni de *S. adhaerens*, bajo condiciones de invernadero. Sin embargo, prometrina tiene una gran efectividad sobre las tres poblaciones, aun cuando es también un inhibidor del FSII. Resultó relevante que tembotrione tiene una excelente actividad PRE sobre ambas especies (Figura 2). Era de esperar que la altura de planta fuese igualmente afectada por los tratamientos, en donde con las triazinas simétricas las tres poblaciones sobreviven, pero no con la prometrina (Figura 3).

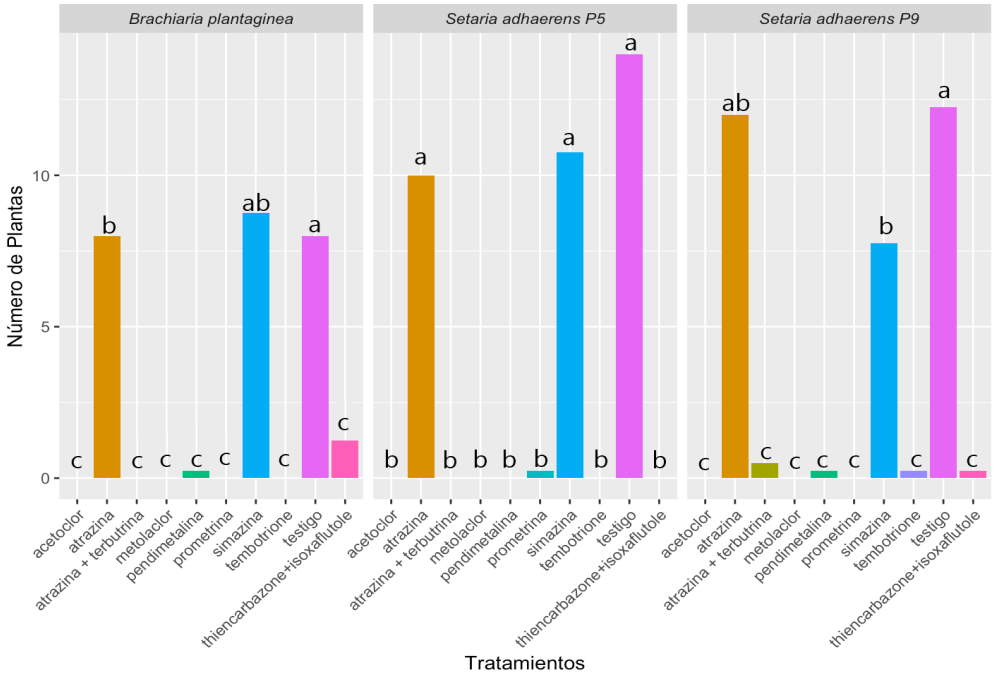


Figura 2. Emergencia de *B. plantaginea y las dos poblaciones de S. adhaerens,* bajo los diez tratamientos en PRE.

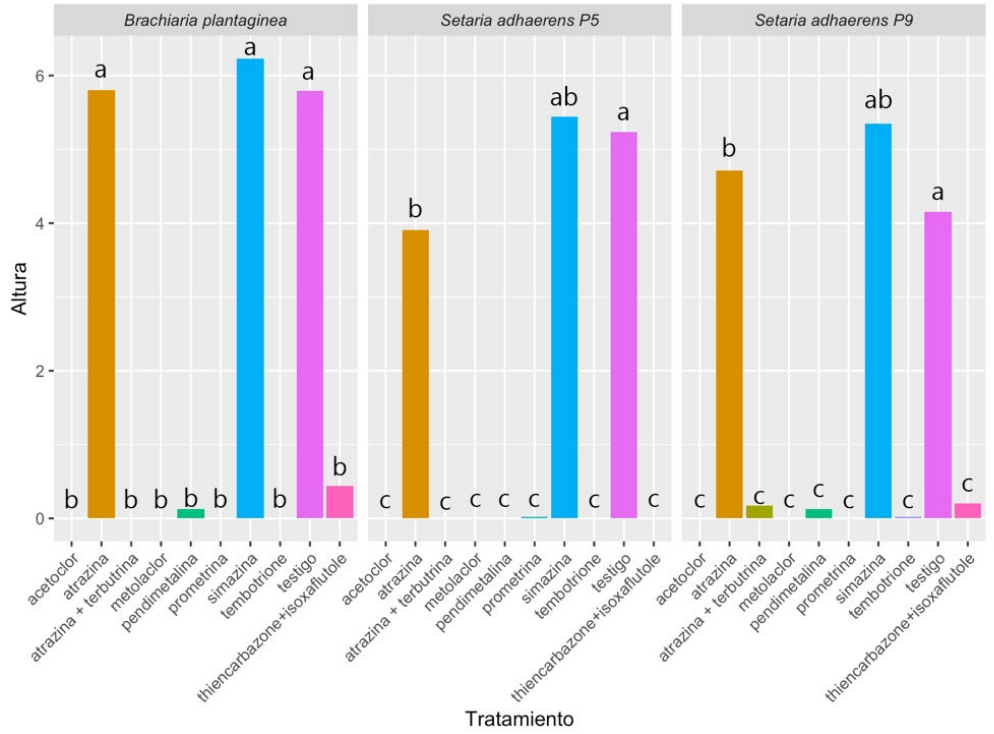


Figura 3. Altura de planta de *B. plantaginea* y las dos poblaciones de *S. adhaerens*, bajo los diez tratamientos en PRE.

Es evidente que los únicos herbicidas que no controlan en PRE a *Brachiaria* y *Setaria* son atrazina y simazina, dos cl-triazinas simétricas inhibidoras del FSII; mientras que prometrina y terbutrina, s-triazinas simétricas, resultaron muy efectivas, al igual que el resto de los herbicidas. En la mezcla de atrazina + terbutrina, es evidente que s-terbutrina es el herbicida que ejerce el control, al reducir casi por completo la emergencia y el crecimiento de las tres poblaciones de pastos (Figuras 2 y 4).

Por otra parte, todos los tratamientos controlan adecuadamente a los pastos estudiados, incluidos prometrina sola. La mezcla de atrazina con s-metolaclor y terbutrina tiene el objetivo de controlar malezas de hoja ancha, por lo que se justifica su uso. Tanto atrazina como simazina no son una buena opción cuando hay infestaciones de estos pastos, pues solamente controlarían malezas dicotiledóneas. Terbutrina y prometrina son moléculas que controlan adecuadamente a estos dos pastos, por lo que su uso en campo sería adecuado en donde hay abundancia de estas especies.

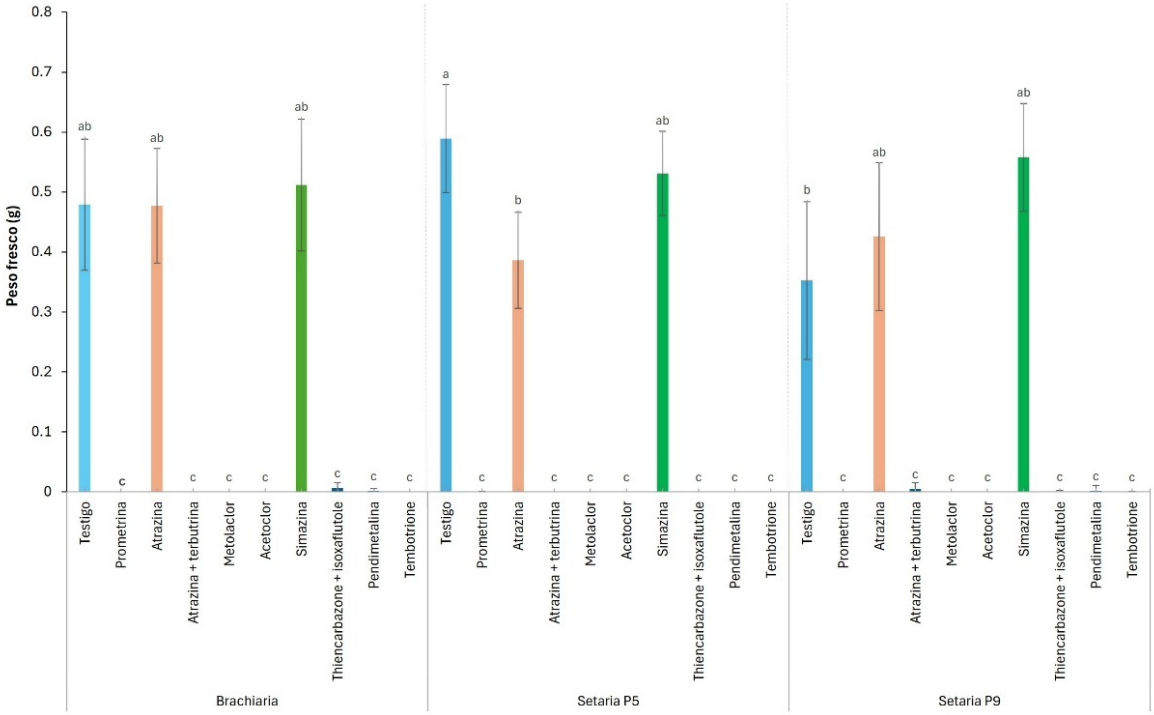


Figura 4. Peso fresco de planta de *B. plantaginea* y las dos poblaciones R de *S. adhaerens*, bajo los diez tratamientos en PRE.

Experimento de campo

Principales malezas. En parcelas aledañas al experimento, la gramínea más abundante fue *Brachiaria plantaginea; en menor proporción se encontraron a Setaria grisebachii* y *Eleusine multiflora*, y pequeños manchones dispersos de *Cynodon dactylon*. *Cyperus esculentus* se encontró en todas las UE. Dentro de las dicotiledóneas, *Simsia amplexicaulis* y *Oxalis latifolia*, fueron las más abundantes y presentes en todas las UE; otras, con menor presencia y distribución dispersa fueron *Solanum rostratum, Raphanus raphanistrum, Verbena bipinnatifida y Oenothera rosea; Convolvulus arvensis* estuvo presente en pequeños manchones dispersos.

Las especies que siempre estuvieron presentes en todas las UE después de la parcela experimental fueron *Simsia amplexicaulis, Oxalis latifolia* y *Cyperus esculentus*.

Fitotoxicidad de los tratamientos POST

Ninguno de los tratamientos de la segunda aplicación, mostró síntomas de fitotoxicidad en el maíz. Se debe considerar que todas las dosis utilizadas corresponden las más bajas de etiqueta (Tabla 2) y apropiadas para suelos de textura ligera.

Control de Malezas

Todos los tratamientos aplicados alcanzaron porcentajes de control total de malezas cercanos al 100% sin diferencias entre ellos, comparados con el testigo sin control (Figura 5). Lo anterior se logró desde la etapa V6-V7 del momento de aplicación hasta 45 dda. Por otra parte, el control de las malezas más prevalentes en el experimento (*Simsia amplexicaulis*, *Oxalis latifolia* y *Cyperus esculentus*), alcanzó porcentajes mayores a 90% en todos los tratamientos (Figura 3), demostrando que después de la primera aplicación después de la siembra, una segunda aplicación con estos tratamientos puede mantener al cultivo prácticamente libre de malezas hasta el momento de la cosecha.

A la madurez fisiológica (77 días después de la segunda aplicación y 125 días después de la siembra), una última evaluación del porcentaje de control total de malezas reveló un control total de malezas superior al 90%, con respecto al testigo sin control (Figura 6).

Finalmente, a la madurez fisiológica (125 días después de la siembra), todos los tratamientos mantuvieron un control superior al 90% (Figura 7), lo cual garantiza la mínima competencia de malezas con el cultivo y facilitando una cosecha limpia. El testigo sin control, como era de esperarse, terminó con una alta infestación de *S. amplexicaulis* y *Oxalis latifolia*. *O. latifolia* al final del ciclo fue severamente afectado por el hongo *Puccinia sorghi*, aunque la formación de las estructuras subterráneas ya se había alcanzado.

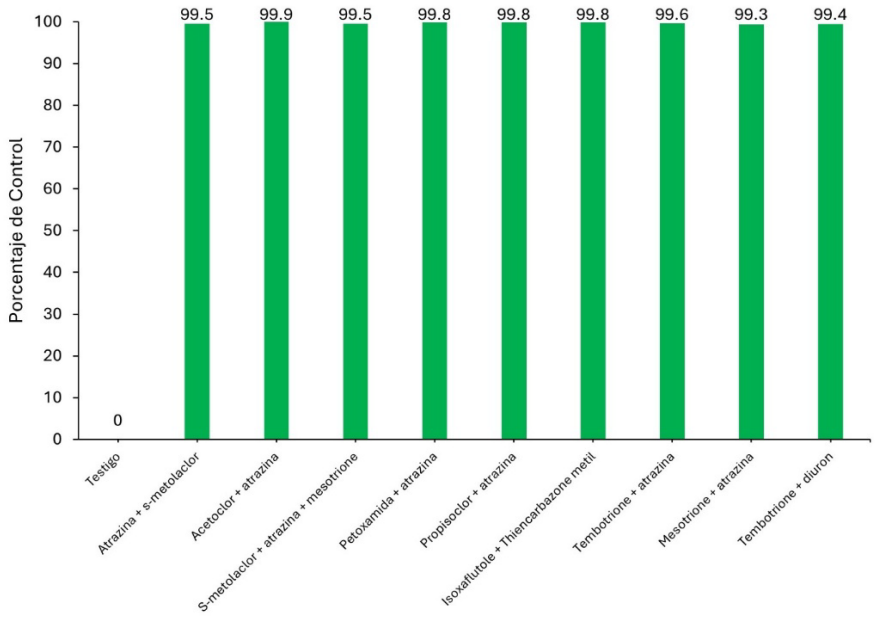


Figura 5. Porcentajes de control total de malezas 45 dda en V6-V7.

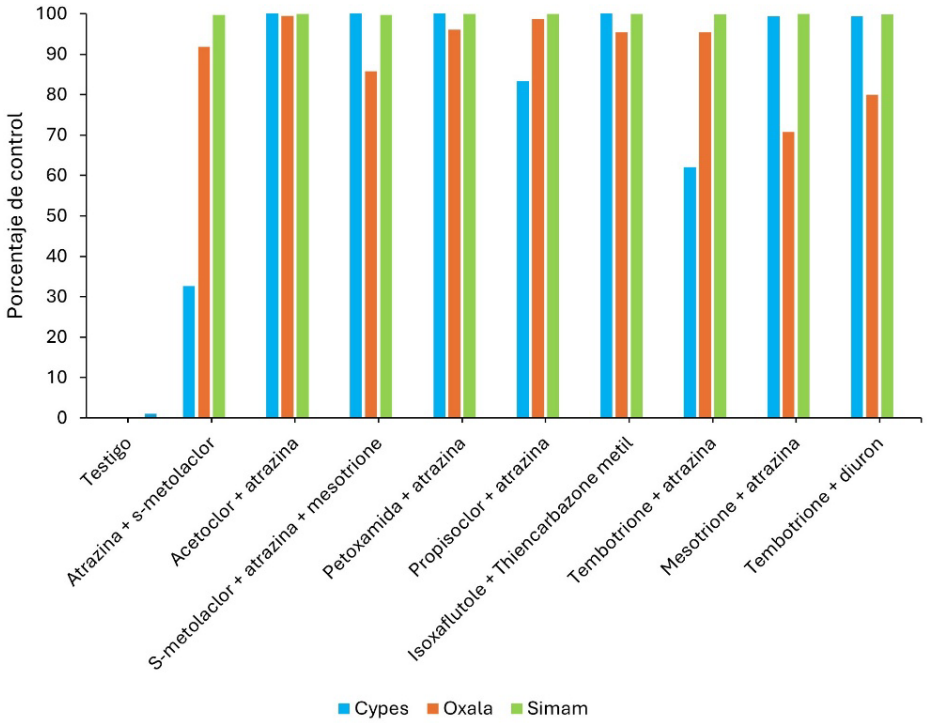


Figura 6. Porcentajes de control de las malezas más importantes en el ciclo del maíz (*Cyperus esculentus, Oxalis latifolia y Simsia amplexicaulis*).

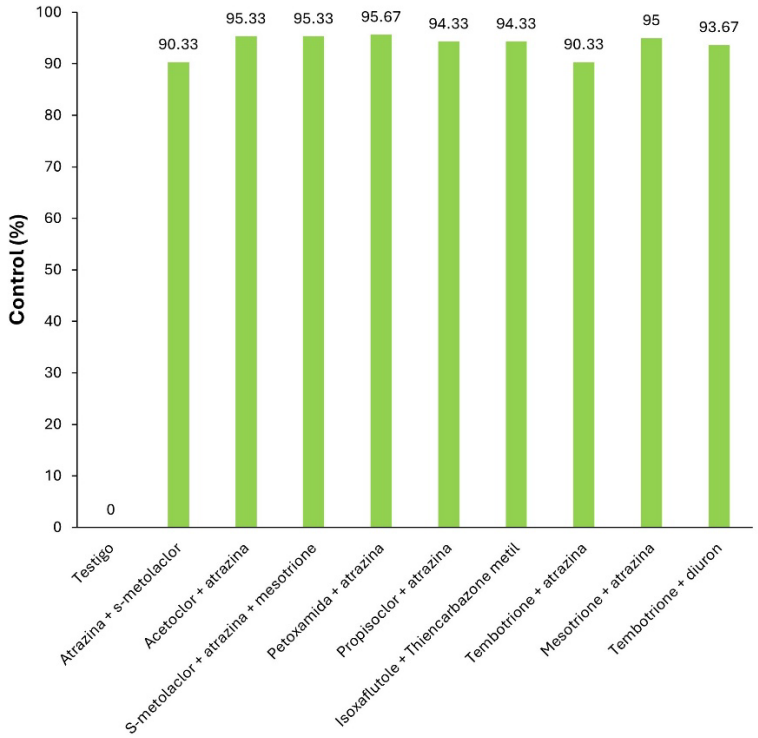


Figura 7. Porcentaje de control total de malezas en madurez fisiológica, 77 días después de la aplicación.

La aplicación de herbicidas PRE al momento de la siembra del maíz permite mantener un control satisfactorio hasta el final del PCC (Osipitan and Knezevic, 2018). Para el complejo de malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas (gramíneas y ciperáceas) en el campo experimental, son necesarios herbicidas de los grupos inhibidores de lípidos de cadenas muy largas (Grupo 15) e inhibidores del FSII (Grupo 5: atrazina, diuron). Secuenciar la actividad residual de herbicidas PRE al momento de la siembra con otros ingredientes residuales al final del PCC y cierre del cultivo (V6-V7), limita significativamente la presencia del complejo de malezas, reduciendo la competencia y la recarga de los bancos de semillas (Peterson, 2017).

Muchos herbicidas controlan *B. plantaginea* y especies de *Setaria*. Atrazina y simazina, sin embargo, son poco efectivos, por lo que requieren el acompañamiento con herbicidas como acetoclor, s-metolaclor y aun con tembotrione. Atrazina y simazina complementan el control, pues son efectivos contra un número amplio de especies dicotiledóneas. Tembotrione por ejemplo, es efectivo contra estos pastos, pero requiere del apoyo de atrazina para el control de hojas anchas en PRE. Este herbicida se recomienda en aplicación POST, pero resultó altamente efectivo con *Brachiaria* y *Setaria*. El problema podría estar en su residualidad, pues, aunque su vida media es relativamente corta, la persistencia de su principal metabolito TCMBA (2-cloro-4-(metilsulfonil)-3-[(2,2,2-trifluoroethoxi) metil] ácido benzoico), el cual también es fitotóxico, es más persistente, dependiendo de las condiciones de suelo y agua, por lo que su aplicación PRE no representa un problema para cultivos en rotación (Rani et al., 2020).

Las malezas más difíciles de manejar con herbicidas inhibidores del FSII en el campo experimental de la universidad son *Brachiaria plantaginea, Setaria grisebachii* y *Eleusine multiflora*. Los tratamientos en invernadero demostraron que *B. plantaginea* y *S. adhaerens* son tolerantes a atrazina y simazina, pero no a terbutrina y prometrina. Todos los tratamientos como acetoclor, s-metolaclor, pendimetalina, thiencarbazone+isoxaflutole, pendimetalina y tembotrione, son efectivos para el control de pastos y algunas hojas anchas. La adición de atrazina o simazina mejora el espectro de control de hojas anchas. Tembotrione tiene gran efectividad sobre estos pastos, pero su espectro de control se mejora sustancialmente con la adición de atrazina o cualquier otro ingrediente activo con actividad PRE sobre dicotiledóneas.

Simsia amplexicaulis es la maleza dicotiledónea de mayor importancia en los Valles Altos de México (Hernández-Ríos et al., 2022) y mantiene un período prolongado de emergencia a lo largo de maíces de primavera-verano. La combinación y secuencia de herbicidas de los grupos 15 y 5 permite un ciclo de maíz con porcentajes de control muy satisfactorios del complejo de malezas mono y dicotiledóneas en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Adicionalmente, el uso de los herbicidas del grupo 27 (mesotrione y tembotrione) en mezcla con atrazina o diuron, también son efectivos (Figuras 2, 3 y 4). Todas las opciones evaluadas son seguras en secuencia con atrazina + s-metolaclor en las condiciones experimentales y no representan un riesgo de fitotoxicidad.

Todas las combinaciones de herbicidas que siguieron al tratamiento inicial (Atrazina+ s-metolaclor), lograron un control excelente del complejo de malezas hasta la madurez fisiológica del cultivo (125 dds), con porcentajes de control superiores al 90% (Figura 4). Los tratamientos de atrazina + tembotrione (124.5 g +1.0 kg), diuron + tembotrione (83 g + 600 g) mantuvieron excelentes niveles de control no obstante que tembotrione se recomienda en aplicación POST a la maleza, sin fitotoxicidad al maíz. Disminuir la dosis

de tembotrione de 124.5 a 80 g ha^{-1}, implica también reducir su residualidad en esta segunda aplicación, complementando el control de dicotiledóneas ya sea con la adición de atrazina o diuron, pero sin comprometer el control de malezas. Tembotrione es un herbicida residual con excelente control de gramíneas anuales como *B. plantaginea* y *E. multiflora*, pero con escapes de dicotiledóneas, por lo que se debe acompañar por un inhibidor del FSII como atrazina, terbutrina, prometrina o diuron.

CONCLUSIONES

Atrazina y simazina no tienen actividad sobre *B. plantaginea* ni *S. adhaerens* en PRE, pero si terbutrina y prometrina, además de que son efectivos para el control de hojas anchas. Tembotrione, a pesar de estar recomendado para el control POST de malezas en maíz, también muestra excelente actividad sobre estos dos pastos en PRE, con las debidas consideraciones para evitar efectos residuales que pudieran afectar a otros cultivos en rotación.

Ninguna de las combinaciones de herbicidas PRE que siguieron a la aplicación de atrazina + s-metolaclor alcanzó niveles de fitotoxicidad que pongan en riesgo la viabilidad del cultivo de maíz.

La secuencia de tratamientos PRE de amplio espectro permiten el control de malezas durante todo el ciclo de crecimiento del maíz de primavera-verano en Chapingo, reduciendo la competencia, la recarga del banco de semillas y facilitando la cosecha.

Las combinaciones PRE de tembotrione con atrazina y diuron, son opciones seguras de control para el complejo de malezas de Chapingo, incluyendo a *B. plantaginea*.

AGRADECIMIENTOS

Candelario Palma-Bautista (CVU 871332) agradece la beca otorgada bajo el programa de Estancias Postdoctorales por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

BIBLIOGRAFÍA

Asgrow, S/F. AZ60. https://www.asgrow.com.mx/es-mx/productos/maiz/product-detail-template.html/az60-valles_altos_altos.html. 12 de agosto 2025.

Bayer Cropscience. 2020. Determining Corn Growth Stages. Bayer Crop Science United States. https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/corn-growth-stages-and-gdu-requirements. 13 de agosto de 2025.

CropWatch. https://cropwatch.unl.edu/2018/pre-emergence-herbicides-influence-critical-period-weed-removal-roundup-ready-corn/#:~:text=Therefore%2C%20we%20confirmed%20that%20PRE,with%20and%20without%20PRE%20herbicide.

Hartzler, B. 2001. Critical periods of competition in corn. Iowa State University. Extension and outreach. https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/critical-periods-competition-corn.

Heap, I. 2025. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. https://www.weedscience.com/Summary/HRACPoster.aspx

Hernández-Ríos, I., Osuna-Ceja, E. S., Pimentel-López, J. y García-Saucedo, P. 2022. Control de malezas en maíz, frijol, girasol y sorgo: Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. *Agro-Divulgación, 2*(6). https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.137

Junek, S. 2024. Importance of Using a Residual Herbicide in Corn. Bayer Crop Science United States. https://www.cropscience.bayer.us/articles/channel/importance-of-using-a-residual-herbicide-in-corn

Lancaster, S. 2023. Residual herbicides for corn. Agronomy eUpdates. https://eupdate.agronomy.ksu.edu/article_new/residual-herbicides-for-corn-535-1

Osipitan O. A. and Stevan Knezevic. 2018. Preemergence Herbicides Influence the Critical Period for Weed Removal in Roundup Ready Corn. University of Nebraska–Lincoln. Institute of Agriculture and Natural Resources

Peterson, D. 2017. Pre-emergence herbicide programs for corn. Agronomy eUpdates. https://eupdate.agronomy.ksu.edu/article_new/pre-emergence-herbicide-programs-for-corn-329#:~:text=Categories%20of%20soil%2Dapplied%20residual,and%20acetamide%20(15)%20herbicides.

Ramos-Méndez, C. (2000). Propiedades físicas y químicas de los suelos del Campo Agrícola Experimental Chapingo, Tablas: San Martin y Xaltepa [Tesis de licenciatura]. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.

Rani N., Duhan, A., and Tomar, D. 2020. Ultimate fate of herbicide tembotrione and its metabolite TCMBA in soil. Ecotoxicology and Environmental Safety. 203. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111023.

Summary: SEQUENTIAL APPLICATION OF PRE-EMERGENCE HERBICIDES FOR WEED CONTROL IN MAIZE (Zea mays). Weed control in corn (*Zea mays* L.) is important to prevent yield losses and seed bank replenishment at the end of its cycle. Sequential applications of preemergence herbicides (PRE) can be used as a management strategy to extend control and reduce dependence on postemergence applications (POST). The effectiveness of PRE herbicides applied sequentially on weeds in corn was evaluated, and their efficacy on grasses was studied. Ten treatments were tested under greenhouse conditions on *Brachiaria plantaginea* and two populations of *Setaria adhaerens* (P5 and P9) resistant to tembotrione. The results showed that atrazine and simazine did not control these species, while promethrin, terbutryn, metolachlor, acetochlor, thiencarbazone+isoxaflutole, pendimethalin, and tembotrione showed good control, with the latter standing out despite its POST recommendation. In the field, after a preplant application of s-metolachlor+atrazine, the following PRE treatments were applied sequentially at V6-V7: s-metolachlor+atrazine, acetochlor+atrazine, atrazine+metolachlor+mesotrione, pethoxamid+atrazine, propisochlor+atrazine,

isoxaflutole+thiencarbazone, tembotrione+atrazine, mesotrione+atrazine, and tembotrione+diuron. Evaluations were performed 15, 30, 45, and 77 days after application (DAA). No treatment caused phytotoxicity in corn, and all achieved control rates above 90%, maintaining efficacy until the crop reached physiological maturity. The sequential application of PRE herbicides allows for comprehensive and safe weed management in corn during the growing season. This strategy ensures high levels of control throughout the cycle, reduces seed bank replenishment, and facilitates a clean harvest.
Keywords: residual control, annual grasses, problematic dicotyledonous, critical period of competition.

CONTROL DE LA MALEZA EN POTREROS CON EL HERBICIDA MAGNITUDE (Halauxifen methyl + aminopyralid)

J. Jesús Navarro Ríos[1], Rodrigo A. Ríos Guerrero[1], J. Antonio Tafoya Razo[2]
[1]Field Scientist en Corteva MX, S.A. de C.V. jesus.navarro@corteva.com
[2]Profesor-Investigador. Depto. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. atafoyarazo@yahoo.com.mx

RESUMEN

Durante los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024, se realizaron estudios de campo en pastizales en diferentes regiones de México, contra varias malezas (*Solanum torvum*, *Acacia cornígera*, *Sida acuta*, *Lippia nodiflora*, *Acacia farnesiana*, *Mimosa pigra*, *Mimosa albida*, *Mimosa biuncifera*, *Sida rhombifolia* y *Waltheria americana*), con el herbicida MAGNITUDE, a las dosis de 75, 112.5 y 150g de producto formulado en 100 L de agua, con el objetivo de determinar la eficiencia biológica del MAGNITUDE contra maleza dicotiledónea, y su efectividad a los cultivos de pastos comerciales establecidos en potreros, los tratamientos comerciales fueron: SENDERO a la dosis de 1.0L de producto formulado por 100L de agua y PASTAR D a la dosis de 1.0L de p.f./100L de agua, más un testigo enmalezado. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 7 tratamientos en cada maleza estudiada. La aplicación se realizó con maleza en crecimiento activo, con un tamaño no mayor a 1 m, asperjando completamente el follaje de la maleza, se empleó un aspersora manual con regulador de presión a 40 PSI, boquilla XR11003 VK y volumen de aplicación de 400L/ha, se evaluó el control de la maleza a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación, considerando el control si la maleza estaba viva o muerta, basándose en la escala porcentual del 1 al 100% de control, donde el mínimo aceptable es el 80% de control. Todas las malezas fueron controladas muy por encima del 80%, la mayoría arriba del 90%, por todas las dosis del MAGNITUDE aplicadas, al igual que los tratamientos comerciales, el MAGNITUDE en todas sus dosis no ocasionó fitotoxicidad al cultivo de pasto.

Palabras clave: halauxifen methyl, aminopyralid, maleza dicotiledónea, fitotoxicidad, pastizales.

WEED CONTROL IN PASTURES WITH THE HERBICIDE MAGNITUDE (Halauxifen methyl + Aminopyralid)

ABSTRACT

Field studies were conducted during the years 2020, 2021, 2022, 2023, and 2024 in grasslands across various regions of Mexico, against several weed species (including *Solanum torvum, Acacia cornigera, Sida acuta, Lippia nodiflora, Acacia farnesiana, Mimosa pigra, Mimosa albida, Mimosa biuncifera, Sida rhombifolia*, and *Waltheria Americana*) to evaluate the efficacy of the herbicide MAGNITUDE. The herbicide was applied at rates of 75, 112.5, and 150 grams of formulated product per 100 liters of water. The primary objective was to assess the biological efficacy of MAGNITUDE for broadleaf weed control and its selectivity in established commercial pasture grass stands. Commercial standards included SENDERO at 1.0 L of formulated product per 100 L of water and PASTAR D at 1.0 L formulated product/100 L water, along with a weedy untreated control. The experimental design employed was a randomized complete block design with 4 replications and 7 treatments for each weed species evaluated. Applications were conducted when target weeds were in active vegetative growth not exceeding 1 meter in height. Foliar coverage was ensured through complete foliage spraying using a handheld sprayer equipped with a pressure regulator set at 40 PSI, a XR11003 VK nozzle, and an application volume of 400 L/ha. Weed control was assessed at 30, 60, and 90 days after application (DAA), considering a plant as controlled if it was dead or severely affected. Control levels were rated on a percentage scale from 1% to 100%, with 80% considered the minimum acceptable control threshold. All weed species were effectively controlled at levels well above 80%, with most exceeding 90% control across all application rates of MAGNITUDE, as well as with the commercial reference treatments. Moreover, no phytotoxicity symptoms were observed in the pasture grasses at any of the MAGNITUDE application rates.

Keywords: halauxifen methyl, aminopyralid, broadleaf weed, phytotoxicity, grasslands.

RESISTENCIA DE *Bidens odorata* Y *Bidens pilosa* A LOS HERBICIDAS 2, 4-D Y PROSULFURON EN LOS ESTADOS DE HIDALGO, TLAXCALA Y PUEBLA, MÉXICO

J. Antonio Tafoya Razo[1], Rosa Martha Carrillo Mejia[2], Jesús Rubén Torres García[3]
[1]Profesor-Investigador. Depto. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
[2]Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola
[3]Profesor-Investigador Instituto Politecnico Nacional
atafoyarazo@yahoo.com.mx

RESUMEN

Las malezas *Bidens odorata* y *Bidens pilosa* son un problema para el ciclo agrícola de temporal en trigo y cebada. Nuestro objetivo es determinar la resistencia de *Bidens odorata* y *Bidens pilosa* a los herbicidas 2, 4-D y prosulfuron presentes en cebada y trigo de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. Se colectaron semillas de estas especies en sitios con problemas de control con 2, 4-D y prosulfuron. Asimismo, se obtuvo una muestra control sin históricos de aplicación de herbicidas. En 2022 y 2023 se realizaron bioensayos en la UACh con las muestras. Las semillas se sembraron en recipientes, 1 planta por recipiente, la cual fue la unidad experimental. El diseño experimental fue completamente al azar con 8 tratamientos y 15 repeticiones en cada herbicida y muestra de semilla. Los tratamientos se aplicaron cuando la maleza tenía 5 hojas verdaderas. Se empleó un biotipo de semillas de cada especie por estado más el susceptible. Las dosis: 2, 4-D (29.94, 59.88, 119.8, 239.5479, 958, 1916 g de i.a. ha^{-1}); prosulfuron (1.07, 2.14, 4.28, 8.55, 17.1, 34.2 y 68.4 de i.a. ha^{-1}). A los 30 DDA se realizó la evaluación de peso seco en follaje. Se empleó el modelo de regresión log-logístico (SigmaPlot) con $\alpha = 5\%$ y un índice de resistencia de 2, con la finalidad de determinar las curvas de dosis-respuesta de los herbicidas, los valores de inhibición del crecimiento, y el índice de resistencia. La diversidad genética se determinó mediante el corte del tejido vegetal de las muestras colectadas y se realizó la extracción del ADN mediante CTAB MINI-PREP. Al ADN extraído se le cuantificó su calidad en un nanodrop (solo en prosulfuron). Se empleó un biotipo de *Bidens odorata* y *Bidens pilosa* por estado. Los resultados muestran que *Bidens odorata* y *Bidens pilosa* son resistentes al 2, 4-D y prosulfuron, con un índice de resistencia mayor al prosulfuron y sin diferencias importantes entre especies. La mutación detectada fue en la posición 197 (cambio de Pro por Ser) y en la posición (cambio de Trp por Leu) de la cadena de la enzima ALS.

Palabras Clave: Dosis-respuesta, índice de resistencia, auxínico, enzima ALS

RESISTANCE OF *Bidens odorata* AND *Bidens pilosa* TO THE HERBICIDES 2,4-D AND PROSULFURON IN THE STATES OF HIDALGO, TLAXCALA, AND PUEBLA, MEXICO

ABSTRACT

The weeds *Bidens odorata* and *Bidens pilosa* are a major problem in the rainfed wheat and barley production cycle. Our objective was to determine the resistance of *Bidens odorata* and *Bidens pilosa* to the herbicides 2,4-D and prosulfuron in barley and wheat fields in Hidalgo, Tlaxcala, and Puebla. Seeds of these species were collected from sites with reported control problems with 2,4-D and prosulfuron. A control sample with no history of herbicide application was also obtained. In 2022 and 2023, bioassays were conducted at UACh with the collected samples. Seeds were planted in containers, one plant per container, which constituted the experimental unit. The experimental design was completely randomized with 8 treatments and 15 replications for each herbicide and seed sample. Treatments were applied when weeds had five true leaves. One seed biotype of each species per state, along with a susceptible biotype, was used. Herbicide doses were: 2,4-D (29.94, 59.88, 119.8, 239.5479, 958, 1916 g a.i. ha^{-1}); prosulfuron (1.07, 2.14, 4.28, 8.55, 17.1, 34.2, and 68.4 g a.i. ha^{-1}). At 30 days after application, dry foliage weight was evaluated. A log-logistic regression model (SigmaPlot) with $\alpha = 5\%$ and a resistance index of 2 was used to determine herbicide dose-response curves, growth inhibition values, and the resistance index. Genetic diversity was assessed by cutting plant tissue from the collected samples, and DNA was extracted using CTAB MINI-PREP. Extracted DNA quality was quantified with a Nanodrop (only for prosulfuron). One biotype of *Bidens odorata* and *Bidens pilosa* per state was analyzed. Results show that *Bidens odorata* and *Bidens pilosa* are resistant to 2,4-D and prosulfuron, with a higher resistance index to prosulfuron and no significant differences between species. The mutations detected were at position 197 (Pro → Ser) and position (Trp → Leu) of the ALS enzyme chain.

Keywords: Dose-response, resistance index, auxinic, ALS enzyme

MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE MANZANO EN CHIHUAHUA, MÉXICO

Juan Carlos Delgado C.[1]; Juan Carlos Delgado T.[1]; Ramón Chávez L.[2]
[1]Novus Consultoría y Servicios Especializados, S.C.
novus.cse1@gmail.com
[2]Syngenta Agro, S.A. de C.V.

Resumen: durante septiembre de 2025 se llevó a cabo un muestreo en la zona productora de manzano del estado de Chihuahua, Méx., específicamente en los municipios de Cuauhtémoc, Guerrero, Bachíniva, Namiquipa, Carichí y Cusihuiriachi, con el fin de determinar las especies de malezas asociadas al cultivo. Se registraron al menos 106 especies de malezas de hoja ancha y angosta presentes en el cultivo, lo que permitió elaborar un listado preliminar, mismas que representan 23 familias botánicas. Las especies más comunes fueron *Bidens bigelovii, Simsia amplexicaulis, Anoda cristata, Chloris submutica, Digitaria ciliaris, Galinsoga parviflora, Ipomoea purpurea* y *Malva neglecta*. En un solo punto de muestreo se encontró la maleza reglamentada *Polygonum convolvulus*. Una de las principales implicaciones de las malezas en el cultivo de manzano es que son focos de infestación de insectos y ácaros plaga; así como de algunos patógenos.
Palabras clave: focos de infestación, diversidad, especies

INTRODUCCIÓN

La manzana es una de las frutas comunes en las mesas de los mexicanos misma que aporta algunos nutrientes, minerales, antioxidantes y fibra. Es un elemento acompañante de los alimentos de lo más saludable. Normalmente se produce en áreas templadas, con buenos niveles de humedad. De acuerdo con información estadística del SIAP (2025) durante el 2024 a nivel nacional se estableció una superficie de 57,487.94 hectáreas de manzano, con una producción de 779,723.72 toneladas, con un rendimiento por hectárea de 14.31 toneladas, un precio medio rural de $10,954.20 por tonelada y un valor de la producción de $8,541,247.99 (miles de pesos). Este mismo organismo reportó para el estado de Chihuahua, una superficie establecida de 33,291.45 hectáreas, con una producción de 664,353.45 toneladas, con un rendimiento promedio de 20.83 toneladas por hectárea, con un precio medio rural de $11,169.96 por tonelada y un valor de la producción de $7,420,804.56 (miles de pesos). Casi el 90% de la producción nacional de manzana está dominada por los estados de Chihuahua, Puebla, Coahuila, Durango y Nuevo León.

El sistema de producción del manzano en Chihuahua enfrenta retos importantes con factores climáticos como las granizadas, heladas tardías, disponibilidad de agua, fertilidad de suelos y ataques de algunos problemas fitosanitarios que pueden reducir drásticamente la producción. Es común la presencia (o eventual incidencia) de la palomilla de la manzana, pulgón lanígero, trips, araña roja o de dos manchas, hongos

que ocasionan tizones foliares y principalmente cenicilla. Además de lo anterior, en la gran zona productora de manzana se tiene la presencia de una amplia gama de especies de malezas que compiten con el cultivo por la disponibilidad de agua, luz, espacio y nutrimentos; asimismo, al ser hospederos preferenciales de plagas, muchas de ellas se convierten en focos de infestación, ya que albergan trips, pulgones y principalmente ácaros. A la fecha no se cuenta con una referencia de las malezas que se encuentran presentes en la zona, por lo que el objetivo del presente trabajo fue confirmar e identificar las principales malezas asociadas al cultivo de manzano en la zona productora de Chihuahua, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de septiembre de 2025 se llevó a cabo un recorrido por huertos comerciales de manzano en la zona productora de Chihuahua, Méx., específicamente en los municipios de Cuauhtémoc, Guerrero, Bachíniva, Namiquipa, Carichí y Cusihuiriachi, Chih., considerando áreas con alta y baja aplicación de tecnología.

Dentro de cada huerto se realizó un muestreo al azar donde se registraron las especies de malezas presentes, la mayoría en etapa de floración, lo que facilitó el reconocimiento. Las especies que no se pudieron identificar en campo, se colectaron y se analizaron en laboratorio.

Las fuentes principales utilizadas para el reconocimiento de especies de plantas asociadas al cultivo de manzano fueron:

- Malezas de México: Malezas de Mexico - inicio Weeds of Mexico - home
- iNaturalist.mx: Una comunidad para Naturalistas · iNaturalist Mexico
- World Flora on Line: www.worldfloraonline.org
- Red de herbarios mexicanos: Red de Herbarios Mexicanos Home

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron al menos 106 especies de malezas asociadas al cultivo de manzano en la zona productora de Chihuahua, mismas que representan 23 familias botánicas diferentes (cuadro 1).

Las familias con la mayor cantidad de especies son Poaceae con 24 y Asteraceae con 21; además de Fabaceae y Solanaceae con 8 especies cada una. La mayoría de las especies son comunes, con distribución cosmopolita; mientras que otra parte son plantas adaptadas a condiciones de temperaturas relativamente frescas, con buena humedad, de zonas elevadas, lo cual se logra en los huertos de producción de la manzana.

Las especies con la mayor distribución, densidades poblacionales y potencial de daño son *Bidens bigelovii, Simsia amplexicaulis, Anoda cristata, Chloris submutica, Digitaria ciliaris, Galinsoga parviflora, Ipomoea purpurea* y *Malva neglecta*.

Se encontró la presencia de la especie reglamentada *Polygonum convolvulus* en un solo sitio de muestreo. Ocupa el estrato bajo de las plantas de manzano, pero conforme se desarrolla, trepa a los árboles. Se observó también que es un hospedero muy bueno de *Tetranychus urticae*, plaga de importancia económica en manzano.

Muchas de las especies de plantas encontradas, sobre todo las de hoja ancha, son hospederos de ácaros plaga, trips, pulgones y otros, por lo que la competencia de las malezas con el cultivo de manzano por la disponibilidad de agua, luz, espacio y nutrimentos puede ser muy alta, sobre todo en huertos pequeños, pero principalmente pueden ser focos de infestación de plagas de importancia económica que pueden atacar al cultivo.

Cuadro 1. Malezas asociadas al cultivo de manzano en Chihuahua, Méx.

No.	Especie	Familia	Nombre común
1	*Amaranthus hybridus* L.	Amaranthaceae	Quelite rojo
2	*Amaranthus palmeri* S. Wats.	Amaranthaceae	Quelite rojo
3	*Alternanthera caracasana* Kunth	Amaranthaceae	Verdolaga de puerco
4	*Gomphrena serrata* L.	Amaranthaceae	Amor seco
5	*Guilleminea densa* (Humb. y Bonpl. ex Willd.) Moq.	Amaranthaceae	Bola de hilo
6	*Ambrosia artemisiifolia* L.	Asteraceae	Estafiate
7	*Adenophyllum porophyllum* (Cav.) Hemsl.	Asteraceae	Hierba del zorrillo
8	*Bidens bigelovii* A. Gray	Asteraceae	Aceitilla
9	*Bidens odorata* Cav.	Asteraceae	Aceitilla
10	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Asteraceae	Mantecosa
11	*Galinsoga parviflora* Cav.	Asteraceae	Estrellita
12	*Heterosperma pinnatum* Cav.	Asteraceae	Aceitilla chica
13	*Heterotheca subaxillaris* (Lam.) Britton & Rusby	Asteraceae	Árnica
14	*Melampodium sericeum* Lag.	Asteraceae	Andán chino
15	*Parthenium hysterophorus* L.	Asteraceae	Hierba amargosa
16	*Pectis prostrata* Cav.	Asteraceae	Ojo de pollo
17	*Pseudognaphalium luteoalbum* (L.) Hilliard & Burtt	Asteraceae	Gordolobo
18	*Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell.	Asteraceae	Anisillo
19	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Asteraceae	Acahual
20	*Senecio vulgaris* L.	Asteraceae	Hierba cana
21	*Sonchus asper* (L.) Hill	Asteraceae	Lechuguilla espinosa
22	*Sonchus oleraceus* L.	Asteraceae	Lechuguilla
23	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Asteraceae	Diente de león
24	*Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.	Asteraceae	Gigantón
25	*Viguiera dentata* (Cav.) Spreng.	Asteraceae	Chamiso
26	*Xanthium strumarium* L.	Asteraceae	Cadillo
27	*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.	Brassicaceae	Bolsa de pastor
28	*Descurainia pinnata* (Walter) Britton	Brassicaceae	Mostacilla
29	*Eruca sativa* Mill.	Brassicaceae	Jaramao
30	*Lepidium virginicum* L.	Brassicaceae	Lentejilla
31	*Raphanus raphanistrum* L.	Brassicaceae	Rabanillo
32	*Bassia scoparia* (L.) A. J. Scott	Chenopodiaceae	Kochia
33	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	Quelite cenizo
34	*Chenopodium berlandieri* Moq.	Chenopodiaceae	Quelite cenizo

35	*Chenopodium giganteum* D. Don	Chenopodiaceae	Quelite cenizo
36	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	Correhuela
37	*Ipomoea cristulata* Hallier f.	Convolvulaceae	Enrredadera
38	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth	Convolvulaceae	Quiebraplatos
39	*Cucurbita foetidissima* Kunth	Cucurbitaceae	Calabacilla hedionda
40	*Cyperus esculentus* L.	Cyperaceae	Coquillo amarillo
41	*Cyperus rotundus* L.	Cyperaceae	Coquillo rojo
42	*Acalypha ostryifolia* Riddell	Euphorbiaceae	Borreguilla
43	*Euphorbia albomarginata* Torr. & Gray	Euphorbiaceae	Lechosa
44	*Euphorbia cuphosperma* (Engelm.) Boiss.	Euphorbiaceae	Lechosa
45	*Crotalaria pumila* Ort.	Fabaceae	Tronadora
46	*Dalea leporina* (Ait.) Bullock	Fabaceae	Escobilla
47	*Macroptilium gibbosifolium* (Ort.) A. Delgado	Fabaceae	Jícama de monte
48	*Medicago lupulina* L.	Fabaceae	Alfalfilla
49	*Medicago polymorpha* L.	Fabaceae	Carretilla
50	*Melilotus alba* Med.	Fabaceae	Trebolillo blanco
51	*Melilotus indica* (L.) All.	Fabaceae	Trebolillo amarillo
52	*Trifolium repens* L.	Fabaceae	Trébol
53	*Erodium cicutarium* (L.) L'Her. ex Ait.	Geraniaceae	Alfilerillo
54	*Salvia tiliifolia* Vahl	Lamiaceae	Chía
55	*Anoda cristata* (L.) Schltdl.	Malvaceae	Alache
56	*Malva neglecta* Wallr.	Malvaceae	Malva
57	*Malva parviflora* L.	Malvaceae	Malva común
58	*Sida abutiliifolia* Mill.	Malvaceae	Arrastradilla
59	*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don	Malvaceae	Hierba del negro
60	*Proboscidea louisianica* (P. Mill.) Thell.	Martyniaceae	Toritos
61	*Oenothera rosea* L´Hér. ex Ait.	Onagraceae	Hierba del golpe
62	*Oxalis corniculata* L.	Oxalidaceae	Agritos
63	*Bacopa procumbens* (Mill.) Greenm.	Plantaginaceae	Trencilla
64	*Plantago lanceolata* L.	Plantaginaceae	Llantén
65	*Botriochloa laguroides* (DC.) Herter	Poaceae	Cola de zorra
66	*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.	Poaceae	Banderilla
67	*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths	Poaceae	Navajita azul
68	*Bromus carinatus* Hook. & Arn.	Poaceae	Pasto bromo
69	*Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald	Poaceae	Zacate cadillo
70	*Chloris submutica* Kunth	Poaceae	Paragüitas
71	*Chloris virgata* Sw.	Poaceae	Zacate escobilla
72	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Poaceae	Zacate grama
73	*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler	Poaceae	Zacate conejo
74	*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	Poaceae	Zacate de agua
75	*Echinochloa crus-pavoni* (Kunth) Schult.	Poaceae	Zacate de agua
76	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	Poaceae	Zacate pata de gallo
77	*Eleusine multiflora* Hochst. ex A. Rich.	Poaceae	Zacate pata de ganso

78	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janchen	Poaceae	Zacate apestoso
79	*Eragrostis mexicana* (Hornem.) Link	Poaceae	Zacate amor
80	*Eriochloa acuminata* (J. Presl) Kunth	Poaceae	Zacate chinchero
81	*Festuca arundinacea* Schreber	Poaceae	Cañuela alta
82	*Hopia obtusa* (Kunth) Zuloaga & Morrone	Poaceae	Hierba de la pulga
83	*Lolium multiflorum* Lam.	Poaceae	Raigrás criollo
84	*Paspalum notatum* Flüggé	Poaceae	Zacate bahía
85	*Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov.	Poaceae	Zacate pegarropa
86	*Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult.	Poaceae	Zacate cola de zorra
87	*Sporobolus indicus* (L.) R. Br.	Poaceae	Pasto alambre
88	*Sorghum halepense* (L.) Pers.	Poaceae	Zacate Johnson
89	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	Sanguinaria
90	*Polygonum convolvulus* L.	Polygonaceae	Correhuela anual
91	*Rumex crispus* L.	Polygonaceae	Lengua de vaca
92	*Rumex mexicanus* Meisn.	Polygonaceae	Lengua de vaca
93	*Rumex obtusifolius* L.	Polygonaceae	Lengua de vaca
94	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	Verdolaga
95	*Reseda luteola* L.	Resedaceae	Gualda
96	*Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry	Solanaceae	Tomatillo
97	*Physalis nicandroides* Schltdl.	Solanaceae	Tomatillo
98	*Physalis philadelphica* Lam.	Solanaceae	Tomatillo
99	*Solanum americanum* Mill.	Solanaceae	Hierba mora
100	*Solanum elaeagnifolium* Cav.	Solanaceae	Trompillo
101	*Solanum heterodoxum* Dunal	Solanaceae	Manca mula
102	*Solanum rostratum* Dunal	Solanaceae	Mala mujer
103	*Solanum stoloniferum* Schltdl. & Bouché	Solanaceae	Papa cimarrona
104	*Verbena bipinnatifida* Nutt.	Verbenaceae	Alfombrilla
105	*Verbena bracteata* Cav. ex Lag. & Rodr.	Verbenaceae	Verbena
106	*Tribulus terrestris* L.	Zygophyllaceae	Poncha llantas

CONCLUSIONES

En el cultivo de manzano al menos se pueden encontrar 106 especies de malezas de hoja ancha y angosta.

Las familias más abundantes por el número de especies, distribución y densidad son Poaceae y Asteraceae.

Las especies con la mayor distribución, densidades poblacionales y potencial de daño son *Bidens bigelovii, Simsia amplexicaulis, Anoda cristata, Chloris submutica, Digitaria ciliaris, Galinsoga parviflora, Ipomoea purpurea* y *Malva neglecta*.

Se encontró la especie reglamentada *Polygonum convolvulus* misma que requiere de un manejo más detallado para intentar un plan de erradicación.

Uno de los principales daños de las malezas en el cultivo de manzano es que se convierten en focos de infestación de plagas de importancia económica.

BIBLIOGRAFÍA

SIAP. 2025. Cierre de la producción agrícola 2024. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola (consultado septiembre de 2025).

Summary: during September 2025, an assay was carried out in the apple producing area of the state of Chihuahua, Mexico, specifically in the municipalities of Cuauhtémoc, Guerrero, Bachíniva, Carichí and Cusihuiriachi, in order to determine the weed species associated with the crop. At least 106 species of broad- and narrow-leaved weeds present in the crop were registered, which allowed the preparation of a preliminary list, which represents 23 botanical families. The most common species were *Bidens bigelovii, Simsia amplexicaulis, Anoda cristata, Chloris submutica, Digitaria ciliaris, Galinsoga parviflora, Ipomoea purpurea* and *Malva neglecta*. The regulated weed *Polygonum convolvulus* was found at a single sampling point. One of the main implications of weeds in apple crops is that they are infestation hotspots of pest insects and mites, as well as some pathogens.
Keywords: infestation hotspots, diversity, species

MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN NAYARIT, MÉXICO

Juan Carlos Delgado C.[1]; Juan Carlos Delgado T.[1]; M. Alejandro Delgado T. [1]; Rodrigo Briseño[2] y Alfredo Hernández M.[2]
[1]Novus Consultoría y Servicios Especializados, S.C.
novus.cse1@gmail.com
[2]ANAJALSA, S.A. de C.V.

Resumen: durante el periodo de junio a agosto de 2025 se llevó a cabo un muestreo en la zona de influencia de los ingenios azucareros Puga y El Molino del estado de Nayarit, con el fin de determinar las malezas comunes en el cultivo de caña de azúcar. Los muestreos se realizaron en la zona de Santa María del Oro y Tepic, Nay. Se encontraron al menos 58 especies de malezas de hoja ancha y angosta, dentro de 22 familias botánicas, siendo las más comunes *Ipomoea purpurea, I. triloba, Momordica charantia, Digitaria ciliaris, Dinebra panicea, Echinochloa crus-galli, Megathyrsus maximus, Rottboellia cochinchinensis* y *Sorghum halepense*.
Palabras clave: especies, familias, distribución

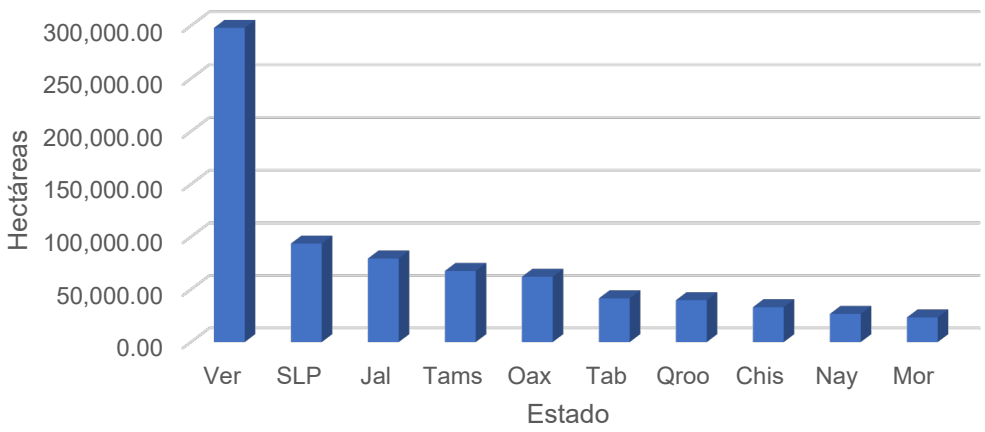
INTRODUCCIÓN

La parte aprovechable de la caña de azúcar es el tallo, mismo que se considera un fruto agrícola, dado que en él se distribuye y almacena el azúcar. Está conformado aproximadamente de 75% de agua y está formado por nudos y entrenudos que varían en longitud, diámetro, forma y color de acuerdo con la variedad (SADER, 2017).

Durante 2024, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SADER, reportó una superficie establecida de caña de azúcar a nivel nacional de 843,048.28 hectáreas, con una producción de 53,051,361.68 toneladas, un rendimiento promedio por hectárea de 67.64 toneladas, un precio medio rural de $953.60 por tonelada y con un valor de la producción de $50,590,034.01 (miles de pesos). Este mismo organismo reportó para la zona productora de Nayarit una superficie de 26,797 hectáreas, una producción de 1,312,034.38 toneladas, un rendimiento por hectárea de 68.37 toneladas, un precio medio rural de $1,391.42 por tonelada y un valor de la producción de $1,825,593.31 (miles de pesos)- (SIAP, 2025).

La caña de azúcar se produce en 16 estados dentro de la República Mexicana, con los 10 principales productores por superficie sembrada especificados en la figura 1.

Fig. 1 Principales estados productores de caña de azúcar por superficie sembrada (ha)- SIAP, 2025



Durante el proceso de producción de la caña de azúcar, se tiene la incidencia de diversos factores fitosanitarios que limitan el rendimiento del cultivo. Dentro de estos, las malezas de hoja ancha y angosta son de las más agresivas, puesto que los daños que ocasionan por la competencia directa por la disponibilidad de agua, luz, espacio y nutrimentos, se presentan desde las etapas iniciales de desarrollo del cultivo, lo que limita la altura y la producción de tallos de la caña, con un reflejo directo en el número de toneladas por hectárea.

El estado de Nayarit se encuentra registrado entre los 10 principales productores de caña de azúcar y al igual que las demás áreas productoras, enfrenta dificultades para el manejo de una amplia gama de especies de malezas, de las cuales no se tiene un registro actualizado que permita un reconocimiento temprano y, sobre todo, la identidad de las especies que están ocasionando mayores daños; por lo que el objetivo de este trabajo es presentar un listado preliminar de especies de malezas asociadas al cultivo de caña de azúcar en la zona productora del estado de Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de junio, julio y agosto de 2025 se realizó un muestreo de las principales especies de malezas asociadas al cultivo de caña de azúcar en la zona productora del estado de Nayarit, con mayor intensidad en parcelas de Tepic y Santa María del Oro, en las áreas de influencia de los ingenios Puga y El Molino.

Para el reconocimiento de especies se utilizó como referencia lo registrado en La Vegetación de Nueva Galicia (Rzedowski y Mcvaugh, 1966) y las fichas técnicas de la página de Malezas de México, Malezas de Mexico - inicio Weeds of Mexico - home (conabio.gob.mx); así como la página The World Flora Online (https://www.worldfloraonline.org/). Adicionalmente, varias especies se compartieron en la plataforma iNaturalist Mx (Una comunidad para Naturalistas · NaturaLista Mexico) donde con apoyo de expertos se determinó su identidad. En el caso de los nombres

científicos que se enlistan en la tabla 1 también se cotejaron en la base de datos de la NCBI (2025) y en la página de malezas de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron al menos 58 especies de malezas asociadas al cultivo de caña de azúcar en Nayarit, Méx., las cuales representan 22 familias botánicas (cuadro 1). La familia Poaceae es la más importante, ya que registra la presencia de 17 especies, seguida de Asteraceae con ocho; asimismo, Euphorbiaceae y Solanaceae con cuatro especies cada una. Las malezas más comunes por su distribución, densidad y grado de competitividad sobre el cultivo de caña son *Ipomoea purpurea, I. triloba, Momordica charantia, Digitaria ciliaris, Dinebra panicea, Echinochloa crus-galli, Megathyrsus maximus, Rottboellia cochinchinensis* y *Sorghum halepense*. La mayor problemática de manejo de malezas se tiene con las gramíneas, hacia las cuales se dirigen los mayores esfuerzos en pre y postemergencia para evitar la competencia.

Cuadro 1. Malezas asociadas al cultivo de caña de azúcar en Nayarit, Méx.

No.	Especie	Familia	Nombre común
1	*Trianthema portulacastrum* L.	Aizoaceae	Verdolaga
2	*Amaranthus spinosus* L.	Amaranthaceae	Quelite rojo
3	*Amaranthus viridis* L.	Amaranthaceae	Quelite rojo
4	*Asclepias curassavica* L.	Apocynaceae	Lechocilla
5	*Gonolobus spiranthus* Juárez-Jaimes, W.D.Stevens & Lozada-Pérez	Apocynaceae	Lechocilla
6	*Aldama dentata* Llave & Lex.	Asteraceae	Fresadilla
7	*Emilia fosbergii* Nicolson	Asteraceae	Clavelillo
8	*Emilia sonchifolia* (L.) DC.	Asteraceae	Clavelillo
9	*Melampodium divaricatum* (L. C. Rich.) DC.	Asteraceae	Botón de oro
10	*Parthenium hysterophorus* L.	Asteraceae	Amargosa
11	*Sonchus oleraceus* L.	Asteraceae	Lechuguilla
12	*Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.	Asteraceae	Gigantón
13	*Tridax procumbens* L.	Asteraceae	Hierba de San Juan
14	*Heliotropium indicum* L.	Boraginaceae	Alacrancillo
15	*Commelina erecta* L.	Commelinaceae	Tripa de pollo
16	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth	Convolvulaceae	Enrredadera
17	*Ipomoea quamoclit* L.	Convolvulaceae	Bejuco
18	*Ipomoea triloba* L.	Convolvulaceae	Bejuco
19	*Momordica charantia* L.	Cucurbitaceae	Cundeamor
20	*Cyperus odoratus* L.	Cyperaceae	Coquillo
21	*Euphorbia heterophylla* L.	Euphorbiaceae	Lechosa
22	*Euphorbia hirta* L.	Euphorbiaceae	Lechosa
23	*Euphorbia hyssopifolia* L.	Euphorbiaceae	Lechosa

24	*Ricinus communis* L.	Euphorbiaceae	Higuerilla
25	*Crotalaria incana* L.	Fabaceae	Tronadora
26	*Rhynchosia minima* (L.) DC.	Fabaceae	Frijolillo
27	*Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Hediondilla
28	*Melochia pyramidata* L.	Malvaceae	Escobilla
29	*Mollugo verticillata* L.	Molluginaceae	Anisillo
30	*Passiflora foetida* L.	Passifloraceae	Maracuyá silvestre
31	*Scoparia dulcis* L.	Plantaginaceae	Escobilla
32	*Cenchrus echinatus* L.	Poaceae	Zacate cadillo
33	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Poaceae	Zacate grama
34	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.	Poaceae	Zacate egipcio
35	*Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf	Poaceae	Pasto Angleton
36	*Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schultes	Poaceae	Zacate guarda rocío
37	*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler	Poaceae	Zacate conejo
38	*Dinebra panicea* (Retz.) P.M.Peterson & N.Snow	Poaceae	Zacate cola de zorra
39	*Echinochloa colona* (L.) Link	Poaceae	Zacate pinto
40	*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	Poaceae	Zacate de agua
41	*Echinochloa crus-pavonis* (Kunth) Schult.	Poaceae	Zacate de agua
42	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	Poaceae	Zacate pata de gallo
43	*Hilaria belangeri* (Steud.) Nash	Poaceae	Zacate mezquite
44	*Leptochloa panicoides* (J. Presl) Hitchc.	Poaceae	
45	*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs	Poaceae	Pasto Guinea
46	*Melinis repens* (Willd.) Zizka	Poaceae	Zacate rosado
47	*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton	Poaceae	Zacate caminador, peludo
48	*Sorghum halepense* (L.) Pers.	Poaceae	Zacate Johnson
49	*Richardia scabra* L.	Rubiaceae	Botoncillo
50	*Physalis pubescens* L.	Solanaceae	Tomatillo
51	*Solanum americanum* Mill.	Solanaceae	Hierbamora
52	*Solanum ferrugineum* Jacq.	Solanaceae	Abrojo
53	*Solanum grayi* Rose	Solanaceae	Huevo de gato
54	*Corchorus siliquosus* L.	*Tiliaceae*	Malvavisco
55	*Priva lappulacea* (L.) Pers.	Verbenaceae	Pega-pega
56	*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	*Vitaceae*	Bejuco de agua
57	*Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn.	Zygophyllaceae	Verdolaguilla
58	*Kallstroemia rosei* Rydb.	Zygophyllaceae	Verdolaguilla

CONCLUSIONES

En el cultivo de caña de azúcar se pueden encontrar al menos 58 especies de malezas en Nayarit, Méx.

Por distribución, abundancia y capacidad competitiva, las malezas más importantes en caña de azúcar son *Ipomoea purpurea, I. triloba, Momordica charantia, Digitaria ciliaris, Dinebra panicea, Echinochloa crus-galli, Megathyrsus maximus, Rottboellia cochinchinensis* y *Sorghum halepense*.

BIBLIOGRAFÍA

iNaturalist. 2025. Una Comunidad para Naturalistas · iNaturalist

NCBI (2025). Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford): Search: barkleyanthus salicifolius - NLM (nih.gov)

Rzedowski, J.; R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University Michigan Herbarium. 123 p.

SADER. 2017. Planeación agrícola nacional. Caña de azúcar mexicana. B_sico-Ca_a_de_az_car.pdf (consulta agosto de 2025)

SIAP (2025). Cierre de la producción agrícola 2024. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ (consulta agosto 2025)

URL, HEIKE VIBRANS, Malezas de México. CP-CONABIO-SEMARNAT http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm

WFO. 2025. The World Flora Online (https://www.worldfloraonline.org/)

Summary: From June to August 2025, a sampling was carried out in the area of influence of the Puga and El Molino sugar mills in the state of Nayarit to determine common weeds in sugarcane crops. Sampling were carried out in the area of Santa María del Oro and Tepic, Nayarit. At least 58 species of broad- and narrow-leaved weeds were found, within 22 botanical families, the most common being *Ipomoea purpurea, I. triloba, Momordica charantia, Digitaria ciliaris, Dinebra panicea, Echinochloa crus-galli, Megathyrsus maximus, Rottboellia cochinchinensis,* and *Sorghum halepense*.

Keywords: species, families, distribution

SELECCIÓN DE BACTERIAS RIZOSFÉRICAS CON EFECTO BIOHERBICIDA SOBRE LA MALEZA CORREHUELA (*CONVOLVULUS ARVENSIS* L.) (PRESENTACIÓN ORAL)

Juan Carlos Martínez Álvarez[1], Abraham Quintero Gonzalez[1], Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza[1], Genaro Diarte Plata[1], Marco Antonio Magallanes Tapia[1], Néstor Daniel Sotelo Cerón[2] Karla Yeriana Leyva Madrigal[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola. Blvd. Juan de Dios Bátiz, #250, Col. San Joachín, Gve, Sin. **jcmartinezal@ipn.mx**, **abrahamquinterogl@gmail.com**, **imaldona@ipn.mx**, **gdiarte@ipn.mx**, **mmagallanes@ipn.mx**

[2]SECIHTI-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola. Blvd. Juan de Dios Bátiz, #250, Col. San Joachín, Gve., Sin. nesda_soce@hotmail.com

[3]Universidad Autónoma de Occidente, Unidad de Investigación en Ambiente y Salud. Los Mochis, Sinaloa, México yeriana.leyva@uadeo.mx

RESUMEN

El sector agrícola en México enfrenta diversos desafíos, entre los que destacan las pérdidas ocasionadas por la competencia de malezas con los cultivos. Una de las malezas más problemáticas, tanto en México como a nivel mundial, es la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.). Para su manejo se han empleado métodos convencionales como el control mecánico, cultural y químico; sin embargo, el uso indiscriminado herbicidas ha generado importantes repercusiones en la salud y el medio ambiente, lo que resalta la necesidad de desarrollar alternativas más sostenibles. El manejo integrado de malezas (MIM) constituye una de estas alternativas, al combinar diversas herramientas de control, entre ellas el control biológico mediante microorganismos. Este enfoque incluye el uso de bacterias, hongos o sus metabolitos, que destacan por su especificidad, selectividad y un impacto ambiental. En este trabajo se estableció una colección de 153 aislados bacterianos de la rizósfera, los cuales fueron evaluados por su actividad hemolítica. De ellos, se preseleccionaron 38 asilados γ-hemolíticos, para pruebas *in vitro* de efecto bioherbicida sobre *C. arvensis*. Cuatro aislados (B6, C5, D2 y E1) mostraron inhibición superior al 90 % por lo que fueron seleccionados para ensayos en cámara de crecimiento. Estos aislados redujeron en más del 80 % la germinación y el desarrollo temprano de la maleza, mientras que en cultivos de interés agrícola presentaron efectos mínimos o no significativos. La caracterización molecular indicó que pertenecen al género *Pseudomonas*. Asimismo, se comprobó la producción de compuestos volátiles como parte de los mecanismos de inhibición, entre ellos el ácido cianhídrico (HCN).

Palabras clave: control biológico, rizobacterias deletéreas, malezas.

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HERBICIDAS SINTETICOS Y ORGANICOS SOBRE EL COMPLEJO DE MALEZA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN APLICACIÓN TEMPRANA.

[1]T. Medina-Cazares*, [1]S. Montes-Hernández, [1]S.S. González-Figueroa.
[1]Campo Experimental Bajío INIFAP medina.tomas@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El cultivo de maíz en nuestro país es el más importante a nivel nacional. El manejo adecuado del cultivo de maíz exige la integración coordinada de distintos factores. Dentro de estos, el manejo de maleza es uno de los más limitantes, las perdidas en rendimiento están relacionadas con el tiempo que permanece enhierbado el cultivo y el tipo de maleza, y pueden ser del 35-80%. El glifosato es el herbicida más usado en la agricultura, tanto en México como en el mundo; es un herbicida post-emergente, no selectivo y altamente sistémico, por lo que puede controlar malezas anuales y perennes con reproducción vegetativa. Su principal uso en nuestro país es su aplicación previa a la siembra de los cultivos. En base a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia en el control de maleza de varios herbicidas tanto sinteticos como orgánicos y Evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo de maíz que pueda causar los herbicidas aplicados. El trabajo se estableció bajo un diseño de bloques azar con cuatro repeticiones y 8 tratamientos, que fueron:1.- Testigo Limpio, 2.- Glifosato a dosis de 3.0 L ha^{-1} , 3.- Glufosinato de amonio a dosis de 3.0 L ha^{-1} , 4.- Bioherbcida 2 a dosis de 15 mL/l de agua ha^{-1} , 5.- Atrazina + terbutrina+s-metolaclor a dosis de 3.0 + 3.0 L ha^{-1} , 6.- Tembutrione+ foransulfurom+ iodosulfuron a dosis de 300 mL +150 g ha^{-1} , 7.- Bioherbicida 3 a dosis de 15 mL/L de agua ha^{-1} y 8.- Testigo enhierbado. A todos los tratamientos herbicidas se les adiciono Inex al 0.5% v/v . La parcela experimental fue de 3.0 m de ancho por 10.0 m de largo y la parcela útil de 1.5 m de ancho por 10.0 m de largo (los dos surcos centrales de la parcela). Durante el ciclo de P-V 2024 se sembró maíz y el experimento se manejó bajo las recomendaciones técnicas que hay para la zona. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue uno en preemergencia al cultivo y la maleza y 4 tratamientos en postemergencia a la maleza (Cuando la maleza tenía una altura de 3.0 cm.) y uno en postemergencia al cultivo y a la maleza, con una aspersora de motor Honda WJR4025, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm. una de otra, con una presión de 45 PSI y un gasto de agua de 400 L ha^{-1}. Las variables evaluadas fueron: Población de maleza, fitotoxicidad al cultivo y Porcentaje de control de maleza en forma visual a los 20 días después de la aplicación. Se encontraron las siguientes malezas de hoja angosta y hoja ancha: zacate Jhonson (*Sorghum halepense* L.) SORHA, zacate pega ropa (*Setaria verticillata L.*) SETVE y Grama (*Cynodom dactiloan*) CYNDA. De hoja ancha: olotillo (*Acalypha ostryifolia Riddell*.) ACAOS, rosa amarilla (*Aldama dentata* L.) ALDDE, borraja (*Sonchus oleraceae* L.) SONOL y Mostaza (*Brassica campestris* L.) BRACA. En porcentaje de control después de la aplicación en las malezas de hoja angosta y hoja ancha se observa que al zacate Jhonson los tratamientos 1, 2 y 3 son los que presentan los mejores porcentajes de control con arriba del 90%. En el control del zacate pegaropa y zacate grama el comportamiento de los tratamientos es similar. En hoja ancha el olotillo el tratamiento, 1, 2 y 3 son los que presentan los mejores porcentajes de control con arriba del 90%. En rosa amarilla el comportamiento de los

tratamientos es similar. En borraja y la mostaza todos los tratamientos presentan controles superiores al 85 % a excepción del testigo enhierbado que su porcentaje de control es 0%.

Palabras Claves: Maíz, Glifosato, Maleza de hoja ancha y angosta y Bioherbicidas.

INTRODUCCION

El cultivo de maíz en nuestro país es importante a nivel alimentario, industrial, económico, cultural y social. En 20249 la superficie sembrada fue de 6,655,136 ha, con una producción de 24,326,170 t de grano (SIAP, 2024). Los cinco principales estados productores de maíz del país son: Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México y Guanajuato. El manejo adecuado del cultivo de maíz exige la integración coordinada de distintos factores de la producción y la relación que guardan estos entre si es sumamente critica, de tal manera que la acción desfavorable de uno de ellos puede llegar a limitar la expresión optima de los otros. Dentro de estos factores, el manejo de maleza es uno de los mas limitantes en la producción del cultivo de maíz, pues las perdidas en rendimiento están relacionadas con el tiempo que permanece enhierbado el cultivo y el tipo de maleza, y pueden ser del 35-80%.Los sistemas de manejo de malezas tienen y van a seguir teniendo una gran importancia para la agricultura, por lo que es urgente desarrollar practicas de protección de cultivos mas eficientes sin importar cual es el modelo global en el cual nos desarrollemos (agricultura convencional, orgánica, sostenible, de conservación, etc.) (De Prado y Jorrin 2001). Esto nos exige desarrollar programas de manejo integrado de maleza con una tendencia a ser mas económico y ecológico, el control de las malezas mediante la aplicación de herbicidas se realiza en más de la mitad de las unidades productivas de nuestro país, ya que es un método eficiente, práctico y rentable. El glifosato es el herbicida más usado en la agricultura, tanto en México como en el mundo; es un herbicida post-emergente, no selectivo y altamente sistémico, por lo que puede controlar malezas anuales y perennes con reproducción vegetativa. Su principal uso en nuestro país es su aplicación previa a la siembra de los cultivos para evitar la competencia de malezas en los estados iniciales de su desarrollo. En México se han tomado medidas restrictivas al uso del Glifosato las cuales paulatinamente reducirán y eliminaran su uso en la agricultura, por lo cual se deben desarrollar prácticas eficientes y rentables para los productores y que no afecten al medio ambiente.

En la zona centro de México se ubican varios estados con una grande vocación agrícola, entre los que se encuentran Guanajuato y Michoacán, en los cuales el cultivo de maíz juega un papel preponderante en la economía y gran importancia social. En base a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia en el control de maleza de varios herbicidas tanto sinteticos como orgánicos y Evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo de maíz que pueda causar los herbicidas aplicados y su efecto sobre rendimiento del maíz en el Bajío.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció bajo un diseño de bloques azar con cuatro repeticiones y 8 tratamientos, para evaluar los herbicidas aplicados (Cuadro 1). La parcela experimental fue de 3.0 m de ancho por 10.0 m de largo y la parcela útil de 1.5 m de ancho por 10.0

m de largo (los dos surcos centrales de la parcela), dejándose entre cada parcela un surco sin aplicar que sirvió de testigo lateral.

Durante el ciclo de P-V 2024 se sembró maíz y el experimento se manejo bajo las recomendaciones técnicas que hay para la zona. La siembra del maíz se realizó el 03-IX-2024, con el híbrido Berrendo, a una densidad de siembra de 100,000 plantas ha^{-1} y una fertilización de 240-46-00, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra y la otra mitad del nitrógeno antes del primer riego de auxilio. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue uno en preemergencia al cultivo y la maleza y 4 tratamientos en postemergencia a la maleza (Cuando la maleza tenía una altura de 3.0 cm.) y uno en postemergencia al cultivo y a la maleza, la primera aplicación se realizó 13-VIII-2024, la segunda aplicación 26-VIII-2024 y la tercera aplicación se realizó el día 09-IX-2024. con una aspersora de motor Honda WJR4025, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm. una de otra, con una presión de 45 PSI y un gasto de agua de 400 L ha^{-1}.

Cuadro 1.- Tratamientos de herbicidas evaluados en diferentes épocas de aplicación para el control del complejo de maleza en el cultivo de maíz de riego en el bajío. Ciclo P-V 2024.

No.	Tratamiento	Dosis de m. c. por ha
1	Testigo Limpio	
2	Glifosato + Inex	3.0 L + 0.5 %
3	Glufosinato de Amonio + Inex	3.0 L + 0.5 %
4	Bioherbicida 2 + Inex	15 mL/L de agua + 0.5 %
5	Atrazina + terbutrina + s-metolaclor	3.0 + 3.0 L
6	Tembutrione+ foransulfurom+ iodosulfuron + Inex	300 mL + 150 g + 0.5 %
7	Bioherbicida 3 + Inex	15 mL/L de agua + 0.5%
8	Testigo Enhierbado	

Las variables evaluadas fueron: Población de maleza, fitotoxicida al cultivo y Porcentaje de control de maleza por especie presente a los 20 días después de la aplicación. Para las evaluaciones de porcentaje de control de maleza se realizaron evaluaciones visuales con la escala de 0 a 100% propuesta por Frans et al. (1986) y rendimiento de maíz. (datos no disponibles).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En relación con la presencia de especies de maleza de hoja angosta en el lote experimental se encontraron las siguientes especies: zacate Jhonson (*Sorghum halepense* L.) SORHA, zacate pega ropa (*Setaria verticillata L.*) SETVE y Grama (*Cynodom dactiloan*) CYNDA. Las malezas de hoja ancha fueron las siguientes olotillo (*Acalypha ostryifolia Riddell*.) ACAOS, rosa amarilla (*Aldama dentata* L.) ALDDE, borraja (*Sonchus oleraceae* L.) SONOL y Mostaza (*Brassica campestris* L.) BRACA.

En el cuadro 2 se presenta la población promedio de maleza de hoja angosta y hoja ancha. presente en cada tratamiento y en el se observa que las poblaciones mas altas son de zacate pega ropa y Johnson en algunas parcelas se encontraron más de 16 y 24 individuos por m^2, respectivamente, de hoja ancha se observa que las poblaciones mas altas son de mostaza y rosa amarilla en algunas parcelas se encontraron más de 80

individuos por m^2, respectivamente, aunque es importante resaltar que en todas las parcelas de los tratamientos aplicados hubo presencia de todas las malezas de hoja angosta y hoja ancha en mayor ò menor población.

Cuadro 2.- Plantas por m^2 de zacate jhonson (SORHA), zacate pegaropa (SETVE), grama (CYNDA), olotillo (ACAOS), rosa amarilla (ALDDE), borraja (SONOL) y mostaza (BRACA) antes de la aplicación de los tratamientos herbicidas. Ciclo P-V 2024.

Tratamiento	**Plantas por m^2**						
	SORHA	SETVE	CYNDA	ACAOS	ALDDE	SONOL	BRACA
1	4	16	10	6	44	4	14
2	2	8	2	6	36	2	28
3	6	4	3	16	28	4	86
4	4	2	2	8	66	2	16
5	4	4	2	8	20	4	10
6	2	2	3	36	56	2	28
7	24	8	2	16	86	6	14
8	2	4	2	18	24	2	12
$\bar{X}$	**6.0**	**6.0**	**3.25**	**14.25**	***45.0***	**3.25**	***26.0***

En el cuadro 3 se presenta el porcentaje de control a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas en las malezas de hoja angosta presentes en el lote experimental y se observa que en relación al zacate Jhonson los tratamientos 1).- Testigo limpio, 2).- Glifosato a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex, 3).- Glufosinato de amonio a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex son los que presentan los mejores porcentajes de control con arriba del 85% otro grupo de tratamientos con buenos controles lo conforman los tratamiento 4).- Bioherbicida 2 a dosis de 15 mL/L de agua, 5).- Atrazina + Terbutrina +s-metolaclor a dosis ha^{-1} de 3.0 + 3.0 L, y 7).- Bioherbicida 3 a dosis de 15 mL/L de agua, presentan controles de 80 a 85 % y el tratamiento del testigo sin aplicar presenta el control más bajo. En relación al control del zacate pegaropa el comportamiento de los tratamientos es similar, En relación al zacate grama el tratamiento, 1).- Testigo limpio, 2).- Glifosato a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex, 3).- Glufosinato de amonio a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex son los que presentan los mejores porcentajes de control con arriba del 85% otro grupo de tratamientos con controles regulares lo conforman los tratamiento 4).- Bioherbicida 2 a dosis de 15 mL/L de agua, 5).- Atrazina + Terbutrina +s-metolaclor a dosis ha^{-1} de 3.0 + 3.0 L,6).- Tembotrione + Foramsulfuron+ iodosulfuron a dosis ha^{-1} de 300 mL + 150 g y 7).- Bioherbicida 3 a dosis de 15 mL/L de agua, presentan controles de 60 a 75% y el tratamiento del testigo sin aplicar presenta el control más bajo. Los tratamientos con mejor control estuvieron arriba de 87% que es el mínimo requerido por la EWRS para catalogarse como un control aceptable.

Cuadro 3.- Porcentaje de control de zacate Johnson (SORHA), zacate pegaropa (SETVE), grama (CYNDA). a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas. Ciclo P-V 2024.

No.	Tratamiento	Dosis de m. c. por ha	Porcentaje de control por especie		
			SORHA	SETVE	CYNDA
1	Testigo Limpio		100	100	100
2	Glifosato	3.0 L	95	90	90
3	Glufosinato de Amonio	3.0 L	85	85	85
4	Bioherbicida 2	15 mL/L de agua	80	80	70
5	Atrazina + terbutrina + s-metolaclor	3.0 + 3.0 L	85	85	70
6	Tembutrione+ foransulfurom+ iodosulfuron	300 mL + 150 g	65	85	65
7	Bioherbicida 3	15 mL/L de agua	80	82	75
8	Testigo Enhierbado		0	0	0

m.c. = material comercial. A todos los tratamientos herbicidas se les adiciono Inex al 0.5% v/v .

En relación a las hoja anchas el olotillo el tratamiento, 1).- Testigo limpio, 2).- Glifosato a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex y 5).- Atrazina + Terbutrina +s-metolaclor a dosis ha^{-1} de 3.0 + 3.0 L son los que presentan los mejores porcentajes de control con arriba del 90% otro grupo de tratamientos con buenos controles lo conforman los tratamiento 4).- Bioherbicida 2 a dosis de 15 mL/L de agua, 3).- Glufosinato de amonio a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex,6).- Tembotrione + Foramsulfuron+ iodosulfuron a dosis ha^{-1} de 300 mL + 150 g y 7).- Bioherbicida 3 a dosis de 15 mL/L de agua, presentan controles de 65 a 82 % y el tratamiento del testigo sin aplicar presenta el control más bajo. En relación a la rosa amarilla, borraja y mostaza el comportamiento de los tratamientos es similar, a excepción del testigo enhierbado que su porcentaje de control es 0%. Los tratamientos con mejor control estuvieron arriba de 87% que es el mínimo requerido por la EWRS para catalogarse como un control aceptable.

Cuadro 4.- Porcentaje de control de olotillo (ACAOS), rosa amarilla (ALDDE), borraja (SONOL) y mostaza (BRACA) a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas. Ciclo P-V 2024.

No.	Tratamiento	Dosis de m. c. por ha	Porcentaje de control por especie			
			ACAOS	ALDDE	SONOL	BRACA
1	Testigo Limpio		100	100	100	100
2	Glifosato	3.0 L	85	85	90	90
3	Glufosinato de Amonio	3.0 L	82	80	85	85
4	Bioherbicida 2	15 mL/L de agua	80	75	80	85
5	Atrazina + terbutrina + s-metolaclor	3.0 + 3.0 L	95	90	90	95
6	Tembutrione+ foransulfurom+ iodosulfuron	300 mL + 150 g	65	65	70	70
7	Bioherbicida 3	15 mL/L de agua	75	75	80	85
8	Testigo Enhierbado		0	0	0	0

m.c. = material comercial. A todos los tratamientos herbicidas se les adiciono Inex al 0.5% v/v .

CONCLUSIONES

Los mejores tratamientos para el control del complejo de malezas presentes en el cultivo de maíz en aplicaciones de presiembra son: Testigo limpio a mano, Glifosato a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex y Glufosinato de amonio a dosis ha^{-1} de 3.0 L + 0.5% de Inex.

El tratamiento de Atrazina + Terbutrina +s-metolaclor a dosis ha^{-1} de 3.0 + 3.0 L en aplicación de premergencia a la maleza y al cultivo y el tratamiento de Tembotrione + Foramsulfuron+ iodosulfuron a dosis ha^{-1} de 300 mL + 150 g aplicado en postemergencia a la maleza y al cultivo son buenas opciones para tener un buen manejo de malezas en el cultivo de maíz en el bajío.

Los tratamientos Bioherbicida 2 a dosis de 15 mL/L de agua y Bioherbicida 3 a dosis de 15 mL/L de agua. Son buenas opciones para el control de la maleza en postemergencia a la maleza, pero no al cultivo, una desventaja que presentan es que para tener un buen control deben de aplicarse en estadios muy temprano de desarrollo de la maleza a más de 5 cm de altura de la maleza su porcentaje de control disminuye.

BIBLIOGRAFÍA

De Prado, R. Y Jorrin, V.J. 2001.-Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI. U. De Córdoba, Servicio de Publicaciones. Córdoba, España-

Frans, R.; R. Talbert, D. Marx y H. Crowley 1986. Experimental desing and tecchniques for measuring and analyzing plant response to weed control practices. In: Research methods in weed science. Ed. N.D, Camper. Pp 29-46, Southern Weed Science Society.

Kapusta G., R.F. Krausz, M. Khan y J.L. Matthews. 1994. Effect of Nicosulfuron Rate, Adjuvent, and Weed Size on Annual Weed Control in Corn (Zea mays). Weed Technology 8:696-702.

Rahman A. y T.K. James. 1994. Enhaced Activity of Nicosulfuron in Combination With Soil Applied Insecticides in Corn (Zea Mays). Weed Technology 7:824-829.

Rosales R.E. 1993. Postemergence Shattercane (Sorghum bicolor) control in Corn (Zea mays) in Northern Tamaulipas, México. Weed Technoloy 7:830-834.

Simpson D.M., K.E. Diehl y E.W. Stoller. 1994. 2,4-D Safening of Nicosulfuron and Terbufos Interaction in Corn (Zea Mays). Weed Technology 8:547-552.

SIAP.2024. Subsecretaria de Agricultura. SAGARPA. México.

184

EFECTO DE LA TRIFLURALINA INYECTADA AL SUELO EN EL CRECIMIENTO DEL AJO (*Allium sativum* L.). (Oral)

G. Martínez[1]
[1]Campo Experimental Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. martinez.gerardo@inifap.gob.mx

Resumen: El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de trifluralina inyectada a diferentes profundidades en el suelo en el desarrollo del ajo. La dosis de trifluralina evaluada fue de 2.5 kg/ha. Las profundidades de inyección fueron 20, 30 y 40 cm; además se tuvo un testigo sin herbicida. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con seis repeticiones, con una unidad experimental de dos plantas. No se encontró efecto de los tratamientos en la altura ni en el número de hojas durante el crecimiento del ajo. Tampoco se encontró efecto de los tratamientos en el peso del follaje y peso de los bulbos.
Palabras clave: raíces, bulbo, fitotoxicidad.

INTRODUCCIÓN

La incidencia de maleza es uno de los problemas fitosanitarios más importantes en el ajo debido que este cultivo tiene una baja capacidad competitiva y un largo periodo de crecimiento (MARTINEZ, 2023a; MARTINEZ, 2023b). Entre las especies de maleza más dañinas en los cultivos anuales en el Noroeste de México está la correhuela perenne, hierba que rebrota cada vez que se hace una eliminación manual (MARTINEZ, 2003). Las escardas mecánicas y manuales son usualmente el método de control de maleza en ajo, requiriéndose de alrededor de seis desmalezamientos en los cuales se utilizan alrededor de 30 jornales por ha. Es importante mencionar que bajo un esquema de alta densidad, en que la distancia entre hileras puede ser menor de 10 cm, el eliminar la maleza mediante estos métodos puede dañar al cultivo. Algunos herbicidas preemergentes controlan maleza anual (CABRERA-QUELLHUA, 2016), y también podrían controlar las poblaciones de correhuela perene procedentes de semilla pero no las de rizomas.

El herbicida trifluralina ha sido utilizado para el control de correhuela perenne en cultivos anuales y perennes, ya sea incorporado al suelo o inyectado (LANGE *et al*., 1972). En un trabajo llevado a cabo en la Costa de Hermosillo se encontró que cuando este herbicida fue incorporado al suelo en las dosis recomendadas causó una reducción del crecimiento del ajo. Cuando el herbicida fue inyectado a 10 cm de profundidad en el suelo, en dosis de 2.5 kg/ha, controlo el 100% de correhuela pero también redujo el crecimiento del ajo (Martínez, 2025).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de trifluralina inyectada a diferentes profundidades en el suelo en el desarrollo del ajo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Costa de Hermosillo en el ciclo 2024/2025.

Los tratamientos evaluados fueron las siguientes profundidades de inyección de la trifluralina a dosis de 2.5 kg/ha: 20, 30 y 40 cm. Además se tuvo un testigo sin herbicida. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con seis repeticiones con una unidad experimental de dos plantas.

Para simular la inyección de trifluralina que se lleva a cabo con el uso de una cuchilla treflanera primeramente se hicieron excavaciones distanciadas entre sí en un metro. Cada excavación tenía un diámetro de 30 cm y 45 cm de profundidad. Posteriormente se incorporó la tierra necesaria para hacer la aplicación a las profundidades indicadas. Después de la aplicación se llenó completamente cada excavación con la misma tierra removida.

La aplicación del herbicida se realizó con una mochila manual. Después de llenar las excavaciones con la tierra se procedió a trasplantar dos plantas de ajo que tenían hojas de 1 cm de longitud y algunas raíces. La fecha de trasplante fue el 11 de octubre de 2024.

El suelo del lote experimental fue franco limoso con 25% de arcilla, 22% de limo y 43% de arena, pH de 7.56, sin problemas de salinidad y con 216 ppm de sodio. En general el contenido nutricional del suelo fue superior al óptimo. La irrigación se llevó a cabo por goteo, utilizando los coeficientes de cultivo sugeridos por la Universidad de California, aunque al final de la fase de crecimiento del bulbo aumentó el riego para evitar tensiones hídricas del suelo mayores de 60 cb.

Se realizaron evaluaciones de altura y número de hojas del ajo en el ciclo de crecimiento del cultivo. A la cosecha, realizada el 5 de abril de 2025, se evaluó el peso del follaje del ajo y peso del bulbo. El 24 de marzo de 2025 se detectó una necrosis del follaje causada estrés hídrico debido a un incremento de las temperaturas. Se realizó una evaluación visual de porcentaje de necrosis foliar en cada una de las plantas.

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la prueba DMS al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró efecto de los tratamientos en la altura ni en el número de hojas de ajo en las fechas de evaluación (Tablas 1 y 2). Lo anterior indicó que en ninguna de las profundidades de inyección el herbicida trifluralina afectó el crecimiento del cultivo. Lo anterior difiere con los resultados en los que se señala que la misma dosis de herbicida afectó el crecimiento del ajo cuando fue inyectado a 10 cm de profundidad (Martínez, 2025). Tampoco se encontró diferencia de la necrosis foliar entre los tratamientos, lo que indicó que la absorción de agua por las raíces fue similar en cualquiera de las profundidades de inyección del herbicida (Tabla 3). Si hubiese habido una reducción de la cantidad de raíces por alguno de los tratamientos con el herbicida podría esperarse un mayor daño en lo tratamientos con menor densidad radical, cosa que no ocurrió.

No se encontró efecto de los tratamientos en el peso del follaje ni peso de los bulbos (Tabla 3). El herbicida trifluralina inhibe la formación de raíces y esto afecta el desarrollo vegetativo y reproductivo de las plantas. Por lo tanto es posible que ninguno de los tratamientos afectó el desarrollo radical cuando se inyectó a las profundidades indicadas.

Los resultados del crecimiento del ajo, expresado en número de hojas y altura, así como los de cosecha indican que el herbicida trifluralina puede ser inyectado a cualquiera de las profundidades evaluadas sin tener riesgos de fitotoxicidad.

Tabla1. Efecto de trifluralina inyectada en el suelo en la altura de ajo.

Profundidad de inyección (cm)	Altura del ajo (cm)		
	30/12/2024	8/2/2025	8/3/2025
20	35.2	51.1	57.6
30	35.6	50.7	56.9
40	36.9	55.1	63.3
Testigo	34.2	56.5	59.9
	NS	NS	NS

Tabla 2. Efecto de trifluralina inyectada en el suelo en el número de hojas de ajo.

Profundidad de Inyección (cm)	Número de hojas		
	30/12/2024	8/2/2025	8/3/2025
20	6.54	7.18	7.72
30	6.27	7.80	7.41
40	6.00	7.63	8.00
Testigo	5.75	7.66	7.12
	NS	NS	NS

Tabla 3. Porcentaje de necrosis foliar y peso de follaje y bulbos bajo los tratamientos de profundidad de inyección de trifluralina.

Profundidad de inyección (cm)	Necrosis foliar %	Peso del follaje (g)	Peso del bulbo (g)
20	40.8	27.48	37.8
30	37.0	22.63	37.4
40	38.5	22.52	35.6
Testigo	32.9	23.95	42.8
	NS	NS	NS

CONCLUSIONES

La trifluralina, en la dosis de 2.5 kg/ha, inyectada a una profundidad de 20 o más centímetros de profundidad no causó ningún daño al cultivo del ajo.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA-QUELLHUA, G. (2016). Herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. Napurí bajo condiciones de la Molina. Tesis ingeniero agrónomo. La Molina. Facultad de Agronomía. Perú. 80 p.

LANGE, A.H.; AGAMALIAN, H.: DONALDSON, D.R.; ELMORE, C.L.; HAMILTON, W.D.; LEONARD, O.A.; KEMPEN, H.M. (1972). Bindweed control in vineyards. A progress report. Agricultural Extension. University of California. 13 p.

MARTINEZ-DÍAZ, G. (2023). La correhuela perenne. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 5. 172p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023a). Manejo de maleza en los cultivos del Desierto de Sonora. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 18. 108 p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2023b). La maleza en ajo (*Allium sativum* L.) y su manejo. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 17. 106 p.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G. (2025). CONTROL DE CORREHUELA PERENNE (*Convolvulus arvensis*) CON TRIFLURALINA EN AJO (*Allium sativum*). Memoria del XLVI Congreso de SOMECIMA. (artículo en extenso enviado).

Summary: The objective of this work was to determine the effect of trifluralin inyected at different soil depths on garlic development. Trifluralin rate was 2.5 kg/ha. Soil depths injections were made at 20, 30 and 40 cm; in addition, there was a control without the herbicide. Treatments were distributed in a completely random design with six replications and the experimental unit had two plants. There was no effect of the treatments on height or leaves number during garlic growth. There was also no effect of the treatments on foliage nor on bulb weight.

Key words: root, bulb, phytotoxicity.

GLUFOSINATO Y BIOHERBICIDAS PARA EL CONTROL DE HUIROTE (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.) **EN NOGAL PECANERO (Oral)**

G. Martínez[1]
[1]Campo Experimental Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. martinez.gerardo**@inifap.gob.mx**

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de glufosinato y dos bioherbicidas en dos dosis, solos o en combinación con sulfato de amonio en el control de huirote (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.). El trabajo se llevó a cabo en un huerto de nogal del Campo Experimental de la Costa de Hermosillo, Sonora. Las dosis de los bioherbicidas fueron 3 y 6% aplicadas solas o en combinación con sulfato de amonio al 2%; además se tuvieron dos tratamientos con glufosinato a 1.12 y 2.24 kg/ha, un testigo comercial, un testigo absoluto y la aplicación de sulfato de amonio al 2%. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 4x10 m que contenía un árbol de nogal. Los resultados mostraron que cuando a la solución de los bioherbicidas al 3 % se les adicionó sulfato de amonio, el control de huirote a los 15 dda aumentó significativamente. El control de huirote fue satisfactorio en cualquiera de las dosis de los bioherbicidas en los primeros 60 dda, al igual que el obtenido con el testigo comercial. El control de huirote con glufosinato 1.12 kg/ha fue excelente y superior al testigo comercial y bioherbicidas, en los primeros 30 dda.
Palabras clave: *Funastrum heterophyllum*, Desierto de Sonora, extracto vegetal.

INTRODUCCIÓN

El huirote es una planta perenne, con jugo lechoso y con largos tallos volubles, de 3 a 12 metros de largo, que se reproduce por semillas y por medio de rizomas horizontales. Las hojas se encuentran en pares, delgadamente cubiertas con cortos pelos o sin ellos. Infesta cultivos perennes como nogal, cítricos, vid y olivo en la Costa de Hermosillo y Caborca, Sonora (MARTÍNEZ-DIAZ, 1999; MARTINEZ-DIAZ y JIMÉNEZ-LEON, 2007). La especie de huirote presente en la Costa de Hermosillo, Sonora se identificó como (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.), que contrasta con el nombre que se le había asignado, *Sarcotemma cynanchoides* (Asclepiadaceae) (MARTINEZ, 2024).

La cobertura del huirote encontrada en huertas jóvenes de nogal pecanero en la Costa de Hermosillo fue de 0.24 % mientras en huertas adultas fue de 3.08 %. Las huertas con riego rodado presentaron una cobertura de 1.44 % mientras que en las de riego presurizado fue de 4.8% (MARTINEZ-DIAZ y JIMËNEZ-LEON, 2007).

La cobertura del huirote puede aumentar en las huertas ya que sin ausencia de competencia, sin laboreo en el suelo y provisto de buena irrigación la convierte en una especie con mayor capacidad invasiva.

Los bioherbicidas han demostrado ser una opción viable para el control de algunas malezas anuales. Sin embargo, para el control de maleza perenne el control por esos herbicidas ha resultado ser muy bajo y por lo tanto inaceptable. En efecto, un estudio en la Costa de Hermosillo, Sonora, presentó que un bioherbicida que se aplicó por hectárea en dosis de 500 g extracto *D. stramonium* + 2100 g extracto plantas alelopáticas+ 100 g metabolitos de *Puccinia* + 300 g aceite de coco y 500 g extracto *D. stramonium* + 1900 g extracto plantas alelopáticas+ 750 g toxinas de *Puccinia* + 1000 g resina de pino no iónica, tuvo un control inferior 50% del zacate bermuda en los primeros 45 días después de la aplicación (Martínez Díaz, *et al*., 2021). En contraste, otro estudio llevado a cabo en la Costa de Hermosillo presentó que este mismo bioherbicida, cuando se aplicó al 1.5% bañando hasta escurrimiento, a plantas de coquillo púrpura, redujo en más del 70% el peso de las plantas a los 60 días después de la aplicación. El control visual fue de 80% a los 60 dda (MARTÍNEZ, 2023).

El huirote fue controlado en 80% por glifosato en dosis de 2 kg/ha y toleró las aplicaciones en dosis comerciales de glufosinato, paraquat y MSMA, así como de bioherbicidas en dosis 2X (MARTÍNEZ, 2024).

Tamayo *et al.,* (2024) mencionaron que solo uno de cuatro bioherbicidas en 2 L/ha aportó un control aceptable (89%) de correhuela perenne a los 21 dda. Sin embargo, CISNEROS *et al.,* (2023) mencionaron que cuando aplicaron un bioherbicida en dosis de 8 L/ha el control de *Convolvulus arvensis, Solanum elaeagnifolium y Cynodon dactylon* fue de 62, 63 y 74 % respectivamente. El control obtenido con glifosato 2 L/ha para las mismas especies fue de 64, 63 y 85%.

Los resultados anteriores indican que es posible alcanzar controles aceptables hasta por dos meses con la aplicación de los bioherbicidas que tienen los ingredientes activos mencionados, en especies perennes, siempre que se apliquen bajo la dosis adecuada.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de glufosinato y dos bioherbicidas en dos dosis, solos o en combinación con sulfato de amonio en el control de huirote (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en una huerta de nogal localizada en el Campo Experimental Costa de Hermosillo. El huerto, que se irriga por goteo, presenta una infestación de 26% de huirote, aunque también existen otras especies de maleza.

Los tratamientos herbicidas aplicados en el experimento se presentan en la Tabla 1.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental medía 4 x 10 m y tenía un árbol de nogal.

La aplicación de herbicidas se realizó el 26 de agosto de 2024, con una aspersora motorizada equipada con boquillas 12001 y utilizando un gasto de 312 litros

de agua por ha. Previamente a la aplicación había realizado una poda a la maleza y al momento de la aplicación las guías de huirote medían 15 cm de longitud.

Las evaluaciones del control de maleza se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 dda utilizando una escala porcentual.

Se realizó una trasformación arcsin de los datos para llevar a cabo los análisis estadísticos. Se efectuó el análisis de varianza y una comparación de medias utilizando la prueba DMS al 0.05.

Tabla 1. Tratamientos evaluados para el control de huirote (*Funastrum heterophyllum*), en la Costa de Hermosillo. 2024.

Herbicida y dosis	Sulfato de amonio %
BH1 3%	0
BH1 3%	2%
BH1 6%	0
BH1 6%	2%
BH2 3%	0
BH2 3%	2%
BH2 6%	0
BH2 6%	2%
Glufosinato 1.12 kg i.a./ha	-
Glufosinato 2.24 kg i.a./ha	-
Testigo comercial	2%
No herbicida	SA 2%
Testigo absoluto	-

Bioherbicida 1: Aceite de conífera 400 g, extracto de *Datura stramonium* 100 g, extracto de plantas alelopáticas 420 g, metabolitos de *Puccinia spp*. 20 g, aceite de coco no hidrogenado 60 g. Bioherbicida 2: Ácidos orgánicos enzimáticos 100 gramos**,** extracto de plantas alelopáticas 380 g, toxinas de *Puccinia spp* 150 g*,* resina de pino no iónica 200 g de y 300 g de diluyente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de varianza realizados se encontró que en las cuatro fechas de evaluación hubo efecto de los tratamientos en el control de huirote.

Se encontraron cinco grupos estadísticos de los tratamientos a los 15 dda (Tabla 2). Los mejores tratamientos fueron los de glufosinato, tratamientos que sin importar dosis fueron diferentes al resto de los tratamientos. Solo los tratamientos de glufosinato aportaron un control aceptable del huirote.

En la evaluación realizada a los 30 dda se encontraron cinco grupos estadísticos. Todos los tratamientos aportaron controles con diferente grado de aceptabilidad, con excepción de SA. Los mejores tratamientos fueron los de glufosinato sin importar dosis, los cuales se diferenciaron del resto de los tratamientos y conformaron un grupo estadístico. El siguiente grupo estuvo conformado por BH1 3% + SA, BH1 6%, BH2 3%, BH2 6%, BH2 6% + SA y testigo comercial. La dosis de 3 % de BH2 sin SA aportó un control similar a BH1 3% + SA, indicando que no es necesario duplicar la dosis para alcanzar el mismo nivel de control, solo se necesita adicionar SA a la solución del

bioherbicida al 3%. El incremento de control de maleza al adicionar SA a BH1 se encontró previamente en la aceitilla (*Bidens pilosa*) (MARTINEZ, 2024).

Tabla 2. Control de huirote por los tratamientos de bioherbicidas aplicados en diferentes dosis.

Tratamiento	Control %			
	15 dda	30 dda	45 dda	60 dda
BH1 3%	23 b	82 b	62 b	90 bc
BH1 3% + SA 2%	37 bcd	88 cd	88 c	78 b
BH1 6%	28 bc	87 bcd	75b c	97 c
BH1 6% + SA 2%	50 d	83 bc	89 c	92 bc
BH2 3%	47 cd	88 cd	72 bc	83 bc
BH2 3% + SA 2%	53 d	85 bc	87 c	92 bc
BH2 6%	53 d	90 cd	88 c	88 bc
BH2 6% + SA 2%	40 bcd	92 d	86 bc	93 bc
Glufosinato 1.12 kg i.a./ha	97 e	96 e	72 bc	72 b
Glufosinato 2.24 kg i.a./ha	99 e	99 e	83 bc	87 bc
Testigo comercial	40 bcd	88 bcd	92 c	92 bc
SA 2%	0 a	0 a	0 a	0 a
Testigo absoluto	0 a	0 a	0 a	0 a

En la evaluación realizada 45 dda los grupos estadísticos se redujeron a tres. Todos los tratamientos aportaron un control similar, con excepción de BH1 3%. Al adicionar SA a BH1 3% se incrementó significativamente el control de huirote. Se encontró la misma tendencia con BH2 3% pero no hubo diferencia estadística entre el tratamiento con SA y el tratamiento sin SA. Cabe señalar que no se encontró ningún daño al huirote al aplicar solo SA.

En la evaluación realizada 60 dda también se encontraron tres grupos estadísticos. En esta evaluación todos los tratamientos aportaron un control aceptable, con excepción de BH1 3% + SA 2% y glufosinato 1.12 kg/ha. También se observó una tendencia a obtener un mayor control de huirote al adicionar SA al bioherbicida 2 3%.

El incremento de la dosis de los bioherbicidas de 3 a 6% no trajo consigo un importante aumento en el control de huirote (Tabla 3). Los bioherbicidas presentaron un bajo control en la primera evaluación realizada a los 15 dda. Posteriormente el control se incrementó y se mantuvo estable hasta los 60 dda. Lo anterior contrasta con la dinámica de control ejercida por glufosinato que presentó sus más altos niveles de control en los primeros 30 días pero después dicho control declinó. Esta declinación en el control fue más alta en la dosis de 1.12 kg/ha que con la de 2.24 kg/ha. En contraste, el testigo comercial presentó un bajo control a los 15 dda para después aumentar y mantenerse alto hasta los 60 dda,

Los resultados anteriores indican que los bioherbicidas evaluados tienen un comportamiento parecido al testigo comercial, lo cual indica que existe algún grado de sistemicidad en alguno de los componentes de estos bioherbicidas. Lo anterior ya ha sido reportado por MARTÍNEZ, (2023) y (2024) para el caso de dos especies perennes: el coquillo púpura (*Cyperus rotundus*) e istafaite (*Ambrosia confertiflora*).

Tabla 3. Control de huirote por las diferentes dosis de bioherbicidas.

Tratamiento	Control %			
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA
BH1 3%	30	85	75	84
BH1 6%	39	85	82	94
BH2 3%	50	87	80	88
BH2 6%	47	91	87	91
Glufosinato 1.12 kg/ha	97	96	72	72
Glufosinato 2.24 kg/ha	99	99	83	87
Testigo comercial	40	88	92	92

Al considerar a los datos de los dos bioherbicidas en conjunto, en la primera y tercera evaluación, se encontró que hubo un incremento del control del huirote al adicionar SA a estos bioherbicidas, especialmente cuando se utilizó la dosis de 3% (Tabla 4). Este comportamiento no se encontró en las otras fechas de evaluación. El sinergismo entre el bioherbicida 1 y SA también fue detectado por MARTÍNEZ (2024) para acetilla (*Bidens pilosa*).

Tabla 4. Control de huirote por los bioherbicidas en combinación con SA.

Tratamiento	Control %			
	15 dda	30 dda	45 dda	60 dda
BH 3%	35	85	67	86
BH 3% + SA	45	87	88	85
BH 6%	41	89	82	93
BH 6% + SA	45	88	88	93
SA	0	0	0	0

CONCLUSIONES

El control de huirote con glufosinato es excelente y superior al testigo regional y bioherbicidas durante el primer mes después de la aplicación.

El control de esta maleza puede ser satisfactorio y equivalente al testigo comercial con los bioherbicidas en dosis de 3%, siempre y cuando se adicione sulfato de amonio a la mezcla.

BIBLIOGRAFÍA

CISNEROS, M.E.; ESPINOZA, M.E.; VALVEZ, M.A. (2023). Efecto de la dosis de un bioherbicida comercial en el control de malezas en presiembra: norte de Tamaulipas. XLIV Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. 17-27.

MARTÍNEZ-DIAZ, G. (1999). Levantamiento ecológico de malezas de verano en los cultivos de la Costa de Hermosillo. XIX Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. p:11.

MARTÍNEZ, G. (2023). Control del coquillo púrpura (*Cyperus rotundus L.*) con bioherbicidas. XLIV Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Pp: 8-12.

MARTÍNEZ, G. (2024). Identificación y control de huirote (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.), en la Costa de Hermosillo, Son. Memoria del XLV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Pp:10-15.

MARTÍNEZ, G. (2024). Control químico de istafiate (*Ambrosia confertiflora* L.), en Hermosillo, Sonora. Memoria del XLV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Pp:21-27.

MARTÍNEZ, G. (2024). Identificación y control de aceitilla (*Bidens pilosa* L.) con un bioherbicida, en Hermosillo, Sonora. Memoria del XLV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Pp:28-34.

MARTÍNEZ-DÍAZ, G.; JIMÉNEZ, J. (2007). Composición florística de las huertas de nogal en México. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico 8.180 p.

MARTÍNEZ-DÍAZ. G.; LÓPEZ-CARBAJAL, A.; FIERROS-LEYVA, G.; BURBOA-CABRERA, F.; NÚÑEZ-MORENO, H.; VIEIRA DE FIGUEIREDO, F. (2021). Efecto de herbicidas alternativos al glifosato en el control de zacate bermuda en nogal pecanero. XLII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Pp: 50-54.

TAMAYO, L.M.; GARCÍA, H.A.; PARRA, I.; Y LEÓN, J.R. (2024). Eficacia de bioherbicidas en presiembra de trigo sobre el control de correhuela *Convolvulus arvensis* L en el sur de Sonora. 182-187.

Summary: The objective of this work was to evaluate the effect of glufosinate and two bioherbicides at two rates, alone or mixed with ammonium sulphate to control milkweed (*Funastrum heterophyllum* (Engelm. Ex Torr.) Standl.). The work was conducted in a pecan orchard in the Experimental Station Costa de Hermosillo, Sonora. Bioherbicide rates were 3 and 6% alone or mixed with ammonium sulphate at 3%, while glufosinate rates were 1.12 y 2.24 kg/ha. In addition there was a commercial check, an absolute check and a treatment of ammonium sulphate at 2%. Treatments were distributed in a completely randomized block design with three replications. The experimental unit was a plot of 4x10 m with a pecan tree. Milkweed control 15 DAA, with the two bioherbicides at 3%, was enhanced when ammonium sulphate at 2% was added. Milkweed control during the first 60 days was satisfactory with any bioherbicide rate and was similar to the control obtained by the commercial treatment. Milkweed control in the first 30 DAA was excellent with glufosinate, and it was higher than with the bioherbicides and commercial treatment.

Key words: *Funastrum heterophyllum*, Sonoran Desert, plant extract.

MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE NOGAL (*Juglans regia)* MEDIANTE CONTROL QUÍMICO Y MECÁNICO (Oral)

J. D. Félix Gutiérrez[1], A.R. Ceballos Chávez*[2], C, S. Chávez Tiznado[2], D.M Mc Cahugey Espinoza[3 y] N.A Vidal Martinez[4]

Universidad Tecnológica de la Babícora-Departamento de Agricultura Sustentable y Protegida. Carretera Soto Máynez – Gómez Farias, Col. Oscar Soto Máynez, C.P. 31963, Namiquipa, Chihuahua, México[1].

Universidad Tecnológica de la Tarahumara- Departamento de Ciencias Ambientales y Agricultura. Carretera Guachochi- Yoquivo, Col Turuseachi, C.P 33180, Guachochi, Chihuahua, Mexico[2]
aceballos@uttarahumara.edu.mx*
Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, México[3]
Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n Zona Universitaria C.P. 91090 Xalapa, Veracruz, México[4]

Resumen: Las malezas en el cultivo de la nuez obstaculizan el buen crecimiento y desarrollo, compitiendo por luz, agua y elementos minerales del suelo, que necesitan para crecer y reproducirse, principalmente en la etapa inicial postrasplante. El objetivo de este trabajo fue controlar y manejo de maleza de manera efectiva sustentable para optimizar el crecimiento, la productividad y calidad del cultivo de nogal (*Juglans regia*). Se inicio por reducir la densidad de diferentes malezas con tratamientos químicos (Coloso total, Labor 360 y Agramina 480), y métodos mecánicos (el güiro y rastra) evaluadas con nueve tratamientos incluyendo el testigo y 11 variedades de malezas, evaluados en cuatro parcelas, para ello se evaluó mediante un diseño experimental de Bloques completamente al azar (DBO). Como resultados se obtuvo una cobertura de área de 150 m^2 en todas las parcelas dando una respuesta en el tratamiento de rastra con el herbicida por contacto Agramina 480, disminuyendo en un 89.12 % de cobertura del área total, respecto al uso del güiro se considera el mejor tratamiento de güiro y el herbicida sistémico labor 360 con 77% de disminución, además que el uso del güiro elevó las infestaciones de malezas en un 142% , además, se consideran las especies *Sporobulus airoides, Sorghum halepense, Cenchrus echinatus*, *Chenopodium álbum* y *Amaranthus hybridus* como las más resistentes. Por lo tanto, es recomendable realizar las labores culturales como uso de la rastra pueden complementar el uso de herbicidas químicos creando una estrategia de control integrado de malezas mucho más efectiva y sostenible.

Palabras clave: Herbicida, nuez, recomendaciones, tipos de control

INTRODUCCIÓN

El cultivo de nogal (*Juglans regia*) desempeña un papel fundamental en la agricultura global debido a su importancia económica, social y ambiental. Este árbol es altamente apreciado tanto por su fruto, la nuez, como por su madera, la cual es utilizada en diversos sectores industriales. En México, el nogal ha adquirido un lugar preponderante, particularmente en regiones como el estado de Durango, donde su producción ha impulsado significativamente la economía local y ha generado una fuente vital de ingresos para comunidades agrícolas. Este cultivo no solo abastece la creciente demanda nacional, sino que también tiene un fuerte impacto en los mercados internacionales gracias a la alta calidad de las nueces producidas, posicionando a México como un importante competidor en la exportación de este producto (García-González *et al.,* 2020).

A pesar de su relevancia, la producción de nogal enfrenta diversos desafíos que amenazan su sostenibilidad y rendimiento. Uno de los problemas más apremiantes es la proliferación de maleza, malezas invasoras que compiten agresivamente con los nogales por recursos críticos como agua, nutrientes y espacio. Esta competencia puede reducir la disponibilidad de recursos esenciales, impactando directamente la salud de los árboles, el rendimiento de los huertos y, en última instancia, la rentabilidad del cultivo (De Jesús Espinoza Arellano *et al.,* 2019). Además, las altas densidades de maleza generan un aumento en los costos de producción debido a la necesidad de implementar medidas de manejo más intensivas, lo que representa una carga adicional para los agricultores.

Las malezas en el cultivo de la nuez obstaculizan el buen crecimiento y desarrollo, compitiendo por luz, agua y elementos minerales del suelo, que necesitan para crecer y reproducirse, principalmente en la etapa inicial postrasplante. Al igual las malezas son hospederos de plagas como áfidos, gusano de fruto, nematodos y minadores. También sirven de hospederos de enfermedades como *Alternaria brassicae*, *Cercospora beticola* y mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) (Seta *et al.,* 2021).

Por otro lado, los tratamientos químicos ofrecen una solución complementaria para enfrentar infestaciones densas, mediante la aplicación controlada de herbicidas, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue Controlar el manejo de maleza de manera significativa para optimizar el crecimiento, la productividad y calidad del cultivo de nogal (*Juglans regia*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación para el levantamiento de cobertura

Se realizó el levantamiento de coberturas de porcentaje el cual se llevó a cabo con un cuadrante de 1m x 1m utilizando los siguientes materiales (4 tubos de 1m de largo, 4 codos e hilo para marcar las divisiones).

Toma de muestreos

En cada cuadrante se extrajeron 5 muestras usando el 5 de oro o de igual manera el aleatorio, usando el cuadro ya mencionado y la tabla con la identificación de maleza.

Monitoreo en las áreas de practica

Se realizó un primer monitoreo a los 15 días de a aplicación en el área donde solo se pasó güiro y se aplicaron los tres herbicidas, de tal manera que se pudiera observar la diferencia entre los tratamientos aplicados (Noperi-Mosqueda, 2019). Se realizo un segundo monitorio a los 45 días de la aplicación donde significativamente disminuyo la cobertura de maleza en el área, la aplicación de los herbicidas se realizó en post emergencia de las malezas y un tercer monitoreo que se realizó cada 20 días después.

Diseño experimental

El Diseño experimental empleado para fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como resultados se obtuvieron un 33.48% de cobertura en un área de 150 m^2 lo cual en la segunda salió un 24.60% y en la tercera un 27.70% marcando significativamente un área infestada de maleza. Se tomará como referencia estos porcentajes al inicio ya que se dividirá en 4 segmentos cada tabla.

Comenzando con la tabla uno la cual consta de la combinación de método físico químico (rastra y herbicidas) disminuyendo a un 18.669% utilizando el implemento mecánico (rastra) y herbicida sistemático (Labor 360) (figura 1).

Logrando un 15.524% en la primera grafica que consta de combinación de método físico químico, utilizando güiro manual y herbicida sistemático (Labor 360). Logrando un disminuir un porcentaje significativamente la maleza en las diferentes pruebas.

En la segunda tabla se logró un 7.781% (figura 2) siendo el zacate Jonhson del que se logró más su erradicación implementando rastra con herbicida por contacto (Agramina 480), estos resultados coinciden los reportados por Delgado y Chávez. (2024) al realizar estudios respecto al control de malezas en el cultivo de plátano haciendo uso de la combinación de 2 herbicidas Ametrina y Glufosinato de Amonio, el resultado fue un notable nivel de efectividad del 96% en el control de malezas en el cultivo de 144 R plátano ofreciendo un mayor periodo de control. Estos resultados resaltan la importancia de considerar la combinación de herbicidas para lograr un control integral de malezas, así como la necesidad de monitorear continuamente la efectividad y resistencia de las malezas en el cultivo.

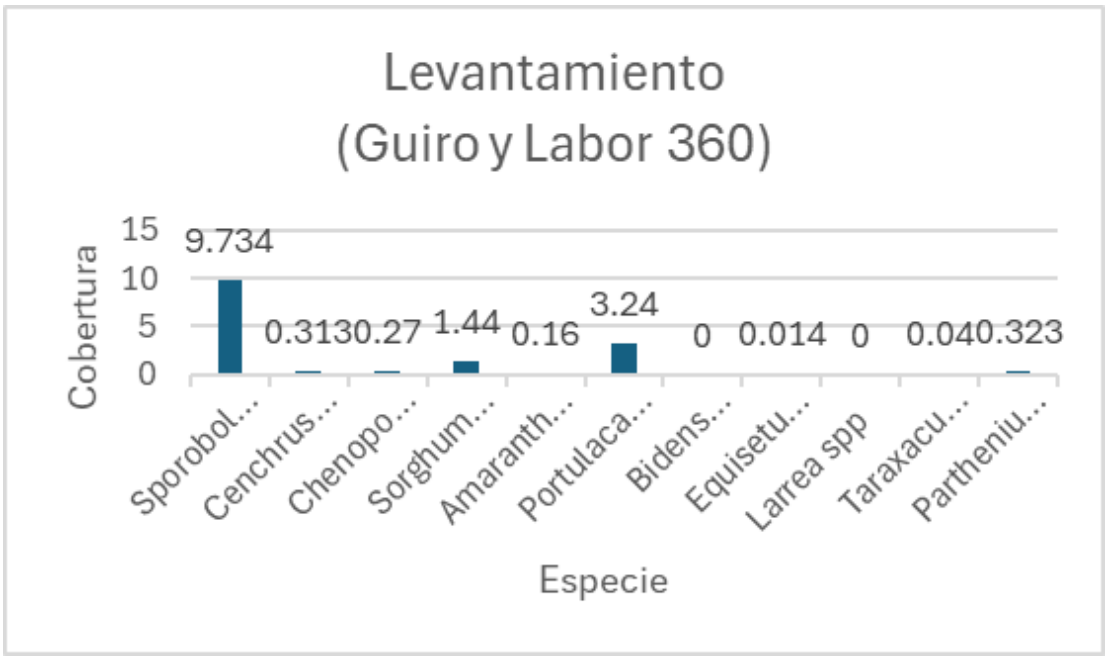


Figura 1. Tratamientos de güiro y Labor 360. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa (Tukey, α=0.05).

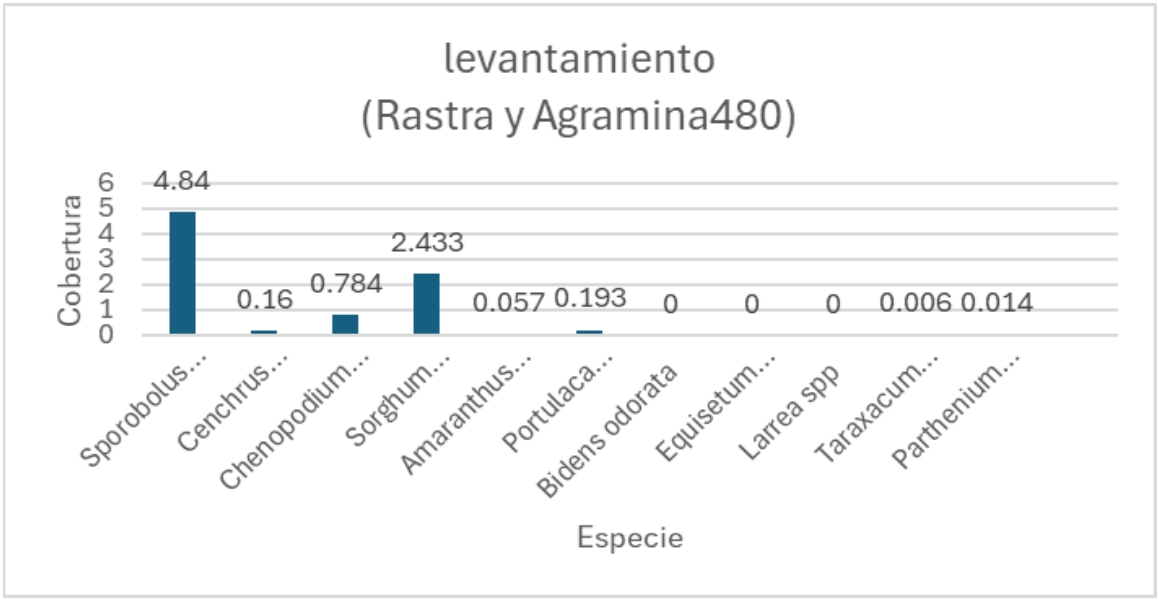


Figura 2. Tratamientos con rastra y Agramina 480. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa (Tukey, α=0.05).

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo demuestran que el uso de herbicidas químicos (Coloso total, Agramina 380 y Labor 360) en combinación con el uso de instrumentos mecánicos (rastra y güiro) por lo cual cabe mencionar que son altamente eficaz para reducir la población de malezas, especialmente en etapas tempranas de crecimiento.

Cabe mencionar que entre los levantamientos de datos realizados el que se tuvo con mayor eficacia fue el tercero ya que se pudo apreciar con mayor cuidado el efecto de la combinación del uso de los instrumentos mecánico con los herbicidas químicos aplicados, ya que también se tenía un mejor control del terreno por el trabajo de los dos levantamientos anteriores.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia quien me ha apoyado en el desarrollo de este proyecto que me ha dedicado el tiempo y los consejos necesarios para que pueda crecer de manera profesional y sobre todo personal, mis padres y hermanos que han sacrificado mucho para poder ayudarme.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA-GONZÁLEZ, C. G., PORRAS-FLORES, D. A., ARRAS-VOTA, A. M., PRIETO-AMPÁRAN, J. A., & RODRÍGUEZ, A. O. (2020). Evolución reciente de la producción de nuez pecanera en el Estado de Chihuahua, México: una revisión de las estadísticas agrícolas. *Agro Productividad*, *13*(3). https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1613

DELGADO, L. V. I., & CHÁVEZ, J. P. A. (2024). Evaluación técnica de métodos de control de arvenses en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Reincisol.*, *3*(5), 420-439. https://core.ac.uk/download/pdf/603932744.pdf

DE JESÚS ESPINOZA ARELLANO, J., VÁZQUEZ, M. G. C., CASTILLO, I. O., MOREJÓN, V. M. M., RAMOS, L. A. G., & HERNÁNDEZ, A. M. F. (2019). Factores socioeconómicos para mejorar la producción y comercialización de la nuez pecanera en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *10*(3), 551-561. https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1655

NOPERI-MOSQUEDA, l. c. (2019). Productividad, alternancia y calidad en nogal pecanero, como respuesta a nutrición mineral y orgánica (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Chihuahua). http://repositorio.uach.mx/342/

SETA, S. A., MOSCHINI, R., & DEL PILAR GONZALEZ, M. (2021). Modelos basados en variables meteorológicas para estimar el progreso epidémico de la bacteriosis del nogal en variedades de distinto comportamiento. *Summa Phytopathologica*, *47*(1), 16-20. https://doi.org/10.1590/0100-5405/234402

Summary: Weeds in walnut crops hinder proper growth and development by competing for light, water, and soil minerals, which are essential for growth and reproduction,

especially during the initial post-transplant stage. The objective of this study was to effectively and sustainably control and manage weeds to optimize the growth, productivity, and quality of walnut crops (*Juglans regia*). The study began by reducing the density of various weeds with chemical treatments (Coloso total, Labor 360, and Agramina 480) and mechanical methods (guiro and rastra). Nine treatments, including the control and 11 weed varieties, were evaluated in four plots using a completely randomized block design (DRD). As results, an area coverage of 150 m^2 was obtained in all plots, giving a response to the harrow treatment with the contact herbicide Agramina 480, decreasing by 89.12% of the total area coverage, regarding the use of güiro, it is considered the best treatment of güiro and the systemic herbicide Labor 360 with 77% decrease, in addition to the use of güiro raised weed infestations by 142%, in addition, the varieties *Sporobulus airoides, Sorghum halepense, Cenchrus echinatus, Chenopodium album* and *Amaranthus hybridus* are considered the most resistant. Therefore, it is advisable to carry out cultural tasks such as the use of the harrow can complement the use of chemical herbicides, creating a much more effective and sustainable integrated weed control strategy.

Keywords: Herbicide, nut, recommendations, types of control

CONTROL QUÍMICO Y MANUAL TARDÍO DE *Amaranthus spinosus* L. Y OTRAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL EN VERACRUZ

V. A. Esqueda Esquivel[1], O. H. Tosquy Valle[1], A. R. Ramírez Vera[2], P. Andrés Meza[2]

[1]Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, La Esmeralda, Medellín, Ver. esqueda.valentin@inifap.gob.mx; tosquy.oscar@inifap.gob.mx
[2]Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Campus Peñuela. Universidad Veracruzana. Calle Josefa Ortiz de Domínguez, camino Peñuela-Amatlán, s/n. Peñuela, Amatlán de los Reyes, Ver. ren_.rv@outlook.com; pandres@uv.mx

Resumen: La competencia de malezas es uno de los factores que más afectan el rendimiento del frijol. Para su control se utilizan tanto métodos manuales y mecánicos, como químicos, principalmente la aplicación postemergente de los herbicidas selectivos bentazona, fomesafen e imazethapyr. Se recomienda aplicar estos herbicidas en malezas pequeñas, durante sus primeras etapas de desarrollo. Sin embargo, por exceso de lluvia o falta de ella, no siempre es posible aplicarlos en la etapa más adecuada para su control. El objetivo de este trabajo fue determinar el control de los herbicidas postemergentes fomesafen, imazethapyr y bentazona y de deshierbes manuales aplicados en etapas de desarrollo tardío de *A. spinosus* en el cultivo de frijol. El experimento se estableció en el municipio de Medellín, Ver., en enero de 2024. Se utilizó el diseño de boques al azar con 10 tratamientos (fomesafen a 125, 187.5 y 250 g/ha; imazethapyr a 75, 100 y 150 g/ha; bentazona a 720 g/ha; uno y dos deshierbes manuales y un testigo sin aplicación). Los tratamientos se aplicaron cuando la altura de *A. spinosus* variaba entre 31 y 46 cm. Se evaluó el control de *A. spinosus* y otras especies de malezas, así como la toxicidad al frijol, a los 10, 22 y 30 días después de la aplicación (DDA). Fomesafen a 250 g/ha, así como imazethapyr desde 100 g/ha tuvieron controles eficientes de malezas hasta los 30 DDA. Con fomesafen desde 187.5 g/ha e imazethapyr a 150 g/ha se obtuvieron los mayores rendimientos de grano.
Palabras clave: Fomesafen, imazethapyr, bentazona, toxicidad, rendimiento

INTRODUCCIÓN

Las malezas son uno de los principales problemas para la producción de frijol en el estado de Veracruz, ya que si no se controlan adecuada y oportunamente compiten con el cultivo por agua, luz y nutrimentos, pudiendo reducir significativamente los rendimientos de grano. Aunque, existen malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas, estas últimas son las que dominan. Para controlar las malezas se pueden utilizar dos limpias mecánicas o manuales (ESQUEDA *et al*., 1997) o aplicar herbicidas selectivos

postemergentes, como bentazona, fomesafen e imazethapyr (SOLTANI *et al*., 2006; REHMAN *et al*., 2023). Bentazona controla malezas dicotiledóneas y ciperáceas anuales y perennes (SOLTANI *et al*., 2013); fomesafen se utiliza exclusivamente para el control de malezas dicotiledóneas (ESQUEDA *et al*., 2025), e imazethapyr, tiene efecto tanto en malezas dicotiledóneas como gramíneas (MARCHIORETTO y DAL MAGRO, 2017). La efectividad y selectividad de los herbicidas postemergentes es afectada por la dosis, la humedad del terreno al momento de la aplicación, así como del tamaño y desarrollo de las malezas (BELLINDER *et al*., 2003; MAFAKHERI *et al*., 2012). Generalmente, los herbicidas anteriormente indicados son más eficientes cuando se aplican sobre malezas en los primeros estados de desarrollo y altura de hasta 10 cm (ESQUEDA *et al*., 1992). Sin embargo, en ocasiones, los factores ambientales, especialmente periodos de lluvias constantes o falta de humedad en el suelo, pueden impedir la aplicación de los herbicidas cuando las malezas están pequeñas, debiendo hacerlo, cuando éstas se han desarrollado más allá del tamaño recomendado. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los herbicidas postemergentes fomesafen, imazethapyr y bentazona y de deshierbes manuales aplicados en etapas de desarrollo avanzado de *A. spinosus* en el cultivo de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El 24 de enero de 2024 se sembró un experimento en Santa Rosa, municipio de Medellín, Ver. La siembra se realizó manualmente “a chorrillo”, con la variedad Negro Tacaná, a una densidad de 250,000 plantas por hectárea. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 10 tratamientos (Tabla1) y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por cinco surcos de 5 m de longitud y con una separación entre surcos de 0.80 m.

Tabla 1. Tratamientos evaluados. Invierno-Primavera 2024.

No.	Tratamiento	Dosis (g/ha)
1	Fomesafen	125
2	Fomesafen	187.5
3	Fomesafen	250
4	Imazethapyr	75
5	Imazethapyr	100
6	Imazethapyr	150
7	Bentazona	720
8	Un deshierbe	-
9	Dos deshierbes	-
10	Testigo sin aplicación	-

A los tratamientos del 1 al 7 se le agregó el adherente ADP en dosis de 2.5 mL/L de agua.

Diecinueve días después de la emergencia del frijol (DDE) se realizó la aplicación de los siete tratamientos químicos, utilizando una aspersora motorizada, equipada con un aguilón con cuatro boquillas de abanico plano, calibradas para arrojar un gasto de 392 L/ha. Para determinar la densidad de población de las malezas, inmediatamente antes de la aplicación de los tratamientos, se utilizó un cuadro de 1 m x 1 m, el cual se lanzó al

azar en las parcelas correspondientes a los testigos sin aplicación. Se contabilizaron las especies de malezas en su interior, cuya altura variaba entre 31 y 46 cm.

Solamente se aplicaron los tres surcos centrales de cada unidad experimental, dejando sin aplicar a los dos surcos laterales, para utilizarlos como testigos enhierbados en las evaluaciones de control de malezas. También se aplicó el primer deshierbe con azadón; a su vez, el segundo deshierbe se realizó a los 39 DDE.

A los 10, 22 y 30 días después de la aplicación (DDA) se realizaron evaluaciones visuales para estimar el porcentaje de control de las especies de malezas dominantes, así como el porcentaje de control total, incluyendo todas las especies presentes. Para evaluar, se observó el efecto de cada tratamiento en las malezas, comparándolo con las malezas de los testigos laterales enhierbados que flanqueaban a cada unidad experimental y se le asignó un valor en la escala porcentual (0 a 100%), en donde 0 significó que el tratamiento no ocasionó ningún efecto en las malezas, y 100, que éstas fueron eliminadas completamente (ALEMÁN, 2004). La toxicidad al frijol se evaluó en la misma época en que se efectuaron las evaluaciones de control. También se utilizó la escala porcentual, en donde 0 significó que el tratamiento no ocasionó ningún efecto tóxico en el frijol, y 100, que el cultivo fue eliminado completamente.

La cosecha se realizó a los 91 DDE. El grano cosechado se limpió, se pesó y se registró el porcentaje de humedad. Finalmente se hicieron las conversiones necesarias para obtener el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea al 14% de humedad. Se realizaron análisis de varianza para control de malezas, toxicidad al cultivo y rendimiento de grano. Para homogenizar las varianzas, los datos de control se transformaron a su valor de arco seno y los de toxicidad al frijol a su equivalente a la raíz cuadrada. Los datos de rendimiento de grano no requirieron transformación. En los casos en que se detectó significancia se realizaron pruebas de separación de medias mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS, $\alpha = 0.05$). Por razones de claridad, en el apartado de Resultados y Discusión se presentan los datos de campo con las pruebas de separación de medias de los datos transformados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el sitio experimental se presentaron cuatro especies de malezas pertenecientes a cuatro familias botánicas, cuya densidad de población total fue de 210,000 plantas por hectárea, de las cuales, el 69.04% correspondió a *A. spinosus* (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad de población de malezas. Invierno-Primavera 2024.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Plantas/ha
Quelite espinoso	*Amaranthus spinosus* L.	Amaranthaceae	145,000
Hierba pegajosa	*Boerhavia coccinea* Mill.	Nyctaginaceae	25,000
Ortiguilla	*Gronovia scandens* L.	Loaesaceae	20,000
Chamizo	*Datura discolor* Bernh.	Solanaceae	20,000
Total			210,000

A los 10 DDA, los controles más altos de *A. spinosus* se obtuvieron con uno y dos deshierbes, cuyos valores fueron de 90 y 95.8%, respectivamente. Ambos tratamientos fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos. Con la dosis alta de

fomesafen y las tres dosis de imazethapyr, los controles variaron entre 70 y 80%, siendo estadísticamente semejantes entre sí y superiores a las dosis media y baja de fomesafen, cuyos controles oscilaron entre 40 y 50%. Bentazona a 720 g/ha no tuvo ningún efecto sobre esta especie, siendo semejante al testigo sin aplicación. Para el conjunto de malezas, el tratamiento más eficiente fue la aplicación de dos deshierbes, proporcionando un control total de 95%, el cual superó al resto de los tratamientos. Controles entre 80 y 90% se obtuvieron con las dosis media y baja de imazethapyr, media y alta de fomesafen y con un deshierbe. Los controles con la dosis baja de fomesafen, bentazona y la dosis alta de imazethapyr oscilaron entre 70 y 80%. Con todas las dosis de fomesafen se observó una muy ligera toxicidad, cuyo valor fue de 1%, mientras que con las tres dosis de imazethapyr, la toxicidad se incrementó a 3%, aunque no se tuvo diferencia estadística entre ninguno de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el control de *A. spinosus* y total de malezas (%) y toxicidad al frijol (%) a los 10 DDA. Invierno-Primavera 2024.

Tratamiento	*A. spinosus*	Total	Toxicidad
Fomesafen (125 g/ha)	40.0 c	76.3 de	1.0
Fomesafen (187.5 g/ha)	48.8 c	83.8 bcd	1.0
Fomesafen (250 g/ha)	77.5 b	86.3 bc	1.0
Imazethapyr (75 g/ha)	71.3 b	80.0 cde	3.0
Imazethapyr (100 g/ha)	70.0 b	81.3 cd	3.0
Imazethapyr (150 g/ha)	75.0 b	78.8 de	3.0
Bentazona (720 g/ha)	0.0 d	72.5 e	0.0
Un deshierbe	90.0 a	87.5 b	0.0
Dos deshierbes	95.8 a	95.0 a	0.0
Testigo sin aplicación	0.0 d	0.0 f	0.0

Las letras a la derecha representan la prueba de DMS (α = 0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

A los 22 DDA, con dos deshierbes el control de *A. spinosus* se mantenía ligeramente superior a 90%, aunque era estadísticamente semejante a la dosis alta de fomesafen, las dosis media y alta de imazethapyr y un deshierbe manual, cuyos controles fluctuaron desde cerca de 80% hasta 83.8%. A su vez, los controles más bajos se obtuvieron con las dosis media y baja de fomesafen, y, bentazona se mantuvo sin control de esta especie. Para el conjunto de malezas, nuevamente el control más alto, cercano a 90%, se obtuvo con dos deshierbes, aunque fue estadísticamente semejante a la dosis alta de fomesafen, las dosis baja y alta de imazethapyr y un deshierbe manual, cuyos controles variaron entre 80 y 85%. Con la dosis media de imazethapyr y las dosis media y baja de fomesafen, los controles fueron de entre 75 y 80%, mientras que bentazona solamente proporcionó un control ligeramente menor a 70%. En esta época de evaluación, ya no se observaban daños por toxicidad en el frijol en ninguno de los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el control de *A. spinosus* y total de malezas (%) y toxicidad al frijol (%) a los 22 DDA. Invierno-Primavera 2024.

Tratamiento	*A. spinosus*	Total	Toxicidad
Fomesafen (125 g/ha)	52.5 d	78.8 b	0.0
Fomesafen (187.5 g/ha)	61.3 cd	76.3 bc	0.0
Fomesafen (250 g/ha)	80.0 ab	83.8 ab	0.0
Imazethapyr (75 g/ha)	77.5 bc	80.0 ab	0.0
Imazethapyr (100 g/ha)	78.8 abc	78.8 b	0.0
Imazethapyr (150 g/ha)	82.5 ab	82.5 ab	0.0
Bentazona (720 g/ha)	0.0 e	67.5 c	0.0
Un deshierbe	83.8 ab	82.5 ab	0.0
Dos deshierbes	92.5 a	87.5 a	0.0
Testigo sin aplicación	0.0 e	0.0 d	0.0

Las letras a la derecha representan la prueba de DMS (α = 0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

Finalmente, a los 30 DDA, los controles de *A. spinosus* de los mejores tratamientos variaron entre 80 y 90%, siendo en orden de importancia dos deshierbes, imazethapyr y fomesafen en sus dosis altas, imazethapyr a en su dosis media y un deshierbe, los cuales fueron estadísticamente semejantes entre sí, así como con la dosis baja de imazethapyr. A excepción de bentazona, que no tuvo efecto en esta especie, los controles más bajos se tuvieron con las dosis media y baja de fomesafen. El control del conjunto de malezas fue estadísticamente semejante en ocho tratamientos, con valores de entre 70 y 85%, destacando la dosis alta de fomesafen y las dosis media y alta de imazethapyr, cuyo control varió entre 80 y 85%. Con bentazona a 720 g/ha, el control fue menor a 60%. En esta época de evaluación, tampoco se observaban daños por toxicidad en el frijol en ninguno de los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en el control de *A. spinosus* y total de malezas (%) y toxicidad al frijol (%) a los 30 DDA. Invierno-Primavera 2024.

Tratamiento	*A. spinosus*	Total	Toxicidad
Fomesafen (125 g/ha)	51.3 c	72.5 a	0.0
Fomesafen (187.5 g/ha)	61.3 bc	71.3 a	0.0
Fomesafen (250 g/ha)	82.5 a	82.5 a	0.0
Imazethapyr (75 g/ha)	73.8 ab	75.0 a	0.0
Imazethapyr (100 g/ha)	80.0 a	80.0 a	0.0
Imazethapyr (150 g/ha)	83.8 a	82.5 a	0.0
Bentazona (720 g/ha)	0.0 d	56.3 b	0.0
Un deshierbe	80.0 a	77.5 a	0.0
Dos deshierbes	86.3 a	78.8 a	0.0
Testigo sin aplicación	0.0 d	0.0 c	0.0

Las letras a la derecha representan la prueba de DMS (α = 0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

El mayor rendimiento de grano (1,015.63 kg/ha) se obtuvo con la aplicación de la dosis alta de fomesafen, siendo estadísticamente semejante al obtenido con la dosis media del mismo herbicida y la dosis alta de imazethapyr, cuyos rendimientos variaron

entre 900 y 1,000 kg/ha. Rendimientos de entre 800 y 900 kg/ha se tuvieron con dos deshierbes, la dosis media de imazethapyr y la dosis baja de fomesafen. En orden descendiente se encontró a la dosis baja de imazethapyr con 775 kg/ha, un deshierbe y bentazona, cuyos rendimientos fueron de 615.63 y 550 kg/ha, respectivamente, sólo superando al testigo sin aplicación, cuyo rendimiento fue menor a 350 kg/ha, correspondiente a alrededor de la tercera parte del obtenido con fomesafen a 250 g/ha (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de grano al 14% de humedad. Invierno-Primavera 2024.

Tratamiento	Rendimiento de grano (kg/ha)
Fomesafen (125 g/ha)	843.75 bc
Fomesafen (187.5 g/ha)	978.13 ab
Fomesafen (250 g/ha)	1,015.63 a
Imazethapyr (75 g/ha)	775.00 c
Imazethapyr (100 g/ha)	859.38 bc
Imazethapyr (150 g/ha)	912.50 abc
Bentazona (720 g/ha)	550.00 d
Un deshierbe	615.63 d
Dos deshierbes	862.50 bc
Testigo sin aplicación	340.63 e

Las letras a la derecha representan la prueba de DMS (α = 0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

CONCLUSIONES

Con las especies de malezas que se presentaron en el sitio experimental y bajo las condiciones agroclimatológicas de la región, se concluye que: 1. Hasta los 30 DDA, fomesafen a 250 g/ha, así como uno y dos deshierbes con azadón tuvieron un control eficiente de *A. spinosus*, 2. Imazethapyr también ofreció un control eficiente de esta especie a las dosis de 100 y 150 g/ha, 3. Bentazona no tuvo ningún efecto sobre *A. spinosus*, 4. Fomesafen e imazethapyr ocasionaron ligera toxicidad al frijol, que desapareció entre los 10 y 22 DDA, 5. Los rendimientos de grano más altos se obtuvieron con fomesafen a 187.5 y 250 g/ha e imazethapyr a 150 g/ha.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, F. (2004). Manual de investigación agronómica con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.

BELLINDER, R. R.; ARSENOVIC, M.; SHAH, D. A.; RAUCH, B. J. (2003). Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. Weed Science 51:1016-1021.

ESQUEDA, E. V. A.; LÓPEZ, S. E.; CANO, R. O. (1992). Efecto de la dosis y época de aplicación de fomesafen en la maleza de hoja ancha en frijol de riego. Series Técnicas de ASOMECIMA 3(1):24-27.

ESQUEDA, V. A.; DURÁN, A.; LÓPEZ, E. (1997). Efecto de la época y tipo de limpia en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de humedad residual. Agronomía Mesoamericana 8(1):59-64.

ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A.; TOSQUY-VALLE, O. H.; RAMÍREZ-VERA, A. R.; ANDRÉS-MEZA. P. (2025). Effectiveness of fomesafen and its mixtures for weed control in bean crops. Agro Productividad 18(2):125-134.

MAFAKHERI, S.; ZARGAR, M.; FAKHRI, K. (2012). The best application time and dose of herbicide for optimum weed management in two red bean cultivars. Indian Journal of Science and Technology 5(1):1848-1850.

MARCHIORETTO, L. R.; DAL MAGRO, T. (2017). Weed control and crop selectivity of post-emergence herbicides in common beans. Ciência Rural 7(3):e20160295.

REHMAN, U.; SAAD, A. A.; BHAT, M. A.; MASOOD, A.; KANTH, R. H.; SAXENA, A.; MIR, A. H.; WANI, F. J.; BHAT, M. A. (2023). Imazethapyr as post-emergent herbicide in common-bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under rainfed temperate condition of Kashmir, India. Indian Journal of Weed Science 55(4):425-430.

SOLTANI, N.; NURSE, R. E.; SIKKEMA, P. H. (2013). Weed management in white beans with postemergence herbicide tankmixes. Canadian Journal of Plant Science 93:669-674.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA P. H. (2006). Effects of post-emergence application of bentazon and fomesafen on eight market classes of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Protection 25(8):826-830.

Summary: Weed competition is one of the factors that most affect bean yield. Manual and mechanical methods, as well as chemical methods, are used for its control, primarily the post-emergence application of the selective herbicides bentazone, fomesafen, and imazethapyr. It is recommended to apply these herbicides to small weeds during their early stages of development. However, due to excessive or insufficient rainfall, it is not always possible to apply them at the most appropriate stage for control. The objective of this study was to determine the control effect of the postemergence herbicides fomesafen, imazethapyr, and bentazone, and manual weeding applied at late development stages of *A. spinosus* in dry beans. The experiment was established in the municipality of Medellín, Veracruz, in January 2024. A randomized block design was used with 10 treatments (fomesafen at 125, 187.5, and 250 g/ha; imazethapyr at 75, 100, and 150 g/ha; bentazone at 720 g/ha; one and two manual weedings, and an unapplied control). Treatments were applied when *A. spinosus* height ranged between 31 and 46 cm. Control of *A. spinosus* and other weed species, as well as toxicity to beans, were evaluated at 10, 22, and 30 days after application (DAA). Fomesafen at 250 g/ha, as well as imazethapyr from 100 g/ha, had efficient weed control up to 30 DAA. The highest grain yields were obtained with fomesafen from 187.5 g/ha and imazethapyr at 150 g/ha
Key words: Fomesafen, imazethapyr, bentazone, toxicity, yield

TRATAMIENTOS HERBICIDAS SELECTOS COMO ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka)

V. A. Esqueda Esquivel[1], J. F. Enríquez Quiroz[2], C. Matilde Hernández[3]

[1]Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, La Esmeralda, Medellín, Ver. esqueda.valentin@inifap.gob.mx
[2]Campo Experimental La Posta. CIRGOC. INIFAP. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Medellín, Ver. enriquez.javier@inifap.gob.mx
[3]Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP. Km 4.5 carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Javier Rojo Gómez, Tlapacoyan, Ver. matilde.cristian@inifap.gob.mx

Resumen: El glifosato es el herbicida que más se utiliza para el control de malezas en plantaciones de cítricos en el estado de Veracruz. Debido a que se utiliza entre tres y seis veces por año, se han reportado siete especies de malezas que han desarrollado biotipos con resistencia a dicho herbicida, lo cual dificulta su control y obliga a buscar tratamientos alternativos para su manejo. El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de alternativas selectas de control químico de malezas para sustituir al herbicida glifosato en plantaciones de limón persa. El experimento se estableció en agosto de 2024 en una huerta de limón persa de dos años de edad, en el municipio de Medellín, Ver. Se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron seis tratamientos: glifosato (907.5 g/ha), diurón + paraquat (1600 + 500 g/ha), indaziflam + paraquat (75 + 500 g/ha), indaziflam + glufosinato de amonio (75 + 300 g/ha), bromacil/diurón (1600/1600 g/ha) y un testigo sin aplicar. Se evaluó el control de maleza y la toxicidad al limón persa a los 9, 20, 29 y 41 días después de la aplicación (DDA). Los cuatro tratamientos selectos tuvieron controles finales de malezas de entre 80 y 90%, superando estadísticamente al glifosato, cuyo control final fue ligeramente superior a 60%. No se observaron daños en los árboles de limón persa debido a la aplicación de los herbicidas.
Palabras clave: Malezas, control, *Lagascea mollis*, *Leptochloa mucronata*

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz es el segundo productor nacional de limón, solamente después de Michoacán; en la entidad veracruzana se cultiva principalmente el limón persa, del cual en 2024 se tenía una superficie establecida de 52,930.80 ha (SIAP, 2025). Las plagas, enfermedades y malezas son los principales problemas bióticos que afectan este cultivo.

Si las malezas no se controlan adecuadamente, pueden competir con los cultivos cítricos por agua luz y nutrientes, especialmente en plantaciones jóvenes, lo cual puede originar reducciones en el rendimiento de hasta 33% (MARTINELLI *et al*., 2017; OTIENO, 2020). En plantaciones adultas dificultan las labores agrícolas, y pueden ser hospederas de plagas y enfermedades. Por las razones anteriores, es necesario mantener un control eficiente de las malezas, especialmente las etapas críticas de desarrollo o manejo o en épocas con restricciones de humedad (BERNARDES *et al*., 2021).

Existen métodos no químicos para el control de malezas en cítricos (MIA *et al*., 2020; MATILDE-HERNÁNDEZ *et al*., 2024); sin embargo, en Veracruz está muy arraigada la aplicación de herbicidas postemergentes no selectivos, principalmente glifosato, que puede controlar malezas anuales y perennes, sin dejar residuos (ALCÁNTARA-DE LA CRUZ *et al*., 2021). Debido a que el glifosato no evita la emergencia de nuevas plántulas de malezas, generalmente se aplica de tres a seis veces al año (PÉREZ-LÓPEZ *et al*., 2014), lo que ha originado una fuerte presión de selección, resultando en la evolución de siete especies de malezas con resistencia al glifosato en huertas de cítricos en México (HEAP, 2025).

Lo anterior, indica que este herbicida se debe regular para limitar el número de aplicaciones, ya que, de no haber cambios, seguirán desarrollándose más biotipos con resistencia de nuevas especies.

Como parte del proyecto “Alternativas al uso del glifosato para el control de maleza en México”, financiado por el Gobierno Federal de 2021 a 2024, en el subproyecto: “Alternativas de control para sustituir al glifosato en plantaciones de cítricos en el estado de Veracruz”, de 2021 a 2023 se establecieron cuatro experimentos en el cultivo de limón persa, en los municipios de Tlalixcoyan y Medellín, en los que en conjunto se evaluaron 19 tratamientos de control químico de malezas, y se seleccionaron los cuatro con mayor efectividad. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de esos cuatro tratamientos selectos, en el control malezas como alternativas para sustituir al herbicida glifosato en plantaciones de limón persa en etapas tempranas de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El 14 de agosto de 2024, se estableció un experimento en una plantación de limón persa en la localidad de Celaya, que se localiza en el municipio de Medellín, Ver., a los 18°55’33” de latitud Norte y 96°15’18” de longitud Oeste, a una altitud de 32 m. Los árboles están sembrados en el sistema de marco real. La plantación tiene dos años de edad y los árboles tienen una altura de entre 1.75 y 2.40 m. Se utilizó el diseño de bloques al azar con seis tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones. Las unidades experimentales se ubicaron entre dos hileras de árboles. Las plantas están distribuidas a 6 m entre hileras y 3 m entre plantas a lo largo de la hilera.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en Celaya, mpio. de Medellín, Ver. Temporal 2024.

No.	Tratamiento	Dosis (g/ha)
1	Glifosato	907.5
2	Diurón + paraquat	1,600 + 500
3	Indaziflam + paraquat	75 + 500
4	Indaziflam + glufosinato de amonio	75 + 300
5	Bromacil/diurón	1,600/1,600
6	Testigo sin aplicación	-

+ = mezcla de tanque; / = mezcla formulada de fábrica. A los tratamientos del 1 al 5 se les agregó el adherente ADP en dosis de 2.5 mL/L de agua.

Los herbicidas se aplicaron en forma dirigida a la maleza, cuya altura variaba entre 5 y 30 cm, con un promedio de 18.90 cm, y estaba creciendo vigorosamente debido a una buena humedad del terreno. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila equipada con un aguilón con cuatro boquillas de abanico plano 8004, que proporcionó un gasto de 395.72 L de solución por hectárea. Para determinar la densidad de población de las malezas, antes de la aplicación de los tratamientos se hicieron conteos en el interior de cuadros de 1 m x 1 m, lanzados al azar en las parcelas correspondientes al testigo sin aplicación y se midió su altura (ESQUEDA *et al*., 2021). A los 9, 20, 29 y 41 días después de la aplicación (DDA) se evaluó de manera visual el control de malezas y la toxicidad al limón persa. En ambos casos se utilizó la escala porcentual (0 a 100%), en donde para el caso de control de malezas, 0 significó que los tratamientos no tuvieron ningún efecto en las malezas y 100, que éstas fueron destruidas por completo. A su vez, para el caso de toxicidad a los árboles de limón persa, 0 significó que los tratamientos no causaron ningún daño al cultivo y 100 que las plantas de limón fueron eliminadas completamente. Para homogenizar las varianzas, los datos de control de malezas fueron transformados a su valor de arcoseno, como lo recomiendan FRANS *et al*. (1986). Los análisis de varianza se realizaron con los datos transformados, y como prueba de separación de medias se utilizó Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el lote experimental se identificaron cuatro especies de malezas, pertenecientes a tres familias botánicas. Se cuantificó una población de malezas de 432,500 plantas/ha, siendo la hierba ceniza y el zacate cola de zorra las especies dominantes, las cuales representaron al 90.17% de la densidad total de malezas presentes en el lote experimental (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad de población de malezas en Celaya, mpio. de Medellín, Ver. Temporal 2024.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Plantas/ha
Hierba ceniza	*Lagascea mollis* Cav.	Asteraceae	250,000
Zacate cola de zorra	*Leptochloa mucronata* (Michx.) Kunth	Poaceae	140,000
Golondrina	*Euphorbia hirta* L.	Euphorbiaceae	27,500
Hierba del toro	*Tridax procumbens* L.	Asteraceae	15,000
Total			432.500

En la primera evaluación a los 9 DDA (Tabla 3), los controles más altos de *L. mollis* se obtuvieron con las mezclas de diurón + paraquat, bromacil/diurón e indaziflam + paraquat, todos con valores superiores a 90%, los cuales fueron estadísticamente superiores al 85% de control obtenido con indaziflam + glufosinato de amonio, que a su vez fue superior al glifosato, cuyo control fue ligeramente superior a 60%. Para *L. mucronata*, todos los tratamientos de control químico tuvieron controles de entre 90 y 95%, a excepción de glifosato, cuyo control fue de solamente 70%, superando solamente al testigo sin aplicación. En el control total, se observó la misma tendencia que para *L. mollis*; es decir diurón + paraquat, bromacil/diurón e indaziflam + paraquat, proporcionaron controles superiores a 90%, mientras que, el control con indaziflam + glufosinato de amonio fue ligeramente superior a 85% y el de glifosato de 65%. No se observaron síntomas de toxicidad en los árboles de limón persa con ninguno de los tratamientos.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) en la localidad de Celaya, mpio. de Medellín, Ver., a los 9 DDA. Temporal 2024.

Tratamiento (g/ha)	*L. mollis*	*L. mucronata*	Total	Tx
Glifosato (907.5)	61.25 c	70.00 b	65.00 c	0
Diurón + paraquat (1,600 + 500)	98.75 a	94.25 a	96.75 a	0
Indaziflam + paraquat (75 + 500)	92.75 a	93.75 a	93.75 a	0
Indaziflam + glufosinato amonio (75 + 300)	85.00 b	91.25 a	86.25 b	0
Bromacil/diurón (1,600/1,600)	93.50 a	92.50 a	93.75 a	0
Testigo sin aplicación	0.00 d	0.00 c	0.00 d	0

Tx = Toxicidad al limón persa. Las letras a la derecha de los valores de control representan la prueba de Tukey (p<0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

En la segunda evaluación a los 20 DDA (Tabla 4), para *L. mollis*, la mezcla de diurón + paraquat y bromacil/diurón proporcionaron controles iguales o cercanos a 95%, aunque fueron estadísticamente semejante al control ligeramente inferior a 90%, obtenido con indaziflam + paraquat, el cual a su vez fue semejante al control observado con indaziflam + glufosinato de amonio. Glifosato solamente proporcionó un 70% de control de esta especie, siendo el tratamiento químico con el control más bajo. Para *L. mucronata*, a excepción de glifosato, todos los tratamientos de control químico tuvieron controles de 90% o superiores, siendo estadísticamente semejantes entre sí, aunque el 80% de control proporcionado por glifosato fue semejante al 90% de indaziflam + glufosinato de amonio. En el control total, el control proporcionado por glifosato fue ligeramente superior a 70%, estadísticamente inferior al de los cuatro tratamientos selectos, que variaron de 88 a 93.75%. No se observaron síntomas de toxicidad en los árboles de limón persa con ninguno de los tratamientos.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) en la localidad de Celaya, mpio. de Medellín, Ver., a los 20 DDA. 2024.

Tratamiento (g/ha)	*L. mollis*	*L. mucronata*	Total	Tx
Glifosato (907.5)	70.00 c	80.00 b	72.50 b	0
Diurón + paraquat (1600 + 500)	95.00 a	93.25 a	92.25 a	0
Indaziflam + paraquat (75 + 500)	89.25 ab	93.75 a	89.25 a	0
Indaziflam + glufosinato amonio (75 + 300)	85.75 b	90.00 ab	88.00 a	0
Bromacil/diurón (1600/1600)	94.25 a	93.25 a	93.75 a	0
Testigo sin aplicación	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0

Tx = Toxicidad al limón persa. Las letras a la derecha de los valores de control representan la prueba de Tukey (p<0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

En la tercera evaluación a los 29 DDA (Tabla 5), los controles más altos de *L. mollis* se obtuvieron con diurón + paraquat y bromacil/diurón con valores superiores a 90%; el control de este último tratamiento fue semejante en forma estadística al proporcionado por indaziflam + paraquat, que, a su vez, fue semejante al de indaziflam + glufosinato de amonio. Todos los tratamientos anteriores superaron al control obtenido con glifosato, el cual solamente mostró un control ligeramente superior a 60%. En esta época de evaluación, aunque los controles de *L. mucronata* de los tratamientos químicos fueron estadísticamente semejantes, éstos variaron entre 78.75 y 92.25%. Sin embargo, en el control total, a excepción del glifosato, todos los tratamientos herbicidas tuvieron controles de entre 84 y 92%, estadísticamente semejantes entre sí, y superiores a glifosato, cuyo control fue ligeramente superior a 65%. No se observaron síntomas de toxicidad en los árboles de limón persa con ninguno de los tratamientos.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) en la localidad de Celaya, mpio. de Medellín, Ver., a los 29 DDA. 2024.

Tratamiento (g/ha)	*L. mollis*	*L. mucronata*	Total	Tx
Glifosato (907.5)	62.50 d	78.75 a	65.50 b	0
Diurón + paraquat (1,600 + 500)	92.75 a	88.00 a	88.50 a	0
Indaziflam + paraquat (75 + 500)	85.25 bc	91.75 a	86.50 a	0
Indaziflam + glufosinato amonio (75 + 300)	82.50 c	88.75 a	84.00 a	0
Bromacil/diurón (1,600/1,600)	92.25 ab	92.25 a	92.00 a	0
Testigo sin aplicación	0.00 e	0.00 b	0.00 c	0

Tx = Toxicidad al limón persa. Las letras a la derecha de los valores de control representan la prueba de Tukey (p<0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

En la cuarta evaluación a los 41 DDA (Tabla 6), para *L. mollis*, los controles con los cuatro tratamientos selectos variaron entre 77.50 y 88%, siendo estadísticamente semejantes entre ellos, y superiores a glifosato, el cual solamente controló alrededor de 50% de esta especie. Para *L. mucronata*, en los cuatro tratamientos selectos, los controles variaron entre 85 y 90%, con semejanza estadística entre ellos; sin embargo, el control de diurón + paraquat, indaziflam + glufosinato de amonio e indaziflam +

paraquat fueron estadísticamente semejantes al control con glifosato, que fue ligeramente superior a 70%. Al igual que en la evaluación anterior, en el control total, los cuatro tratamientos selectos tuvieron controles entre 80 y 90%, estadísticamente superiores a glifosato, cuyo control fue ligeramente superior a 60%. No se observaron síntomas de toxicidad en los árboles de limón persa con ninguno de los tratamientos.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) en la localidad de Celaya, mpio. de Medellín, Ver., a los 41 DDA. 2024.

Tratamiento (g/ha)	*L. mollis*	*L. mucronata*	Total	Tx
Glifosato (907.5)	51.25 b	72.50 b	61.25 b	0
Diurón + paraquat (1,600 + 500)	85.75 a	85.00 ab	85.00 a	0
Indaziflam + paraquat (75 + 500)	78.75 a	87.50 ab	82.75 a	0
Indaziflam + glufosinato amonio (75 + 300)	77.50 a	85.00 ab	80.50 a	0
Bromacil/diurón (1,600/1,600)	88.00 a	90.00 a	89.00 a	0
Testigo sin aplicación	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0

Tx = Toxicidad al limón persa. Las letras a la derecha de los valores de control representan la prueba de Tukey (p<0.05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

CONCLUSIONES

Con las especies de malezas que se presentaron en el sitio experimental y bajo las condiciones agroclimatológicas de la región, se concluye que, hasta los 41 DDA, cualquiera de los cuatro tratamientos selectos: bromacil/diurón (1600/1600 g/ha), diurón + paraquat (1600 + 500 g/ha), indaziflam + paraquat (75 + 500 g/ha) e indaziflam + glufosinato de amonio (75 + 300 g/ha) son buenas alternativas para sustituir al glifosato en el control de malezas en limón persa.

BIBLIOGRAFÍA

ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; CRUZ-HIPÓLITO, H. E.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; DE PRADO, R. (2021). Glyphosate ban in Mexico: potential impacts on agriculture and weed management. Pest Management Science 77(9):3820-3831.

BERNARDES, S. M. B.; ALTAFIN, G. J.; MARTINS, M. H.; OLIVEIRA, A. C.; BIANCO, S. (2021). Weed management in the dry season: interferences in physiology and quality of Persian lime fruits. Pesquisa Agropecuária Tropical 51:e67779.

ESQUEDA, E. V. A.; ENRÍQUEZ, Q. J. F.; MATILDE, H. C.; DÍAZ, Z. U. A. (2021). Alternativas al glifosato para el control de malezas en limón persa en el estado de Veracruz. En: Memoria XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza (virtual). San Luis Potosí, S.L.P., México, 228-235.

FRANS, R. R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. (1986). Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices.

En: Research methods in weed science. 3rd ed. Southern Weed Science Society. Champaign, IL, USA, 29-46.

HEAP, I. (2025). International Herbicide-Resistant Weed Database. http://weedscience.org/Pages/filter.aspx (consultado el 2 de septiembre de 2025).

MARTINELLI, R.; MONQUERO, P. A.; FONTANETTI, A.; CONCEIÇÃO, P. M.; AZEVEDO, F. A. (2017). Ecological mowing: an option for sustainable weed management in young citrus orchards. Weed Technology 31(2):260-268.

MATILDE-HERNÁNDEZ, C.; ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A.; SANTILLÁN-MENDOZA, R.; ESTRELLA-MALDONADO, H. J.; ENRÍQUEZ-QUIROZ, J, F.; FLORES-DE LA ROSA, F. R. (2024). Weed suppression with cover legumes in orange plantations cv. Valencia. Journal of Research in Agriculture and Animal Science 11(12):34-38.

MIA, J.; MASSETANI, F.; MURRI, G.; NERI, D. (2020). Sustainable alternatives to chemicals for weed control in the orchard – a Review. Horticultural Science (Prague) 47(1):1-12.

OTIENO, H. M. O. (2020). Simplified orange (*Citrus* spp.) production guide for small-scale farmers. Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research 5(1):23-27.

PÉREZ-LÓPEZ, M.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; CRUZ-HIPÓLITO, H.; SANTOS, F.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; DE PRADO, R. (2014). Characterization of glyphosate-resistant tropical sprangletop (*Leptochloa virgata*) and its alternative chemical control in Persian lime orchards in Mexico. Weed Science 62:441-450.

SIAP (SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA). (2025). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Cultivo: Limón. Entidad Federativa: Veracruz. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ (consultado el 2 de septiembre de 2025).

Summary: Glyphosate is the most widely used herbicide for weed control in citrus plantations in the state of Veracruz. Because it is used three to six times per year, seven weed species have been reported to have developed biotypes resistant to this herbicide, making its control difficult and requiring the search for alternative treatments. The objective of this experiment was to determine the effect of selected chemical weed control alternatives on the herbicide glyphosate in Persian lime plantations. The experiment was established in August 2024 in a two-year-old Persian lime orchard in the municipality of Medellín, Veracruz. A randomized block design with four replications was used. Six treatments were evaluated: glyphosate (907.5 g/ha), diuron + paraquat (1,600 + 500 g/ha), indaziflam + paraquat (75 + 500 g/ha), indaziflam + glufosinate ammonium (75 + 300 g/ha), bromacil/diuron (1,600/1,600 g/ha) and an unapplied control. Weed control and Persian lime toxicity were evaluated at 9, 20, 29 and 41 days after application (DAA). The four selected treatments had final weed controls between 80 and 90%, statistically outperforming glyphosate, whose final control was slightly higher than 60%. No toxicity was observed in the Persian lime trees due to the application of the herbicides.

Key words: Weeds, control, *Lagascea mollis*, *Leptochloa mucronata*

NOMENCLATURA ACTUALIZADA DE LAS MALEZAS EN MÉXICO CON BASE EN LA PLATAFORMA WORLD FLORA ONLINE (PONENCIA ORAL)

J. A. López Sandoval[1], S. L. Quintero Bastida[2]

[1]Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, México. jalopezsa@uaemex.mx

[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Resumen: La estandarización nomenclatural de malezas requiere de una verificación taxonómica confiable. Sin embargo, la dinámica nomenclatural derivada de nuevos estudios filogenéticos genera inconsistencias entre las distintas plataformas de consulta. Este estudio tuvo como objetivos: determinar la composición florística de las malezas de México mediante una revisión bibliográfica exhaustiva de catálogos florísticos y bases de datos nacionales; y verificar la nomenclatura de un conjunto de especies en la plataforma World Flora Online (WFO) y contrastarla con otras bases de datos para identificar discrepancias taxonómicas. El análisis de la diversidad mostró que la riqueza de malezas se concentra en pocas familias: Asteraceae (232 especies, 21.3%), Poaceae (134, 12.3%) y Fabaceae (80, 7.3%), las cuales en conjunto agrupan el 41% de las especies registradas. Estas familias también dominaron en número de géneros, con Asteraceae (124 géneros), Poaceae (65) y Fabaceae (38). La verificación en WFO reveló cuatro escenarios nomenclaturales principales: sinonimia (ej. *Aptenia cordifolia* (L. f.) Schwantes como sinónimo de *Mesembryanthemum cordifolium* L.f., cambios de familia basados en clasificaciones filogenéticas actualizadas (ej. transferencia de Alliaceae a Amaryllidaceae), cambios en las autorías de las especies y coincidencias sin modificaciones. Estos resultados muestran la gran diversidad de malezas en pocas familias y subrayan la necesidad de emplear fuentes taxonómicas actualizadas como WFO para garantizar la estandarización y precisión en los estudios de flora de malezas evitando así confusiones derivadas de la sinonimia y los reajustes clasificatorios.

Palabras clave: Nomenclatura taxonómica, Ciberplataforma, arevenses y ruderales.

INTRODUCCIÓN

La identificación taxonómica de las malezas es esencial para la investigación, la enseñanza y el manejo agrícola. Sin embargo, la nomenclatura de las especies es dinámica, ya que con base en nuevas evidencias morfológicas y moleculares se realizan ajustes en los nombres aceptados, sinonimia y clasificación a nivel de familia.

Los estudios florísticos corroboran la escritura de los nombres científicos en distintas plataformas como Tropicos, Plants of the World Online (POWO) o bases locales de CONABIO para el caso de las malezas. La consulta de las especies en múltiples fuentes puede generar discrepancias en la nomenclatura y dificulta la estandarización de la información. En este sentido, la plataforma World Flora Online (WFO) es una de las referencias taxonómicas más actualizadas a nivel global. También se han desarrollado herramientas que permiten contrastar listados de especies con plataformas taxonómicas diseñadas para verificar nombres contra la base de datos de World Flora Online, sin embargo, no están exentos de errores (KINDT, 2020).

El objetivo del presente trabajo fue verificar la nomenclatura de los nombres científicos de especies de malezas reportadas en México mediante la consulta en World Flora Online (WFO), con el fin de identificar cambios en nomenclatura, reubicaciones familiares e inconsistencias entre distintas plataformas taxonómicas, así como cuantificar el número de especies por familia y de géneros por familia para reconocer los grupos con mayor representación de malezas en el país.

MATERIALES Y MÉTODO

Se elaboró un listado de especies de malezas reportadas en México, a partir de catálogos florísticos, literatura especializada y bases de datos nacionales (CONABIO, 2024; VILLASEÑOR, 2016; VIBRANS, 2009). Dicho listado de malezas, incluyó tanto especies arvenses y ruderales y se incluyo información como familia taxonómica, género, nombre científico, sinonimia (mas de un nombre científico para un taxón) y autoría del nombre científico.

Se verificó la nomenclatura de 100 especies de malezas en la plataforma World Flora Online (WFO, 2025). Posteriormente, la información se contrastó con otras bases de consulta reconocidas, como PLANTS OF THE WORLD ONLINE (POWO, 2025), TROPICOS (2025), THE PLANT LIST (2013), EFLORAMEX (2025) y el Catálogo de Malezas de México de CONABIO (2024), con el propósito de identificar coincidencias y discrepancias en la nomenclatura y en la clasificación a nivel de familia.

Con los datos obtenidos se elaboró una tabla comparativa para evidenciar casos de sinonimia, cambios de familia o coincidencias plenas. Las columnas incluyeron: familia reportada, familia en WFO, nombre reportado, nombre aceptado en WFO y tipo de inconsistencia. Asimismo, se realizó un conteo del número de especies por familia y del número de géneros por familia, con el fin de identificar los grupos taxonómicos con mayor representación de malezas en México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis mostró que la familia Asteraceae concentra la mayor riqueza de especies de malezas en México, con 232 especies que representan el 21.3 % del total (Cuadro 1). Le siguen Poaceae con 134 especies (12.3 %) y Fabaceae con 80 especies (7.3 %). Estas tres familias en conjunto agrupan casi el 41 % de todas las malezas registradas. Otras familias con representación importante fueron Solanaceae (4.2 %), Brassicaceae (3.3 %), Euphorbiaceae (3.2 %) y Convolvulaceae (3.0 %). El resto de las 90 familias sumaron 413 especies (37.9 %), lo que indica que, aunque la diversidad de malezas está ampliamente distribuida entre diferentes familias, existe una marcada concentración en unos pocos grupos taxonómicos, principalmente Asteraceae y Poaceae, que son globalmente reconocidas como familias dominantes de malezas agrícolas.

Cuadro 1. Número de especies de malezas por familia taxonómica.

Familia	Número de especies	(%)
Asteraceae	232	21.3
Poaceae	134	12.3
Fabaceae	80	7.3
Solanaceae	46	4.2
Brassicaceae	36	3.3
Euphorbiaceae	35	3.2
Convolvulaceae	33	3.0
Lamiaceae	31	2.8
Malvaceae	26	2.4
Scrophulariaceae	23	2.1
Otras (90 familias)	413	37.9
Total	**1089**	**100**

En cuanto al número de géneros, la familia Asteraceae también ocupa el primer lugar, con 124 géneros (21 % del total), seguida por Poaceae con 65 géneros (11 %) y Fabaceae con 38 géneros (6.4 %) (Cuadro 2). Estas tres familias agrupan más de un tercio de los géneros de malezas en México. Otras familias con una representación considerable de géneros fueron Brassicaceae (3.4 %), Scrophulariaceae (3.0 %), Solanaceae (2.9 %) y Malvaceae (2.7 %). En contraste, las 90 familias restantes concentraron 255 géneros, lo que equivale al 43.1 % del total. Este patrón confirma que la diversidad de malezas no solo se concentra en términos de especies,

sino también en el número de géneros representados en pocas familias dominantes, especialmente Asteraceae y Poaceae, lo cual resalta su importancia en los agroecosistemas.

Cuadro 2. Numero de géneros de malezas por familia taxonómica.

Familia	Número de géneros	(%)
Asteraceae	124	21
Poaceae	65	11
Fabaceae	38	6.4
Brassicaceae	20	3.4
Scrophulariaceae	18	3.0
Solanaceae	17	2.9
Malvaceae	16	2.7
Lamiaceae	13	2.2
Rubiaceae	13	2.2
Cucurbitaceae	12	2.0
Otros (90 familias)	255	43.1
Total	**591**	**100**

El análisis mostró diferentes tipos de inconsistencias taxonómicas en las malezas revisadas (Cuadro 3). Se identificó que algunos nombres científicos reportados en diversas plataformas corresponden en realidad a sinónimos, donde el nombre aceptado es poco conocido o difundido. Un ejemplo es *Aptenia cordifolia* (L. f.) Schwantes la cual resulta ser un sinónimo de *Mesembryanthemum cordifolium* L.f.*,* nombre aceptado y validado por WFO. Esto evidencia la importancia de verificar y actualizar la nomenclatura, dado que algunos nombres en uso en literatura o bases de datos no son los aceptados actualmente. De 100 consultas en WFO, se encontraron 32 inconcistencias, es decir el 32 % del total de consultas.

A nivel de familia se observaron ajustes taxonómicos derivados de nuevas clasificaciones filogenéticas. Un ejemplo notable es la reclasificación de la familia Alliaceae (en fuentes previas) a Amaryllidaceae en WFO.

Por otro lado, en la mayoría de los casos no hay diferencias en la nomenclatura al consultarlas en distintas plataformas, tal es el caso de *Amaranthus viridis* L., lo que indica que existen especies cuya nomenclatura coincide entre plataformas.

Cuadro 3. Coincidencias e inconsistencias nomenclaturales de malezas verificadas en WFO.

Familia reportada	Familia (WFO)	Nombre reportado	Nombre aceptado (WFO)	Inconsistencia
Aizoaceae	Aizoaceae	*Aptenia cordifolia* (L. f.) Schwantes	*Mesembryanthemum cordifolium* L.f.	Cambio de nombre científico
Amaranthaceae	Amaranthaceae	*Amaranthus viridis* L.	*Amaranthus viridis* L.	Sin cambio
Alliaceae	Amaryllidaceae	*Allium glandulosum* Link & Otto	*Allium glandulosum* Link y Otto	Cambio de familia
Amaryllidaceae	Amaryllidaceae	*Zephyranthes verecunda* Herb.	*Zephyranthes minuta (Kunth) D.Dietr.*	Cambio de nombre científico
Apiaceae	Apiaceae	*Apium leptophyllum (*Pers.) F. Muell. ex Benth.	*Cyclospermum leptophyllum (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson*	Cambio de nombre cienífico
Amaryllidaceae	Asparagaceae	*Bessera elegans* Schult.f.	*Bessera elegans* Schult.f.	Cambio de familia
Ascalepiadaceae	Apocynaceae	*Asclepias notha* W. D. Stevens	*Asclepias scheryi* Woodson	Cambio de familia y nombre científico
Asphodelaceae	Asphodelaceae	*Aloe barbadensis P. Mill.*	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	Cambio de nombre científico
Asteraceae	Asteraceae	*Bidens alba* (L.) DC.	*Bidens alba* DC.	Cambio de autoria

CONCLUSIONES

La revisión de la bibliografía sobre malezas en México mostró que las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae concentran la mayor riqueza de especies y géneros. En cuanto a la verificación de la nomenclatura de un grupo de especies, se identificaron cuatro escenarios principales: sinonimia, cambios de familia, autoria y coincidencia entre plataformas. Estos resultados destacan la importancia de precisar la fuente taxonómica consultada, a fin de evitar confusiones y asegurar la estandarización en los estudios de malezas. La estandarización y catalogación de los nombres de las plantas es un paso crucial en diversos campos de la biología, como la biodiversidad, la biogeografía y la investigación de la vegetación. La lista de plantas de la WFO es la lista más completa y autorizada de plantas del mundo, mantenida por la comunidad global de expertos en taxonomía como un recurso de acceso libre y gratuito.

BIBLIOGRAFÍA

CONABIO. (2024). Catálogo de malezas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.conabio.gob.mx

EFLORAMEX. (2025). Flora Electronica de México. https://efloramex.ib.unam.mx

THE PLANT LIST. (2013). Version 1.1. Recuperado de http://www.theplantlist.org (consultado el 20 de mayo, del 2025).

PLANTS OF THE WORLD ONLINE. (2025). POWO: Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. https://powo.science.kew.org

TROPICOS. (2025). Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. https://www.tropicos.org

WORLD FLORA ONLINE. (2025). World Flora Online. http://www.worldfloraonline.org

KINDT, R. (2020). WorldFlora: An R package for exact and fuzzy matching of plant names against the World Flora Online taxonomic backbone data. Applications in Plant Sciences 8(9): 1388.

Summary: The standardization of weed nomenclature requires reliable taxonomic verification. However, the nomenclatural dynamics derived from new phylogenetic studies generate inconsistencies between different consultation platforms. The objectives of this study were to determine the floristic composition of weeds in Mexico through an exhaustive literature review of floristic catalogs and national databases, and to verify the nomenclature of a set of species on the World Flora Online (WFO) platform and compare it with other databases to identify taxonomic discrepancies. The diversity analysis showed that weed richness is concentrated in a few families: Asteraceae (232 species, 21.3%), Poaceae (134, 12.3%), and

Fabaceae (80, 7.3%), which together account for 41% of the recorded species. These families also dominated in terms of number of genera, with Asteraceae (124 genera), Poaceae (65), and Fabaceae (38). Verification in WFO revealed four main nomenclatural scenarios: synonymy (e.g., *Aptenia cordifolia* (L. f.) Schwantes as a synonym for *Mesembryanthemum cordifolium* L.f., family changes based on updated phylogenetic classifications (e.g., transfer from Alliaceae to Amaryllidaceae), changes in the authorship of the species and unmodified matches. These results show the great diversity of weeds in a few families and underscore the need to use updated taxonomic sources such as WFO to ensure standardization and accuracy in weed flora studies, thus avoiding confusion arising from synonymy and classification adjustments.

Key words: Taxonomic nomenclature, Cyberplatform, arevenses and ruderales.

USO DE HOJARASCA DE FRIJOL PARA EL CONTROL DE MALEZA EN EL CULTIVO DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea*) (PONENCIA ORAL)

S. L. Quintero-Bastida[1], J. A. S. Escalante-Estrada[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo,
Texcoco, Estado de México.
quinterolucia632@gmail.com

Resumen: La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una especie con alto potencial hortícola y nutracéutico; sin embargo, la presencia de maleza en su cultivo representa una limitante al competir por recursos esenciales y reducir su rendimiento. El uso de residuos vegetales es una alternativa sustentable para el manejo de maleza. Se evaluó el efecto de la hojarasca de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) aplicada como cobertura superficial e incorporada al suelo sobre el crecimiento de la verdolaga y la emergencia de maleza. El experimento se estableció bajo condiciones de invernadero en Montecillo, Texcoco, Estado de México, en un diseño completamente al azar con tres tratamientos: 1) testigo sin hojarasca, 2) hojarasca como cobertura y 3) hojarasca incorporada, con cuatro repeticiones. Se registraron las siguientes variables en la verdolaga: número de tallos, altura de planta, cobertura del área de la maceta, índice de verdor (SPAD), peso fresco, peso seco y la dominancia relativa de las especies de maleza presentes. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. La hojarasca incorporada favoreció el crecimiento de la verdolaga, al presentar los mayores valores en altura de planta, cobertura, peso fresco y seco. En contraste, la cobertura superficial ejerció supresión de maleza, pero sin aumentar significativamente la biomasa de la verdolaga respecto al testigo. Las especies de maleza dominantes fueron *Chenopodium album* L., *Malva parviflora* L. y *Brassica rapa* L. La incorporación de hojarasca de frijol al suelo constituye una estrategia para promover la producción de verdolaga y disminuir la emergencia de malezas.
Palabras clave: biomasa, dominancia, arvenses, residuos de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una hortaliza con potencial hortícola y nutracéutico por su alto contenido de ácidos grasos (α-linolénico y γ-linolénico), proteínas, aminoácidos y antioxidantes como α-tocoferol, vitamina C, β-caroteno, polifenoles y flavonoides. En México, su cultivo comercial inició en 1950 en la zona chinampera de la Ciudad de México y actualmente se siembran alrededor de 454 ha en condiciones de riego y temporal, principalmente en Morelos, Baja California y la Ciudad de México. Los rendimientos promedian entre 9.4 y 19.1 t ha^{-1} (MONTOYA-GARCÍA *et al*., 2017).

La maleza en los cultivos es un factor limitante en la producción, ya que compiten por luz, agua y nutrientes, reduciendo el rendimiento del cultivo principal. El manejo de maleza generalmente se realiza mediante deshierbe manual o con la aplicación de herbicidas, lo que implica elevados costos de producción y riesgos ambientales. Una alternativa sustentable para el manejo de la maleza es el uso de residuos vegetales de cultivos agrícolas, que pueden actuar como barrera física, ejercer efectos alelopáticos y modificar las condiciones microclimáticas del suelo (ZAMAR *et al*., 2000).

La reducción de la incidencia de la luz en el suelo durante la preparación del terreno para la siembra disminuye la emergencia de la maleza. Cubrir el suelo para impedir el paso de la luz al momento de la siembra del cultivo puede ser suficiente para reducir la aparición de maleza hasta en un 70%. Sin embargo, este método no es efectivo para todas las especies, ya que no todas las semillas de maleza son sensibles a la luz (BOND & GRUNDY, 2001).

Por otro lado, se ha observado que la incorporación de residuos orgánicos no solo ejerce un efecto alelopático que inhibe el crecimiento de maleza, sino que también mejora las propiedades del suelo al incrementar la disponibilidad de nutrientes y la retención de humedad durante el proceso de descomposición. Estos beneficios microambientales favorecen el desarrollo del cultivo principal (MELANDER *et al*., 2017).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la hojarasca de frijol (como cobertura e incorporada al suelo) sobre el crecimiento de la verdolaga y la emergencia de malezas.

MATERIALES Y METODO

El estudio se realizó bajo condiciones de invernadero de cristal en Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México, México (19°29´N, 98°53´O; 2240 msnm), en un clima templado. El sustrato utilizado fue un suelo franco-limoso con densidad aparente de 1.4 g cm^{-3}, pH 7.8, conductividad eléctrica de 3 dS m^{-1}, 4 % de materia orgánica, 0.21 % de N total, 5.6 mg kg^{-1} de NH_4^+ y 122.5 mg kg^{-1} de NO_3^-.

Se evaluaron tres tratamientos: 1) hojarasca como cobertura, 2) hojarasca incorporada y 3) testigo (sin hojarasca). Los tratamientos se aplicaron en charolas con capacidad de 10 L, y posteriormente se efectuó la siembra de la verdolaga, con el fin de evaluar el efecto de la hojarasca sobre el crecimiento de malezas. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones.

A los 40 días después de la siembra (dds), cuando la verdolaga se encontraba en la etapa de producción de semillas, se registraron por tratamiento y repetición las siguientes variables:

número de tallos, altura de planta, cobertura del área de la maceta (%), índice de verdor (SPAD), peso de materia fresca y peso de materia seca. Asimismo, se registraron la temperatura máxima y mínima (°C) y la humedad relativa (%).

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey, con el paquete estadístico SAS versión 9.4 (SAS Institute, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones de temperatura máxima y mínima medida a las 12:00 hs durante el desarrollo del estudio, fueron de 41 °C y 8 °C, respectivamente. La humedad relativa promedio de 24 %.

Especies de maleza presentes en el cultivo y valor de dominancia

Las especies de maleza registradas en los diferentes tratamientos en orden del valor de dominancia (promedio de tratamientos y repeticiones) fueron: *Chenopodium album* (34%), seguido *Malva parviflora* L. (26%), *Brassica rapa* L. (24%), *Rumex crispus* L.(10%) y *Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov. (7%) (Figura 1). Para muchas semillas de malezas enterradas, es la exposición a la luz durante el cultivo del suelo lo que estimula la germinación (BOND & GRUNDY, 2001).

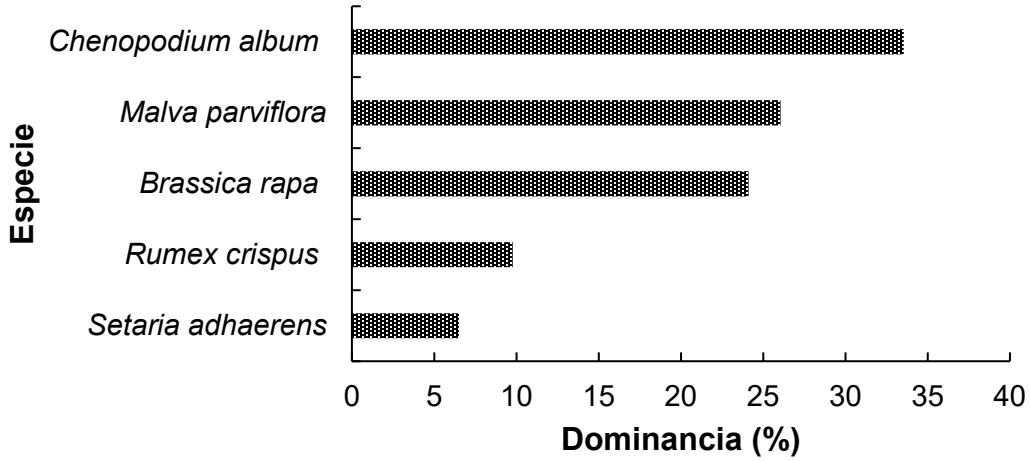


Figura 1. Valor de dominancia relativa (%) de las especies de maleza asociadas al cultivo de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) bajo condiciones de invernadero. Los valores representan el promedio de todos los tratamientos y repeticiones.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para todas las variables evaluadas ($p < 0.001$). El número de tallos fue mayor en el tratamiento con cobertura de hojarasca (66) y hojarasca incorporada (60.5), en comparación con el testigo (15). En altura, la hojarasca incorporada presentó el valor más alto (50 cm), seguido del testigo (45.5 cm), mientras que la cobertura tuvo la menor altura (36 cm). La mayor cobertura de área se obtuvo con hojarasca incorporada (95.0 %), en contraste con el testigo (80.0 %). En cuanto al índice de

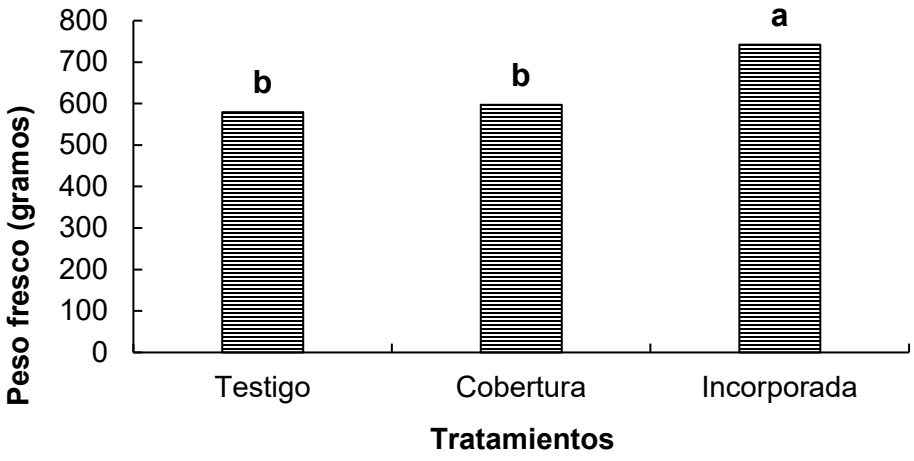
verdor, los tratamientos con cobertura (29.9) e incorporada (29.8) no difirieron entre sí y superaron al testigo (22.8). El mayor peso seco correspondió a la hojarasca incorporada (89.1 g), en tanto que cobertura (71.7 g) y testigo (69.5 g) no presentaron diferencias estadísticas.

Cuadro 1. Efecto de diferentes manejos de hojarasca de frijol sobre variables agronómicas del cultivo de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)

Tratamiento	No. tallos	Altura (cm)	Cobertura (%)	SPAD	Peso seco (g)
1. Testigo	15 **c**	45.5 **b**	80 **c**	22.7 **b**	69.5 **b**
2. Cobertura	66 **a**	36 **c**	90.2 **b**	29.9 **a**	71.6 **b**
3. Incorporada	60 **b**	50 **a**	95 **a**	29.8 **a**	71.6 **a**
Prob F	***	***	***	***	***
CV (%)	2.91	2.28	1.44	0.78	1.43
Tukey α= 0.05 HSD	2.71	1.97	2.52	0.42	2.18

Medias con la misma letra en la columna no difieren significativamente (Tukey, α = 0.05). *** = p < 0.001.

En el peso fresco de la verdolaga, se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (p < 0.001). El tratamiento de hojarasca incorporada registró el mayor valor (742 g), el cual fue estadísticamente superior al tratamiento de cobertura (597 g) y al testigo (579.2 g). Estos dos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí. El mayor peso fresco bajo el tratamiento incorporado sugiere una mejora en la disponibilidad de nutrientes y humedad debido a la descomposición de la hojarasca en el perfil del suelo, favoreciendo así el desarrollo del cultivo, este resultado también puede atribuirse a una liberación más rápida y eficiente de nutrientes durante la descomposición de la hojarasca en el suelo, así como a una mejora en la retención de humedad y la disponibilidad de recursos para el cultivo (MELANDER *et al*., 2017). Por el contrario, la cobertura superficial de hojarasca, si bien ejerció un efecto supresor sobre la maleza, no incrementó significativamente el peso fresco de la verdolaga en comparación con el



testigo. Esto sugiere que el modo de aplicación del residuo orgánico es importante clave para obtener sus beneficios en el crecimiento del cultivo.

Figura 2. Peso fresco de la biomasa aérea de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) bajo diferentes manejos de hojarasca de frijol. Tratamientos: Testigo (sin hojarasca), Cobertura (hojarasca como cubierta superficial) e Incorporada (hojarasca mezclada con el suelo). Las barras con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $\alpha = 0.05$).

CONCLUSIONES

La incorporación de hojarasca de frijol al suelo favoreció significativamente el crecimiento del cultivo de verdolaga, reflejado en mayor altura, cobertura, índice de verdor, peso fresco y seco, en comparación con los demás tratamientos. Además, la incorporación de hojarasca de frijol al suelo redujo la emergencia de malezas, entre las cuales las especies dominantes fueron *Chenopodium álbum* L., *Malva parviflora* L. y *Brassica rapa* L., lo que indica el potencial de la hojarasca de frijol como estrategia sustentable para el control de maleza, además de aumentar la producción de verdolaga.

BIBLIOGRAFÍA

BOND, W., & GRUNDY, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed research, 41(5), 383-405.

MELANDER, B., LIEBMAN, M., DAVIS, A. S., GALLANDT, E. R., BÀRBERI, P., MOONEN, A. C., ... & VIDOTTO, F. (2017). Non-chemical weed management. Weed research: Expanding horizons, 245-270.

MONTOYA-GARCÍA, C. O., VOLKE-HALLER, V., TRINIDAD-SANTOS, A., VILLANUEVA-VERDUZCO, C., & SÁNCHEZ-ESCUDERO, J. (2017). Respuesta de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) a la fertilización con NPK. Revista Fitotecnia Mexicana, 40(3), 325-332.

SAS INSTITUTE (2013). Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures. Second edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 550 p.

ZAMAR, J. L., ALESSANDRIA, E. E., BARCHUK, A. H., & LUQUE, S. M. (2000). Emergencia de plántulas de malezas bajo residuos de especies utilizadas como cultivos de cobertura. Agriscientia, 17.

Abstract: Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is a species with high horticultural and nutraceutical potential; however, the presence of weeds in its cultivation represents a limitation as they compete for essential resources and reduce its yield. The use of plant residues has been proposed as a sustainable alternative for weed management and soil improvement. This study evaluated the effect of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaf litter applied as surface cover and incorporated into the soil on purslane growth and weed emergence. The experiment was established under greenhouse conditions in Montecillo, Texcoco, State of Mexico, in a completely randomized design with three treatments: 1) control without leaf litter, 2) leaf litter as mulch, and 3) incorporated leaf litter, with four replicates. Agronomic variables of purslane (number of stems, height, cover, greenness index (SPAD), fresh and dry weight) were recorded, as well as the relative dominance of the weed species present. The results showed significant differences between treatments ($p < 0.001$). Incorporated leaf litter favored purslane growth, with higher values for height, coverage, fresh weight, and dry weight. In contrast, surface coverage suppressed weeds but did not significantly improve purslane biomass compared to the control. The dominant weed species were *Chenopodium album* L., *Malva parviflora* L., and *Brassica rapa* L. Incorporating bean leaf litter into the soil is a sustainable strategy for promoting purslane production and reducing weed emergence.

Key words: biomass, dominance, weeds, crop residues.

MALEZAS ASOCIADAS A CULTIVOS DE *Agave* sp. EN EL ESTADO DE JALISCO, MÉXICO (ORAL)

Angela Michelle González-López[1], Gabriel Rincón-Enríquez[1], Evangelina Esmeralda Quiñones-Aguilar[1]*, Pablo Carrillo-Reyes[2]

[1]Laboratorio de Fitopatología, Biotecnología Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Camino Arenero 1227, El Bajío del Arenal, C.P. 45019. Zapopan, Jalisco, México. *equinones@ciatej.mx

[2]Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (Laniveg), Instituto de Botánica (IBUG), Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, C.P. 44600. Zapopan, Jalisco, México.

Resumen: Las especies del género *Agave* son la base de procesos productivos de relevancia económica en el estado de Jalisco, especialmente en la industria de bebidas alcohólicas como mezcal y tequila. Sin embargo, la productividad de sus cultivos se ve limitada por factores de estrés biótico y abiótico, entre los cuales las malezas representan un componente crítico. El objetivo de este estudio fue documentar la diversidad de arvenses asociadas a campos de agave bajo diversas modalidades de manejo en tres regiones productoras del estado de Jalisco: Altos, Sur y Valles. Durante 2023 y 2024 se realizaron colectas en siete sitios en temporadas seca y de lluvias. Se registraron 47 especies de malezas pertenecientes a 26 familias, con predominio de malezas de hoja ancha. La región de Valles presentó la mayor riqueza, seguida de las regiones Altos y Sur. Las especies *Melinis repens* y *Parthenium hysterophorus* fueron las más frecuentes en varios sitios de colecta. Estos resultados constituyen un inventario actualizado y regionalizado de la flora arvense en agave. Los hallazgos evidencian la influencia del manejo agrícola y las condiciones agroecológicas sobre la composición de malezas y proporcionan una base para diseñar estrategias de control sostenibles y adaptadas regionalmente que contribuyan a mejorar la productividad del cultivo.

Palabras clave: arvenses, flora arvense, listado florístico, tequila, cultivo.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Agave* son relevantes en México, principalmente por la producción de bebidas alcohólicas como tequila, mezcal, raicilla y bacanora (Arellano-Plaza et al., 2022). La productividad de los cultivos de agave se ve afectada por diversos

factores bióticos y abióticos. Entre ellos, las malezas representan un problema, ya que compiten con el cultivo por luz, nutrientes, agua y espacio, además de funcionar como refugio para plagas y patógenos (Vijayakumar et al., 2023). Se ha reportado que los daños ocasionados por las malezas pueden ser mayores a los provocados por plagas o enfermedades (Zohabi et al., 2016). La densidad poblacional de estas especies y su momento de emergencia son determinantes, siendo las que emergen antes del cultivo las que más afectan al rendimiento (Dieleman et al., 1995).
La información sobre comunidades de arvenses en agave es limitada y desactualizada. En Chapala, Jalisco, se documentó la presencia predominante de gramíneas como *Ixophorus unisetus*, *Panicum miliaceum* y *Echinochloa colonum* (Salamanca-Camacho y Medina-Oceguera, 2007). En Tequila, Jalisco, *Cyperus esculentus* fue reportada como especie dominante, junto con *Eleusine indica*, *Digitaria sanguinalis* y *Brachiaria plantaginea* (Monroy-Reyes, 2005).

Ante la carencia de información actual, resulta necesario actualizar el conocimiento sobre la flora arvense asociada a los sistemas productivos de agave, con el fin de establecer bases para desarrollar estrategias de manejo sostenible que contribuyan a mejorar la productividad del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo entre 2023 y 2024 en tres regiones productoras de agave del estado de Jalisco. Las regiones de Altos, Valles y Sur fueron seleccionadas debido a su relevancia en la producción agrícola y a sus características agroecológicas distintas (SIAP, 2023).

En cada región se eligieron dos sitios de muestreo: uno correspondiente a un manejo convencional y otro a un manejo orgánico. Las colectas se llevaron a cabo durante la temporada seca, que abarcaron de abril a junio, así como en la temporada de lluvias, que se extiende de julio a octubre. Se registraron especies de plantas vasculares que se encontraban tanto en las áreas cultivadas como en los bordes de los cultivos. Cada ejemplar fue fotografiado, recolectado y prensado con el propósito de su identificación en el herbario, siguiendo los procedimientos taxonómicos establecidos. Para la identificación de especies se consultaron claves florísticas (INECOL, 2003; Rzedowski y Rzedowski, 1979), bases de datos digitales (PlantNet, 2024; ReBiOMex, 2010) y el manual de malezas en *Agave tequilana* (López-Muraira, 2008).

Se evaluaron siete predios en tres regiones de Jalisco. En Valles (Amatitán) se seleccionaron un sitio convencional de *Agave tequilana* Weber var. azul con uso de herbicidas (glifosato, paraquat, fluazifop-butil) y otro orgánico con control manual. En Altos (Arandas) se compararon dos predios: uno con manejo convencional mediante fertilizantes y agroquímicos, y otro con insumos orgánicos. En la región Sur (Tolimán y Zapotitlán de Vadillo) se analizaron tres sitios mezcaleros en policultivo de *Agave*

angustifolia y *A. rhodacantha*, asociados a especies leñosas nativas, con un manejo mixto que incluyó herbicidas, fertilización orgánica y control manual. A diferencia de los terrenos ubicados en Altos y Valles, que se caracterizan por la práctica de monocultivos, los del Sur exhibieron una mayor diversidad de especies asociadas. El objetivo general consistió en identificar la flora arvense presente en cultivos de agave, considerando distintos sistemas de manejo agrícola en tres regiones productoras de Jalisco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se identificaron 47 especies de malezas pertenecientes a 26 familias (Figura 1), siendo predominantes las malezas de hoja ancha (45) sobre gramíneas (3). La región de Valles presentó la mayor riqueza (26 especies), seguida de las regiones Altos (20) y Sur (19), destacando las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Solanaceae y Poaceae.

En la región Valles se registraron 17 familias, en la región Altos 6 familias y en la región Sur 16 familias (Tabla 1).

Melinis repens fue la especie más frecuente en todas las regiones, con alta densidad en Altos y Valles, mientras que *Parthenium hysterophorus* predominó en Valles y Sur. Se registraron 33 especies en temporada de lluvias y 22 en sequía, con varias recurrentes en ambas estaciones, lo que evidencia su adaptabilidad. A diferencia de estudios previos que reportaron predominio de gramíneas, este trabajo mostró mayor abundancia de especies de hoja ancha, incluyendo trepadoras como *Ipomoea* spp. y *Momordica charantia*.

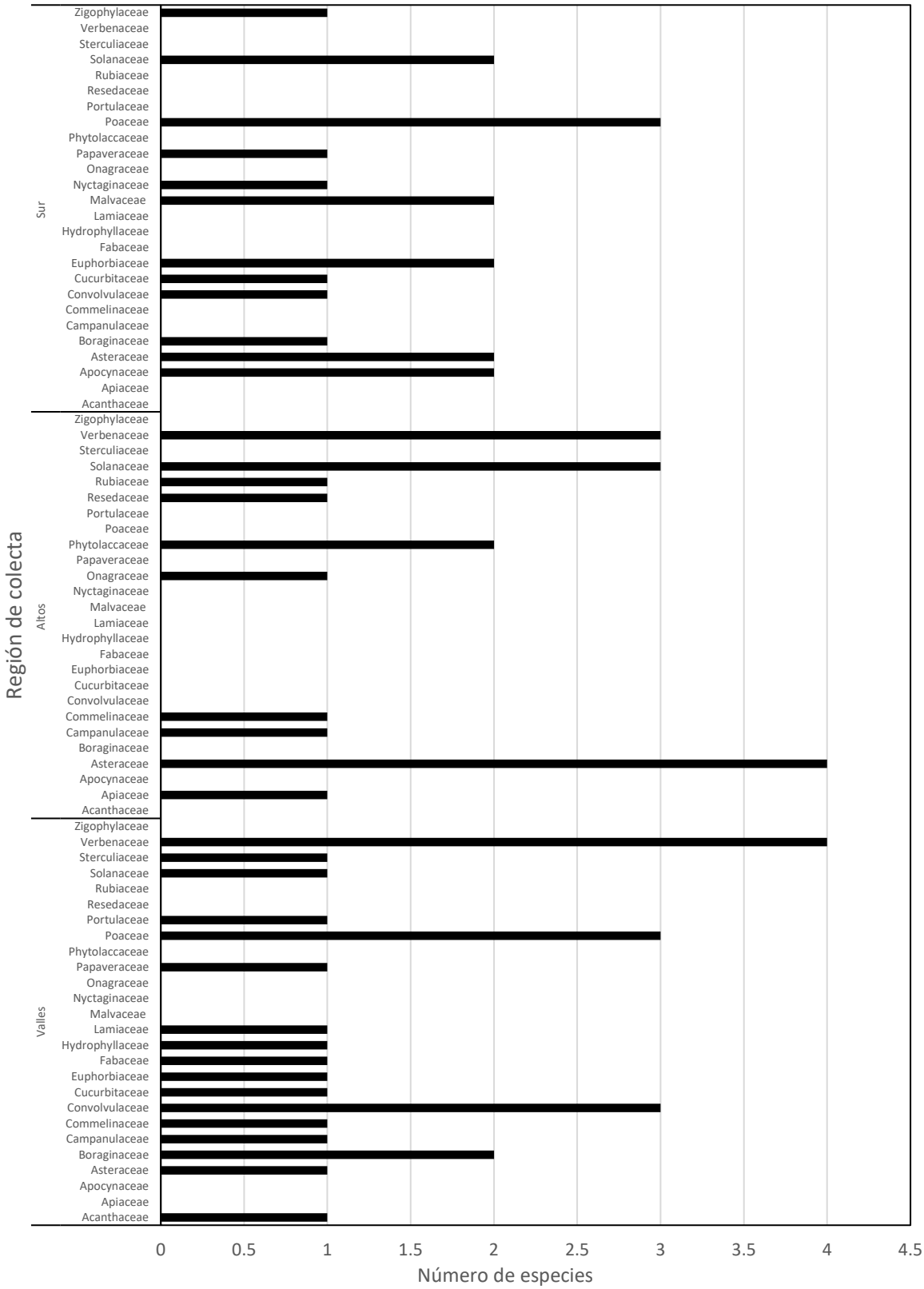


Figura 1. Número de especies de maleza registradas por familia botánica en tres regiones de colecta (Sur, Altos y Valles) en cultivos de *Agave* sp. Cada barra representa la riqueza de especies de una familia en el sitio correspondiente.

CONCLUSIONES

En este estudio se registraron 47 especies de malezas pertenecientes a 26 familias en tres regiones productoras de agave en Jalisco, con predominio de especies de hoja ancha sobre gramíneas. Entre ellas, *Melinis repens* y *Parthenium hysterophorus* destacaron por su amplia distribución y alta densidad. Este inventario actualizado proporciona una base sólida para comprender la diversidad de malezas en agave y para orientar el desarrollo de estrategias de control sostenibles y adaptadas a cada región.

BIBLIOGRAFÍA

Arellano-Plaza, M., Paez-Lerma, J. B., Soto-Cruz, N. O., Kirchmayr, M. R., & Gschaedler Mathis, A. (2022). Mezcal Production in Mexico: Between Tradition and Commercial Exploitation. Frontiers in Sustainable Food Systems, 6, https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.832532

Dieleman, A., Hamill, A.S., Weise, S.F., Swanton, C.J. (1995) Empirical models of pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in soybean (*Glycine max*). Weed Science, 43, 612–618.

Instituto de Ecología A.C. (INECOL). (2003). Flora del bajío y regiones adyacentes (J. Rzedowski & G. Rzedowski, Eds.). INECOL.

López-Muraira, I. G. (2008). Manual de maleza del cultivo del *Agave tequilana* en Jalisco. Instituto Tecnológico de Tlajomulco y Tequila Sauza, S.A. de C.V. México (256 pp.).

Monroy-Reyes, B. (2005). Efecto competitivo de la maleza sobre el crecimiento y la respuesta fisiológica de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) en la región de Tequila, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara.

PlantNet (16 de marzo de 2024). Identificar, explorar y compartir tus observaciones sobre plantas silvestres. https://identify.plantnet.org/es.

Red de Biodiversidad del Occidente de México (16 de marzo del 2024). https://www.rebiomex.org/cgi-bin/ibug_list.cgi

Rzedowski, J., & Rzedowski, G. C. (1979). Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2023). Producción mensual agrícola: Avance de Siembras y Cosechas. Https://Nube.Siap.Gob.Mx/Avance_agricola/.

Vijayakumar, V., Ampatzidis, Y., Schueller, J. K., Burks, T. (2023). Smart spraying technologies for precision weed management: A review. Smart Agricultural Technology, 6: 10337. https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100337

Zohabi, A., Abbas, T., & Tabassum, T. (2016). Weeds Cause Losses in Field Crops through Allelopathy. Notulae Scientia Biologicae, 8(1), 47–56. https://doi.org/10.15835/nsb.8.1.9752

Summary: *Agave* species are the foundation of highly relevant productive chains, particularly in the alcoholic beverage industry such as mezcal and tequila. However, the productivity of their crops is limited by biotic and abiotic stress factors, among which weeds represent a critical component. The objective of this study was to document the diversity of weeds associated with agave fields under different management practices in three producing regions of Jalisco State: Altos, Sur, and Valles. During 2023 and 2024, collections were carried out in six sites during both dry and rainy seasons. A total of 47 weed species belonging to 26 families were recorded, with a predominance of broadleaf species. The Valles region presented the highest richness, followed by Altos and Sur. *Melinis repens* and *Parthenium hysterophorus* were the most frequent species across several localities. These results constitute an updated and regionalized inventory of weed flora in agave. The findings highlight the influence of agricultural management and agroecological conditions on weed composition and provide a baseline for the design of sustainable and regionally adapted control strategies that contribute to improving crop productivity.

Keywords: weeds, weed flora, floristic list, tequila, crop.

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN CAÑA DE AZÚCAR EN TEPIC, NAY.

Juan Carlos Delgado C.[1]; Juan Carlos Delgado T.[1]; Rodrigo Briseño[2]; Alfredo Hernández M.[2]

[1]Novus Consultoría y Servicios Especializados, S.C.
novus.cse1@gmail.com
[2]ANAJALSA, S.A. de C.V.

Resumen: Se estableció un ensayo en Francisco I. Madero, Tepic, Nay., con la finalidad de evaluar la efectividad biológica de herbicidas preemergentes para el control de *Rottboellia cochinchinensis, Amaranthus viridis, Ipomoea triloba* y *Trianthema portulacastrum* durante el periodo de junio a agosto de 2025 en el cultivo de caña de azúcar de la variedad ITV20. Los tratamientos evaluados fueron Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha, Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha, Offender+Intemperie 4 l+1 kg/ha, Intemperie 3 kg/ha, Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha, Caña Z Plus 5 l/ha y Offender 4 l/ha; además de un testigo absoluto. Las variables que se estimaron por especie de maleza fueron el número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de cobertura y porcentaje de control; además de la fitotoxicidad a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación. El ensayo se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se encontró que todas las combinaciones de herbicidas registraron porcentajes de control superiores al 95% de *T. portulacastrum* por al menos 56 días después de la aplicación; además, todas las combinaciones de herbicidas registraron porcentajes de control superiores al 91% de *A. viridis* por al menos 56 días después de la aplicación, excepto Intemperie 3 kg/ha que solo ejerció un control del 84%. El mejor control de *R. cochinchinensis* se logró con el Intemperie 3 kg/ha con un 72% a los 56 dda y el mejor control de *I. triloba* se logró con el Offender 4 l/ha con un 87.5% a los 56 dda. A las dosis evaluadas de todos los herbicidas no se presentaron signos ni síntomas de fitotoxicidad sobre el cultivo de caña de azúcar en ninguna de las fechas de evaluación.

Palabras clave: densidad, cobertura, porcentaje de control

INTRODUCCIÓN

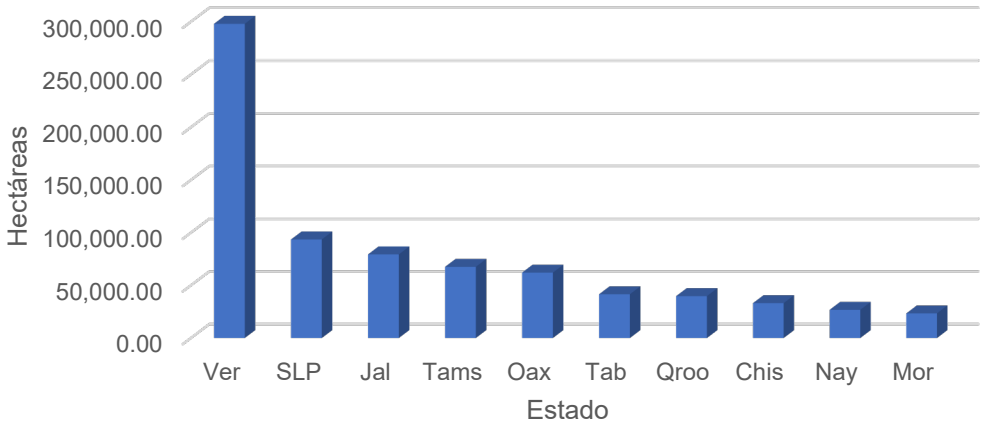
Dentro de los cultivos de uso industrial se encuentra la caña de azúcar, misma que representa en nuestro país, la principal fuente de producción de azúcar para múltiples propósitos. La parte aprovechable de la caña de azúcar es el tallo, mismo que se considera un fruto agrícola, dado que en él se distribuye y almacena el azúcar. Está

conformado aproximadamente de 75% de agua y está formado por nudos y entrenudos que varían en longitud, diámetro, forma y color conforme a la variedad (SADER, 2017).

Durante 2024, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SADER, reportó una superficie establecida de caña de azúcar a nivel nacional de 843,048.28 hectáreas, con una producción de 53,051,361.68 toneladas, un rendimiento promedio por hectárea de 67.64 toneladas, un precio medio rural de $953.60 por tonelada y con un valor de la producción de $50,590,034.01 (miles de pesos). Este mismo organismo reportó para la zona productora de Nayarit una superficie de 26,797 hectáreas, una producción de 1,312,034.38 toneladas, un rendimiento por hectárea de 68.37 toneladas, un precio medio rural de $1,391.42 por tonelada y un valor de la producción de $1,825,593.31 (miles de pesos)- (SIAP, 2025).

La caña de azúcar se produce en 16 estados dentro de la República Mexicana, con los 10 principales productores por superficie sembrada especificados en la figura 1.

Fig. 1 Principales estados productores de caña de azúcar por superficie sembrada (ha)- SIAP, 2025



Durante el proceso de producción de la caña de azúcar, se tiene la incidencia de diversos factores fitosanitarios que limitan el rendimiento del cultivo. Dentro de estos, las malezas de hoja ancha y angosta son de las más agresivas, puesto que los daños que ocasionan por la competencia directa por la disponibilidad de agua, luz, espacio y nutrimentos se presentan desde las etapas iniciales de desarrollo del cultivo, lo que limita la altura y la producción de tallos de la caña, con un reflejo directo en el número de toneladas por hectárea.

El estado de Nayarit se encuentra registrado entre los 10 principales productores de caña de azúcar y al igual que las demás áreas productoras, enfrenta dificultades para el manejo de una amplia gama de especies de malezas, las cuales se controlan mecánicamente y, principalmente, mediante el uso de herbicidas pre y postemergentes. La evaluación de combinaciones de herbicidas para ampliar el espectro de control de malezas de hoja ancha y angosta ha sido una práctica común en años recientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció el 22 de junio del 2025 en una parcela de caña de la variedad ITV20, suelo franco (rojo), con alta presencia de humedad, libre de terrones y de materia vegetal (paja) del agricultor cooperante Efrén Herrera Sánchez de la comunidad de Francisco I. Madero, en el potrero La Mezcalera, Tepic, Nay., la cual se localiza en las coordenadas geográficas 20° 34.714' y 104º 51.130', a una altitud de 707 msnm. Las malezas objetivo del presente ensayo fueron *Amaranthus viridis*, *Trianthema portulacastrum*, *Rottboellia cochinchinensis* e *Ipomoea triloba*.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados se especifican en el cuadro 1 y sus características en el cuadro 2.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis evaluadas de herbicidas preemergentes para el control de *Amaranthus viridis, Trianthema portulacastrum, Rottboellia cochinchinensis* e *Ipomoea triloba* en el cultivo de caña de azúcar. Francisco I. Madero, Tepic, Nay. 2025

Tratamiento	Dosis PC	Época de aplicación
1. Testigo absoluto	-	-
2. Offender TD + Kobra	4 l+1 kg/ha	PRE
3. Offender TD + Kobra	4 l+2 kg/ha	PRE
4. Offender TD + Intemperie	4 l+1 kg/ha	PRE
5. Intemperie	3 kg/ha	PRE
6. Intemperie + Desyerbal 90	3 kg+1 kg/ha	PRE
7. Caña Z Plus	5 l/ha	PRE
8. Offender TD	4 l/ha	PRE

PC= producto comercial

Cuadro 2. Características de los productos evaluados

Producto	i.a.	Composición porcentual	Equivalente en g de i.a.	Formulación
Offender TD	Tebuthiuron	17.79%	210 g	Suspensión concentrada
	Diuron	29.66%	350 g	
Intemperie	Diurón	53.30%	533 g	Gránulos dispersables
	Hexazinona	6.70%	67 g	
Kobra 80	Diurón	80%	800 g	Gránulos dispersables
Desyerbal 90	Atrazina	90%	900 g	Gránulos dispersables
Caña Z Plus	Ametrina	19.40%	194 g	Autosuspensible
	Atrazina	19.40%	194 g	
	Diurón	19.40%	194 g	

Se realizó una sola aplicación en preemergencia al cultivo y la maleza el 22 de junio del 2025 con una aspersora motorizada Arimitsu, acondicionada con un aguilón y

dos boquillas de abanico 11003 separadas a 75 centímetros. La aspersora se calibró para aplicar un volumen de agua de 200 litros por hectárea. Las condiciones ambientales al momento de la aplicación del ensayo fueron temperatura del ambiente de 22°C, humedad relativa del 96%, velocidad del viento de 2 KPH, nubosidad del 30% y pendiente del terreno del 5%.

El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos (1.1 m entre surco y surco) por 10 m de largo (44 m^2). Las variables que se estimaron fueron el número de plantas por metro cuadrado de cada especie de maleza para lo cual se utilizó un cuadrante de PVC de 50 cm x 50 cm lanzado una vez al centro de cada parcela útil; el porcentaje de cobertura y el porcentaje de control de cada maleza, mismos que se evaluaron de forma visual con base en la escala de 0-100, considerando la superficie total de la unidad experimental. En la última evaluación se realizó el conteo del número promedio de tallos en 5 metros lineales y la altura promedio en 10 tallos de caña. Para estimar la selectividad de los herbicidas sobre el cultivo de caña de azúcar, se evaluó el porcentaje de fitotoxicidad conforme a la escala de la EWRS (anexo 1). Las evaluaciones se realizaron a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación.

A los datos obtenidos en cada una de las evaluaciones se les aplicó un análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de medias Tukey (α= 0.05), mediante el programa estadístico SAS® 2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de *Amaranthus viridis* a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación (dda)

Durante la primera evaluación realizada a los 21 días después de la aplicación (dda), se tuvo una densidad poblacional en el testigo absoluto de 59 plantas de *Amaranthus viridis* por metro cuadrado, con un porcentaje de cobertura del 20%. El porcentaje de control que se obtuvo con los diferentes herbicidas fue en general muy bueno, casi total de esta maleza. La mezcla de Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha fue la que registró el mejor porcentaje de control. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (cuadro 2).

A los 42 días después de la aplicación (dda) en el testigo absoluto se tuvo una densidad poblacional de 53 plantas/m^2 de *A. viridis*, con una cobertura promedio del 47.5% y porcentajes de control promedio del 97% con todos los tratamientos herbicidas, siendo nuevamente Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha la combinación que registró el porcentaje de control más alto de esta especie. Los análisis de varianza aplicados a los datos de todas las variables objetivo indicaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

A los 56 días después de la aplicación (dda) la densidad de *A. viridis* fue de 46 plantas/m^2, con una cobertura del 60% y porcentajes de control promedio del 94%, siendo la mezcla de Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha la que manifestó el porcentaje de

control más alto de esta especie. Los análisis de varianza aplicados a los datos de las variables objetivo indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 2. Densidad, cobertura y control de *Amaranthus viridis* en ensayo de herbicidas preemergentes en caña de azúcar. Francisco I. Madero, Tepic, Nay. 2025

Tratamiento	Evaluación 21 dda			Evaluación 42 dda			Evaluación 56 dda		
	Plantas/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control
1. Testigo absoluto	59.00 a*	20.00 a	0.00 c	53.00 a	47.50 a	0.00 b	46.00 a	60.00 a	0.00 c
2. Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha	2.00 b	0.50 b	99.50 ab	4.00 b	3.50 b	96.50 a	6.00 b	8.75 bc	91.25 ab
3. Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha	1.00 b	0.50 b	99.50 ab	4.00 b	1.50 b	98.50 a	4.00 b	2.75 c	97.25 a
4. Offender+Intemperie 4r l+1 kg/ha	3.00 b	1.50 b	98.50 ab	4.00 b	1.50 b	98.50 a	4.00 b	4.75 bc	95.25 a
5. Intemperie 3 kg/ha	5.00 b	2.75 b	97.25 b	6.00 b	9.25 b	90.75 a	7.00 b	16.25 b	83.75 b
6. Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+ 1 kg/ha	0.00 b	0.00 b	100.00 a	3.00 b	1.00 b	99.00 a	4.00 b	2.00 c	98.00 a
7. Caña Z Plus 5 l/ha	2.00 b	0.50 b	99.50 ab	2.00 b	1.00 b	99.00 a	3.00 b	2.25 c	97.75 a
8. Offender 4 l/ha	3.00 b	1.50 b	98.50 ab	3.00 b	1.50 b	98.50 a	3.00 b	2.25 c	97.75 a
MEDIA	9.37	3.4	86.59	9.87	8.34	85.09	9.62	12.37	82.62
CV	98.93	88.51	1.15	84.27	74.77	6.34	18.48	39.84	5.04

*Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente

Evaluación de *Trianthema portulacastrum* a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación (dda)

En la primera evaluación realizada a los 21 días después de la aplicación (dda), se tuvo una densidad poblacional en el testigo absoluto de 9 plantas/m^2 de *T. portulacastrum*, con un porcentaje de cobertura del 6.25% y un control casi total con todos los herbicidas bajo evaluación. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

A los 42 días después de la aplicación (dda) en el testigo absoluto se tuvo un promedio de 27 plantas/m^2 de *T. portulacastrum*, con un porcentaje de cobertura del 35%. Los porcentajes de control promedio fueron cercanos al 100%, por lo que todas las combinaciones de herbicidas tuvieron un muy buen comportamiento en el control de esta especie. Los análisis de varianza aplicados indicaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

A los 56 días después de la aplicación (dda) la densidad de *T. portulacastrum* en el testigo absoluto fue de 20 plantas/m^2, con una cobertura del 25%. Los porcentajes de control de *T. portulacastrum* fueron casi totales con todos los herbicidas. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 3. Densidad, cobertura y control de *Trianthema portulacastrum* en ensayo de herbicidas preemergentes en caña de azúcar. Francisco I. Madero, Tepic, Nay. 2025

Tratamiento	Evaluación 21 dda			Evaluación 42 dda			Evaluación 56 dda		
	Plantas/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control
1. Testigo absoluto	9.00 a*	6.25 a	0.00 b	27.00 a	35.00 a	0.00 b	20.00 a	25.00 a	0.00 b
2. Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha	0.00 b	0.00 b	100.00 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a	1.00 b	0.50 b	99.50 a
3. Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha	0.00 b	0.00 b	100.00 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a
4. Offender+Intemperie 4r l+1 kg/ha	1.00 b	0.50 b	99.50 a	2.00 b	0.50 b	99.50 a	3.00 b	5.00 b	95.00 a
5. Intemperie 3 kg/ha	1.00 b	0.50 b	99.50 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a
6. Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+ 1 kg/ha	0.00 b	0.00 b	100.00 a	1.00 b	0.50 b	99.50 a	1.00 b	1.25 b	98.75 a
7. Caña Z Plus 5 l/ha	1.00 b	0.50 b	99.50 a	1.00 b	2.50 b	97.50 a	0.00 b	0.00 b	100.00 a
8. Offender 4 l/ha	1.00 b	0.50 b	99.50 a	1.00 b	2.50 b	97.50 a	1.00 b	1.25 b	98.75 a
MEDIA	1.62	1.03	87.25	4,00	5.12	86.75	3.25	4.12	86.5
CV	99.13	33.71	0.82	64.99	66.17	3.04	75.36	98.01	4.3

*Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente

Evaluación de *Rottbellia cochinchinensis* a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación (dda)

Durante la primera evaluación realizada a los 21 días después de la aplicación (dda), en el testigo absoluto se tuvo una densidad poblacional de 40 plantas/m^2, con una cobertura de poco más del 11%. Los porcentajes de control que se obtuvieron con los diferentes herbicidas alcanzaron un control promedio del 94% de *R. cochinchinensis*. La mezcla de Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha fue la que registró el porcentaje de control más alto. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (cuadro 4).

A los 42 días después de la aplicación (dda) en el testigo absoluto se tuvo una densidad poblacional promedio de esta maleza de 43 plantas/m^2, con un porcentaje de cobertura del 40. Se registró una reducción de los porcentajes de control hasta alcanzar un promedio del 74% con todos los herbicidas bajo evaluación. Los tratamientos Intemperie 3 kg/ha, Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha y Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha registraron porcentajes de control del 85, 82.5 y 80%, respectivamente, los cuales no son malos en virtud de la maleza de que se trata y el periodo de poco más de 40 días después de la aplicación. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

A los 56 días después de la aplicación (dda) la densidad promedio de plantas/m^2 en el testigo absoluto fue de 50, con una cobertura del 87%. Los porcentajes de control de *R. cochinchinensis* se redujeron sustancialmente hasta alcanzar un promedio de poco

más del 50% con todos los tratamientos herbicidas. El Intemperie 3 kg/ha registró un 72% de control, que no está tan mal debido al tipo de maleza que se trata. Los análisis de varianza aplicados indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 4. Densidad, cobertura y control de *Rottboellia cochinchinensis* en ensayo de herbicidas preemergentes en caña de azúcar. Francisco I. Madero, Tepic, Nay. 2025

Tratamiento	Evaluación 21 dda			Evaluación 42 dda			Evaluación 56 dda		
	Plantas/m^2	% Cob.	% Control	*Plantas*/m^2	% Cob.	% Control	*Plantas*/m^2	% Cob.	% Control
1. Testigo absoluto	40.00 a*	11.25 a	0.00 b	43.00 a	40.00 a	0.00 b	50.00 a	87.50 a	0.00 b
2. Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha	10.00 b	3.50 a	95.25 a	11.00 b	15.00 b	80.00 a	13.00 b	37.50 ab	57.50 ab
3. Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha	8.00 b	5.00 a	95.00 a	9.00 b	12.50 b	82.50 a	12.00 b	57.50 ab	37.50 ab
4. Offender+Intemperie 4r l+1 kg/ha	14.00 b	6.00 a	91.50 a	21.00 b	25.00 ab	57.50 a	20.00 b	52.50 ab	42.50 ab
5. Intemperie 3 kg/ha	9.00 b	4.75 a	95.25 a	9.00 b	10.00 b	85.00 a	6.00 b	27.50 b	72.50 a
6. Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+ 1 kg/ha	8.00 b	3.50 a	96.50 a	11.00 b	17.50 b	75.00 a	8.00 b	40.00 ab	60.00 ab
7. Caña Z Plus 5 l/ha	10.00 b	6.25 a	92.50 a	14.00 b	20.00 ab	70.00 a	9.00 b	42.50 ab	55.00 ab
8. Offender 4 l/ha	11.00 b	4.75 a	94.00 a	18.00 b	22.50 ab	70.00 a	11.00 b	52.50 ab	37.50 ab
MEDIA	13.75	5.62	82.5	17,00	20.31	65,00	16.12	49.68	45.31
CV	54.19	64.77	5,00	53.85	41.82	25.62	78.05	46.3	62.68

*Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente

Evaluación de *Ipomoea triloba* a los 21, 42 y 56 días después de la aplicación (dda)

En la evaluación realizada a los 21 días después de la aplicación (dda), en el testigo absoluto se tuvo una densidad poblacional de 10 plantas/m^2 de *I. triloba*, con un porcentaje de cobertura (% de cob.) promedio del 10%. Los porcentajes de control que se obtuvieron con los diferentes herbicidas fueron en general muy buenos, se registró un 98% de control de *I. triloba.* La mezcla de Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha fue la que registró el porcentaje de control más alto. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

A los 42 días después de la aplicación (dda) en el testigo absoluto se registró una densidad de 19 plantas/m^2 de *I. triloba*, con un porcentaje de cobertura del 57.5%. Los porcentajes de control promedio alcanzaron poco más del 87% con todos los herbicidas. Específicamente en el caso del Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha fue la combinación con un 90% de control, que es muy bueno por la maleza de que se trata. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

A los 56 días después de la aplicación (dda) la densidad de *I. triloba* en el testigo absoluto alcanzó 11 plantas/m^2, con una cobertura del 47%. Los porcentajes de control promedio de *I. triloba* fueron del 75% con todos los herbicidas, donde destacó el Offender

4 l/ha con un porcentaje de control del 87%, adecuado debido al tipo de maleza de que se trata. Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 4. Densidad, cobertura y control de *Ipomoea triloba* en ensayo de herbicidas preemergentes en caña de azúcar. Francisco I. Madero, Tepic, Nay. 2025

Tratamiento	Evaluación 21 dda			Evaluación 42 dda			Evaluación 56 dda		
	Plantas/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control	*Plantas*/m²	% Cob.	% Control
1. Testigo absoluto	10.00 a	10.00 a	0.00 b	19.00 a	57.50 a	0.00 b	11.00 a	47.50 a	0.00 b
2. Offender+Kobra 4 l+1 kg/ha	5.00 ab	4.00 b	96.00 a	3.00 b	7.50 b	92.50 a	4.00 b	22.50 ab	60.00 a
3. Offender+Kobra 4 l+2 kg/ha	3.00 b	1.50 b	98.50 a	4.00 b	10.00 b	87.50 a	4.00 b	22.50 ab	77.50 a
4. Offender+Intemperie 4r l+1 kg/ha	5.00 ab	2.75 b	97.25 a	5.00 b	12.50 b	85.00 a	4.00 b	20.00 ab	80.00 a
5. Intemperie 3 kg/ha	3.00 b	1.50 b	98.50 a	4.00 b	10.00 b	87.50 a	4.00 b	22.50 ab	72.50 a
6. Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+ 1 kg/ha	2.00 b	1.00 b	99.00 a	3.00 b	7.50 b	90.00 a	4.00 b	22.50 ab	77.50 a
7. Caña Z Plus 5 l/ha	3.00 b	1.50 b	98.50 a	4.00 b	15.00 b	85.00 a	4.00 b	22.50 ab	72.50 a
8. Offender 4 l/ha	2.00 b	1.00 b	99.00 a	5.00 b	10.00 b	85.00 a	2.00 b	12.50 b	87.50 a
MEDIA	4.12	2.9	85.84	5.87	16.25	76.56	4.62	24.06	65.93
CV	53.55	60.95	2.06	31.18	33.57	7.35	22.38	49.17	26.81

*Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente

Fitotoxicidad

No se presentaron signos ni síntomas de fitotoxicidad de ninguno de los herbicidas o sus combinaciones sobre el cultivo de caña de azúcar.

CONCLUSIONES

Todas las combinaciones de herbicidas registraron porcentajes de control superiores al 91% de *Amaranthus viridis* por al menos 56 días después de la aplicación, excepto Intemperie 3 kg/ha que solo ejerció un control del 84%.

Todas las combinaciones de herbicidas registraron porcentajes de control superiores al 95% de *Trianthema portulacastrum* por al menos 56 días después de la aplicación.

El mejor control de *Rottboellia cochinchinensis* se logró con el Intemperie 3 kg/ha con un 72% a los 56 dda.

El mejor control de *Ipomoea triloba* se logró con el Offender 4 l/ha con un 87.5% a los 56 dda.

A las dosis evaluadas de todos los herbicidas no se presentaron signos ni síntomas de fitotoxicidad sobre el cultivo de caña de azúcar en ninguna de las fechas de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

SADER. 2017. Planeación agrícola nacional. Caña de azúcar mexicana. B_sico-Ca_a_de_az_car.pdf (consulta agosto de 2025)

SAS Institute. 2009. Statistical Analysis System. North Carolina State University. Disco duro

SIAP. 2025. Cierre de la producción agrícola 2024. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ (consultado agosto de 2025).

Summary: an assay was established in Francisco I. Madero, Tepic, Nay., to evaluate the biological effectiveness of pre-emergence herbicides for the control of *Rottboellia cochinchinensis, Amaranthus viridis, Ipomoea triloba,* and *Trianthema portulacastrum* during the period from June to August 2025 in sugarcane crop of the ITV20 variety. The treatments evaluated were Offender+Kobra 4 L+1 kg/ha, Offender+Kobra 4 L+2 kg/ha, Offender+Intemperie 4 L+1 kg/ha, Intemperie 3 kg/ha, Intemperie+Desyerbal 90 3 kg+1 kg/ha, Caña Z Plus 5 L/ha, and Offender 4 L/ha; in addition to an untreated control. The variables estimated by weed species were the number of plants per square meter, percentage cover, and control percentage. In addition to phytotoxicity at 21, 42, and 56 days after application (dda). The trial was conducted using a randomized complete block design with four replicates. All herbicide combinations were found to have control percentages greater than 95% of *T. portulacastrum* for at least 56 days after application; additionally, all herbicide combinations had control percentages greater than 91% of *A. viridis* for at least 56 days after application, except for Intemperie 3 kg/ha, which only exerted 84% control. The best control of *R. cochinchinensis* was achieved with Intemperie 3 kg/ha, with 72% at 56 daa, and the best control of *I. triloba* was achieved with Offender 4 l/ha, with 87.5% at 56 daa. At the doses tested for all herbicides, no signs or symptoms of phytotoxicity were observed on the sugarcane crop on any of the evaluation dates.

Keywords: density, cover, control percentage

DIVERSIDAD E IMPORTANCIA DE LA MALEZA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, EN EL EJIDO DE SAN JOSE TERUEL, ATENCINGO PUEBLA

A. Bolaños Espinoza
Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
abolanose@chapingo.mx

Resumen. El documento presenta un estudio sobre la diversidad e importancia de las malezas en el cultivo de caña de azúcar en el Ejido de San José Teruel, Atencingo, Puebla. La industria azucarera mexicana es vital, pero las malezas provocan daños estimados en hasta el 90.4% de la producción de caña y el 94.6% de azúcar. Se destaca la importancia del Periodo Crítico de Competencia (PCC), que puede oscilar entre 17 y 138 días después de la siembra (DDS). El estudio, realizado en 600 hectáreas entre 2024-25, identificó 22 especies nocivas distribuidas en 10 familias botánicas, siendo Poaceae y Asteraceae las más predominantes. Las especies más abundantes incluyen *Sorghum halepense* (milpilla), *Parthenium hysterophorus* (amargosa), *Amaranthus hybridus* (quintonil) y *Portulaca oleracea* (verdolaga). Se observó que los agricultores aún emplean control manual para bajas densidades, pero están migrando hacia el uso de herbicidas pre y post emergentes. La investigación concluye que el control de malezas efectuado fuera del PCC afecta negativamente los rendimientos. La escasez de mano de obra y los altos costos impulsan a los productores a reemplazar las prácticas manuales por químicos, buscando un control más rápido, eficiente y selectivo.
Palabras clave: Malas hierbas, daños, control, caña-azúcar

INTRODUCCIÓN

El efecto socioeconómico de la industria azucarera en México es considerable, ya que proporciona más de 440 mil empleos directos y ofrece beneficios indirectos a más de 2.2 millones de personas (FIRA, 2015). En el año 2024 la superficie cosecha en el país fue de 784,347 hectáreas, con un valor de producción de $ 50,590,034 (miles). Las entidades con mayor área cultivada fueron Veracruz, San Luis Potosi y Jalisco. Aunque Puebla cuenta con una superficie cultivada relativamente pequeña (18,442 ha) se distingue por obtener los mayores rendimientos, alcanzando en promedio 102 t ha^{-1} (SIAP, 2024). Se dispone de datos concretos sobre la zafra 2024-25 que muestran que un productor logró rendimientos de 144 y 160 t ha^{-1} en dos campos distintos. Entre los factores que contribuyen a la disminución de la producción de caña de azúcar(67.6 t ha^{-1} promedio general) se encuentran la invasión de malezas, que causa daños estimados en un 90.4% en producción de caña y un 94.6 % en azúcar (Worku Tadele, et al., 2022). Los autores también apuntan que el periodo crítico de competencia (PCC) en el cultivo de caña de azúcar abarca desde los17 hasta los

131 días después de la siembra (DDS). Por otro lado, Shauhan y Srivastava (2002) indican que este PCC suele variar entre los 60 y 120 DDS, mientras que Kuva, et al. (2001) mencionan un rango de 89 a 138 DDS. La diversidad de especies y la densidad de malezas difieren entre países y regiones, influenciadas por el clima, las características del suelo y otros factores bióticos. A partir de los expuesto, el propósito del estudio fue identificar las especies de malezas presentes y destacar aquellas que son más significativas en función de su densidad y complejidad en el manejo en el cultivo de caña de azúcar en el Ejido de San José Teruel, Atencingo, Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el ejido de San José Teruel, que forma parte del Ingenio de Atencingo Puebla del grupo Zucarmex. El área analizada abarcó 600 ha, donde se realizaron tres recorridos en distintas épocas durante los años 2024-25. Los estados de desarrollo del cultivo variaron, abarcando plantaciones desde un mes hasta cinco meses. En cada visita, se registraron las especies de malas hierbas presentes, así como su abundancia y frecuencia. La identificación de muchas de estas especies se realizó *in situ*, considerando sus características específicas, mientras que para algunas otras fue necesario recurrir a materiales de referencia como "Malezas de México" de Conabio, entre otros. Para facilitar la identificación mediante comparación con otros recursos, se tomaron fotografías que destacaran sus frutos e inflorescencias. Para resaltar las especies dominantes se tomaron en cuenta las opiniones y comentarios de los productores cañeros de dicho ejido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra las especies que fueron identificadas en el cultivo de caña de azúcar. Es relevante mencionar que se encontraron 23 especies nocivas pertenecientes a 10 familias botánicas, destacando siete de la familia Poaceae (Gramineae) y cinco de la familia Asteraceae (Compositae). En cuanto a su abundancia y prevalencia, resaltaron *Sorghum halepense*, *Parthenium hysterophorus*, *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea.* Otras especies que también son relevantes incluyen *Solanum rostratum*, *Treanthema portulacastrum*, *Euphorbia heterophylla*, *Digitaria setigera*, *Leptochloa filiformes*, *Cyperus esculentus*, *Amaranthus palmeri*, *Euphorbia lasiocarpa Cynodon dactylon* y *Cenchrus echinatus*. En lo que respecta al control de las malezas, los agricultores continúan llevando a cabo prácticas manuales, especialmente cuando la densidad de las malezas es baja; no obstante, una gran parte de ellos ya aplica productos químicos (herbicidas) con diferentes mecanismos de acción, tanto pre-emergentes como post-emergentes. En cuanto al tiempo en que se realiza el control, algunos agricultores lo efectúan en una fase tardía, es decir, después de que el PCC ha pasado, lo que provoca que los daños se reflejen en los bajos rendimientos en toneladas de caña de azúcar.

Tabla1. Principales especies de maleza presentes en el cultivo de la caña de azúcar, en el Ejido de San José Teruel, Atencingo Puebla.

+Especies localizadas en la orilla de los cañaverales, sin descartar la presencia dentro del cultivo. *presente; ****my abundante.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Dominancia
Duraznillo	*Solanum rostratum* Dunal	Solanaceae	***
Chicalote	*Argemone mexicana* L.	Papaveraceae	**
Milpilla	*Sorghum halepense* (L.) Pers.	Poaceae (=Gramineae)	****
Amargosa	*Parthenium hysterophorus* L.	Asteraceae(=Compositae)	****
Verdolaga de Puerco	*Treanthema portulacastrum* L.	Aizoaceae	***
Lechosa	*Euphorbia heterophylla* L	Euphorbiaceae	***
Quintonil	*Amaranthus hybridus* L.	Amaranthaceae	****
Verdolaga	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	****
Higuerilla	*Risinus communis* L.	Euphorbiaceae	*
Pasto	*Digitaria setigera* Roth ex Roem. et Schult	Poaceae (=Gramineae)	***
Zacate plumilla	*Leptochloa* filiformes Lam. (Beauv.) (= *Leptochloa mucronate)*	Poaceae (=Gramineae)	***
Coquillo	*Cyperus esculentus* L.	Cyperaceae	***
Quintonil	*Amaranthus palmeri* L.	Amaranthaceae	***
Hierba de la golondrina	*Euphorbia lasiocarpa* Klotzsch	Euphorbiaceae	***
Trompillo	*Solanum elaeagnifolium* Cav.+	Solanaceae	*
Cadillo	*Xanthium strumarium* L.+	Asteraceae(=Compositae)	*
Aceitilla	*Bidens odorata Cav.*	Asteraceae(=Compositae)	**
Zacamantilla o fresadilla	*Aldama dentata Llave & Lex.*	Asteraceae(=Compositae)	**
Zacate cadillo	*Cenchrus echinatus* L.	Poaceae(=Gramineae)	***
Zacate pata de gallina	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	Poaceae(=Gramineae)	*
Zacate escobilla	*Chloris virgata* Sw	Poaceae(=Gramineae)	**
Zacate pitillo	*Ixophorus unisetus* (J. Presl) Schltdl.	Poaceae(=Gramineae)	**
Zacate chino	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Poaceae(=Gramineae)	

CONCLUSIONES

La flora identificada en el cultivo de caña de azúcar fue diversa, así como, sus densidades. En ambas situaciones se atribuye al manejo que se les ha dado a los cañaverales en los últimos años. Se corroboró que cuando el control se hace en forma extemporánea, esto es fuera del PCC, los rendimientos se ven afectados, aun manteniendo libre al cultivo de malezas después de este. Devido a la escases de mano de obra, a la lentitud y a los altos costos, los productores sustituyen las practicas manuales por el uso de herbicidas, los cuales conllevan a un control rápido, eficiente y selectivo.

BIBLIOGRAFÍA

CONABIO. MALEZAS DE MÉXICO. ttp://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home malezas mexico.htm

FIRA 2015. Panorama Agroalimentario. Informe de la Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. (en línea consultado el 27 de agosto de 2025).

SHAUHAN RS, SRIVASTAVA SN. 2002 Influence of weed management practices on weed growth and yield of sugarcane. Indian Journal of Weed Science 34(34):318- 319.

WORKU TADELE, TAYE TESSEMA, AND SAMUEL TEGENE.2022. Determination of critical period of weed competition in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) at Arjo Didessa sugar estate, western Ethiopia. J. Current Opinion Crop Sci., 2022; Volume 3(1): 62 -71

KUVA, M.A., GRAVENA, R., PITELLI, R.A., CHRISTOFFOLETI, P.J. e ALVES, P.L.C.A. 2001. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana de açúcar. II – Capim

Summary. Diversity and Importance of Weeds in Sugarcane Cultivation in the Ejido of San José Teruel, Atencingo, Puebla. This paper presents a study on the diversity and importance of weeds in sugarcane cultivation in the Ejido de San José Teruel, Atencingo, Puebla. The Mexican sugarcane industry is vital, but weeds cause damage estimated at up to 90.4% of sugarcane production and 94.6% of sugar. The importance of the Critical Competition Period (CCP), which can range from 17 to 138 days after planting (DAS), is highlighted. The study, carried out on 600 hectares between 2024 and 2025, identified 23 harmful species distributed across 10 botanical families, with Poaceae and Asteraceae being the most predominant. The most abundant species include *Sorghum halepense* (milpilla), *Parthenium hysterophorus* (amargosa), *Amaranthus hybridus* (quintonil), and *Portulaca oleracea* (purslane). It was observed that farmers still employ manual control at low densities, but are shifting toward the use of pre- and post-emergence herbicides. The research concludes that weed control outside the PCC negatively affects yields. Labor shortages and high costs are driving producers to replace manual practices with chemical ones, seeking faster, more efficient, and selective control.
Keywords: Weeds, damage, control, sugarcane.

MANEJO PREEMERGENTE DE MALEZAS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL DE CHAPINGO

A. Pérez-Estrada[1], S. Rodríguez-Martínez[1], K. Muñoz-Hernández[1], R. E. Ruiz-Romero[1], C. Palma-Bautista[1], J. A. Domínguez-Valenzuela[1]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230-Texcoco, Edo. México, México. alanjah77@gmail.com

Resumen: El control de malezas en maíz (*Zea mays* L.) depende de estrategias químicas y culturales que aseguren la reducción de la competencia durante el Periodo Crítico de Competencia (PCC). El objetivo de este estudio fue evaluar la fitotoxicidad y eficacia de herbicidas preemergentes (PRE) en condiciones de invernadero y de campo en Chapingo. Se probaron nueve tratamientos basados en α-cloroacetamidas (s-metolaclor, acetoclor, petoxamida y propisoclor), inhibidores de 4-HPPD (tembotrione y topramezone) y mezclas con atrazina o terbutrina, comparados con un testigo sin herbicida. En invernadero, petoxamida y la mezcla atrazina+terbutrina redujeron la altura y biomasa de las plantas de maíz, indicando mayor riesgo de fitotoxicidad bajo condiciones de riego frecuente y suelo franco-arenoso. En campo, la fitotoxicidad inicial de α-cloroacetamidas fue transitoria y desapareció a los 30 días después de la aplicación (DDA). Los tratamientos con tembotrione, acetoclor+tembotrione, s-metolaclor+atrazina, petoxamida y propisoclor alcanzaron más del 90% de control total de malezas a los 45 DDA. Sin embargo, el control de *Simsia amplexicaulis* fue deficiente en varios tratamientos, confirmando la necesidad de combinar α-cloroacetamidas con atrazina para ampliar el espectro de control. Topramezone aplicado en PRE mostró limitada eficacia. Los resultados mostraron que las α-cloroacetamidas en PRE son importantes para manejar gramíneas, pero requieren complementarse con atrazina para controlar dicotiledóneas. Además, el control limitado de especies perennes como *Oxalis latifolia* y *Cyperus esculentus* reafirma la necesidad de integrar otras prácticas. Estos resultados, contribuyen al diseño de programas de manejo integrado que aseguren la sustentabilidad y reduzcan el riesgo de resistencia a herbicidas.
Palabras clave: α-cloroacetamidas, herbicidas preemergentes, periodo crítico de competencia.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran variedad de alternativas químicas de control de malezas en maíz, tanto en preemergencia (PRE) como en postemergencia (POST). Malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas (gramíneas y ciperáceas, principalmente) representan un gran

problema en maíz, por los daños que ocasionan por competencia y por dificultar y contaminar las cosechas. Las malezas son la principal razón en la reducción del rendimiento de este cultivo en México y en el mundo (Oerke, 2006; Hartzler, S/F). El grupo de malezas que mayor dificultad representa para el control químico son las gramíneas y las ciperáceas, ante todo cuando éstas son tolerantes o evolucionan resistencia hacia uno o varios ingredientes activos. Entre las principales malas hierbas gramíneas en el maíz se encuentran diferentes especies anuales como *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa colona*, *Bracharia plantaginea*. y varias especies del género *Setaria*, incluidas *S. adhaerens y S. grisebachii*. Observaciones de campo indican que, en particular las especies de *Setaria* y *Brachiaria* parecen ser tolerantes a los herbicidas inhibidores del fotosistema II (FSII) como atrazina, simazina y terbutrina, por lo que son necesarias otras moléculas con mayor actividad sobre estas malezas.

El control PRE debe utilizarse en cualquier estrategia de control de malezas en maíz (Jones et al., 2025), secuenciado con tratamientos POST o PRE al final del periodo crítico de competencia (PCC) (Hartzler, S/F) para asegurar que el ciclo del cultivo esté libre de malezas durante la mayor parte del tiempo, para reducir al máximo la pérdida del rendimiento, la recarga del banco de semillas del suelo y facilitar la cosecha. Además de los conocidos herbicidas inhibidores de ácidos grasos de cadenas muy largas (α-cloroacetamidas: grupo 15), como s-metolaclor, acetoclor y dimetenamida (Jhala et al., 2024), otros ingredientes se encuentran disponibles en el mercado de México como petoxamida (Asgard® 600 CE) y propisoclor (Proponit® 720 EC) para su uso PRE en maíz y que controlan un amplio espectro de malezas incluyendo gramíneas de semilla y ciperáceas.

Con la finalidad de evaluar la fitotoxicidad de nueve tratamientos PRE en maíz, se realizó un experimento bajo condiciones de invernadero. Asimismo, para evaluar la fitotoxicidad bajo condiciones de campo y la efectividad en el control de malezas, también se evaluaron nueve tratamientos PRE, incluido un testigo sin herbicida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento en invernadero

En macetas de 11 cm de altura x 14 cm de diámetro con suelo franco arenoso, se sembraron cuatro semillas de maíz (Asgrow Z60) a una profundidad de 4 cm. Posteriormente se aplicaron los tratamientos indicados en la tabla 1, utilizando una aspersora manual de mochila con manómetro y punta de boquilla Teejet 8002EVS, a una presión de 40 psi para liberar un gasto de 200 L ha^{-1}. Las macetas se regaron conforme fue necesario y se fertilizaron al momento de la siembra con un gramo del fertilizante soluble FOLIGREEN® 10-40-10.

Los tratamientos se acomodaron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. A los 21 días después de la aplicación (dda), se midió la altura de planta y se registró el peso fresco de la parte aérea.

Los datos se sometieron a análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey (0.05) con R-Software Versión 4.4.3.

Tabla 1. Tratamientos preemergentes aplicados en maíz Asgrow Z60 bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Producto comercial (p. c.)	Dosis aplicadas (p. c. ha^{-1})
Testigo	—	0
Isoxaflutole +thiencarbazone	Adengo	300 ml
Tembotrione	Laudis	300 ml
Topramezone	Convey	60 ml
Petoxamida	Asgard 600 EC	2.5 L
Propisoclor	Proponit 720 EC	2.5 L
Pendimetalina	Prowl H2O	2.5 L
Acetoclor	Harness	1.0 L
S-metolaclor	Dual Gold	1.0 L
Atrazina + terbutrina	Gesaprim Combi	4.0 L

p. c.=producto comercial

Experimento de campo

En el lote experimental X-17 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Edo. de México, se estableció un experimento con nueve tratamientos, incluido un testigo sin herbicida (Tabla 2), para evaluar la fitotoxicidad al cultivo y la efectividad en el control PRE de malezas mono y dicotiledóneas.

Para su aplicación en campo, se utilizaron herbicidas que pudieran controlar la comunidad de malezas compuestas por especies de dicotiledóneas (*Simsia aplexicaulis*, principalmente) y monocotiledóneas (*Brachiaria plantaginea* y *Cyperus esculentus*), utilizando las dosis recomendadas más bajas de algunos de ellos y adecuadas para el tipo de suelo del campo experimental, el cual corresponde a un franco-arenoso.

Tabla 2. Tratamientos preemergentes aplicados en maíz Asgrow Z60, bajo condiciones del Campo Agrícola Experimental de Chapingo.

Tratamientos	Producto comercial (p. c.)	Dosis aplicada (p. c. ha^{-1})
Testigo	—	0
Tembotrione	Laudis	300 ml
Tembotrione+acetoclor	Laudis + Harness	300 ml+1.0 L
Atrazina+s-metolaclor	Primagram Gold	4.0 L
Pendimetalina+atrazina	Prowl H2O + Gesaprim Calibre 90	2.5 L+1.1 kg
Atrazina+terbutrina	Gesaprim Combi 500 FW	4.0 L
Petoxamida	Asgard	2.5 L
Propisoclor	Proponit	2.5 L
Topramezone	Convey	60 ml

p. c.=producto comercial

La siembra se realizó el 22 de abril de 2025, utilizando semilla del híbrido Asgrow Z60, una variedad precoz de 225-245 días a cosecha, propio para Valles Altos (Asgrow, S/F) en parcelas de 4 surcos separados a 0.8 m y seis plantas por metro lineal, al lomo del surco. Al momento de la siembra se fertilizó con 200 kg ha^{-1} de DAP (18-46-00) y en V6 se adicionaron 120 kg de sulfato de amonio (21-00-00). Los tratamientos se arreglaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Después de la siembra, los tratamientos se aplicaron con una aspersora manual de mochila equipada con manómetro y punta de boquilla Teejet XR11003VS, a una presión de 40 psi y un volumen de 312 L ha^{-1}. El mismo día se aplicó un riego ligero por aspersión para promover germinación e incorporación de los herbicidas al suelo. Adicionalmente, dos veces más se aplicó riego. Posteriormente ya no fue necesario, pues comenzaron las lluvias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo condiciones de invernadero, se observó que los tratamientos con petoxamida y thiencarbazone + isoxaflutole, causaron los mayores daños de fitotoxicidad reflejada en la disminución de la altura de planta con respecto al testigo sin herbicida, mientras que el resto de los tratamientos no se diferenciaron del testigo (figura 1).

Por otra parte, las mayores afectaciones del peso fresco de planta, una variable de rendimiento, las causaron los tratamientos con petoxamida, isoxaflutole + thiencarbazone y atrazina + terbutrina. Propisoclor y acetoclor afectaron el peso de planta con respecto al testigo, pero no fueron diferentes de tembotrione, topramezone, pendimetalina y s-metolaclor. (figura 2).

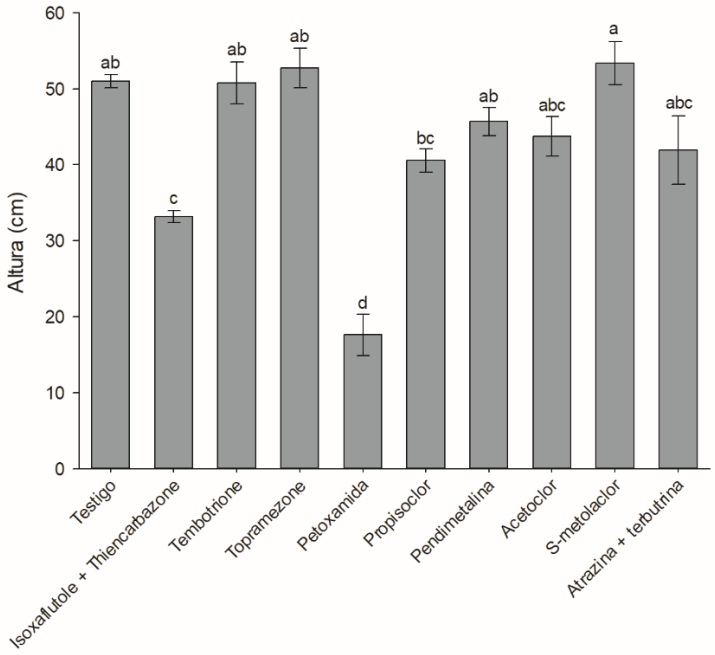


Figura 1. Altura de plantas de maíz a través de diez tratamientos PRE bajo condiciones de invernadero. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, según la prueba de Tukey (0.05).

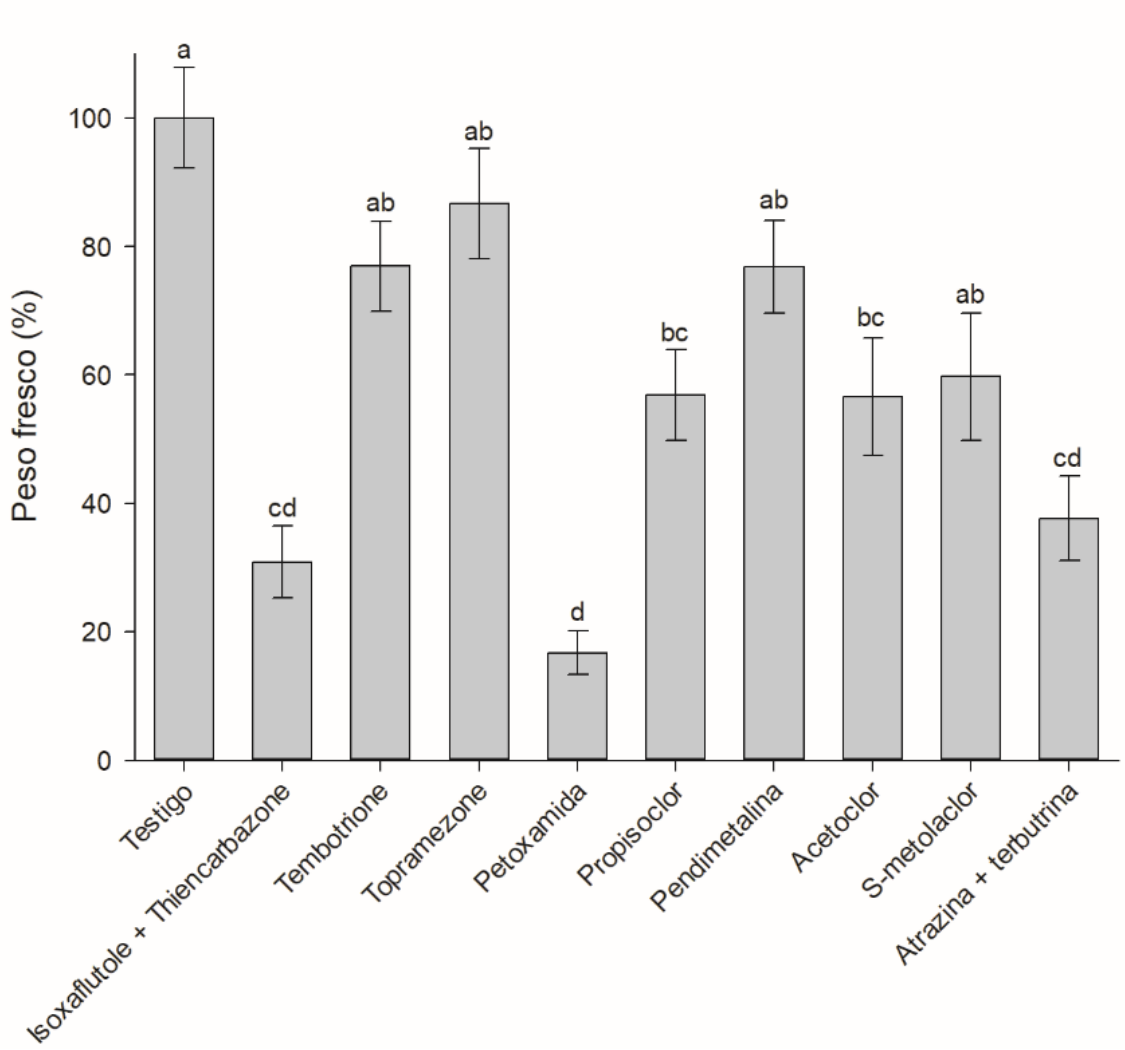


Figura 2. Porcentaje de peso fresco de planta con respecto al testigo de 10 tratamientos bajo condiciones de invernadero. Medias seguidas con la misma letra no difieren entre si según la prueba de Tukey (0.05).

Bajo las condiciones del experimento en macetas y por el tipo de suelo (franco-arenoso), la hipótesis de que el riego constante en macetas pudiera hacer descender los herbicidas más que en condiciones de campo, podría explicar los efectos de ciertos tratamientos en la altura y acumulación de peso fresco de planta. Para el caso de la mezcla de atrazina + terbutrina, la fitotoxicidad podría ser causada por terbutrina, ya que atrazina es un herbicida muy seguro para el maíz por su metabolismo (Shimabukuro, 1967), pero la mezcla con terbutrina sólo se recomienda en el cultivo de sorgo, no obstante, es un buen herbicida para el control de pastos como *Brachiaria, Setaria* e *Ixophorus*, entre otras (Syngenta, S/F)

Experimento de campo

Con relación a la fitotoxicidad de los tratamientos PRE aplicados en maíz bajo las condiciones del campo experimental, petoxamida, acetoclor + tembotrione y s-metolaclor

+ atrazina registraron el mayor efecto a los 15 dda, aunque fue mínimo y desapareció rápidamente, pues ya no se observó a los 30 dda. Básicamente se observó como una ligera disminución de la altura de planta y la presencia de pocas plantas mostrando enrollamiento del cogollo y deformación de las hojas más viejas, síntoma característico de las α-cloroacetamidas (Gunsolus and Curran, 1999). En el caso de la mezcla de acetoclor + tembotrione y s-metolaclor + atrazina, es de esperarse que los que causan la fitotoxicidad son acetoclor y s-metolaclor, pues atrazina y tembotrione son altamente selectivos a maíz (figura 3).

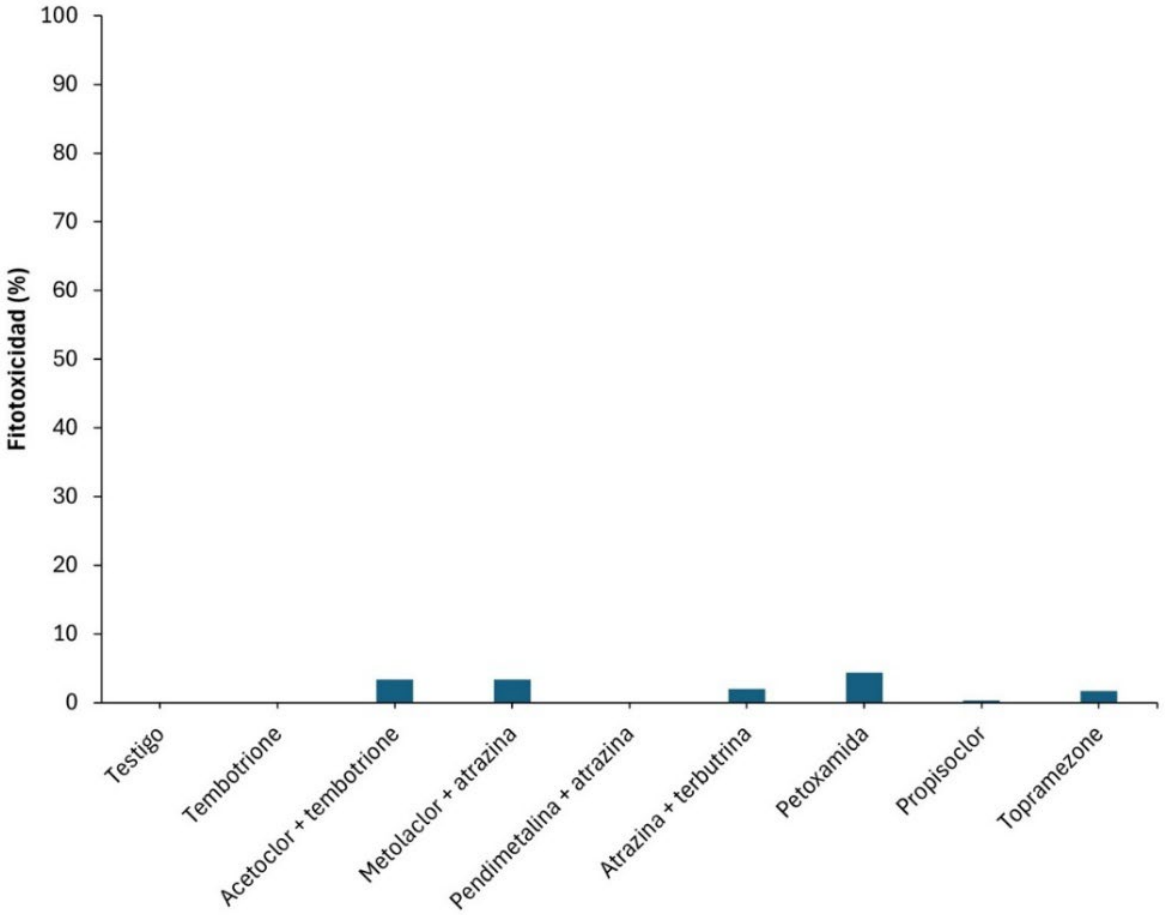


Figura 3. Porcentaje de fitotoxicidad de tratamientos PRE en maíz en el Campo Agrícola Experimental de Chapingo.

El herbicida topramezone, del grupo químico de las pirazolonas, es un inhibidor de pigmentos a través de la inhibición de la enzima 4-HPPD (Grupo 27) (Grossmann & Ehrhardt 2007; Schonhammer et al. 2006) aplicado en PRE fue el tratamiento con el más bajo nivel de control total de malezas a través del periodo de evaluación (15, 30 y 45 dda), lo que indica que su actividad herbicida en el suelo es extremadamente pobre (Figura 4). La vida media de este ingrediente activo puede ser menor a dos semanas y su toxicidad PRE es limitada para algunas especies vegetales (Rahman et al., 2014).

La mezcla de pendimetalina + atrazina, no resultó efectiva para el control del complejo de malezas y, para el caso de atrazina + terbutrina el control descendió significativamente a los 45 dda, básicamente debido a la falta de control de *B. plantaginea* (Figura 4).

Tembotrione, acetoclor + tembotrione, s-metolaclor + atrazina, petoxamida y propisoclor alcanzaron niveles de control total superiores al 90%. (Rahman et al., 2014). En el caso de tembotrione, una tricetona (Grupo 27), alcanzó niveles de control excelentes hasta los 45 dda, sin embargo, fue muy deficiente contra hojas anchas, especialmente *S. amplexicaulis* (Figura 4).

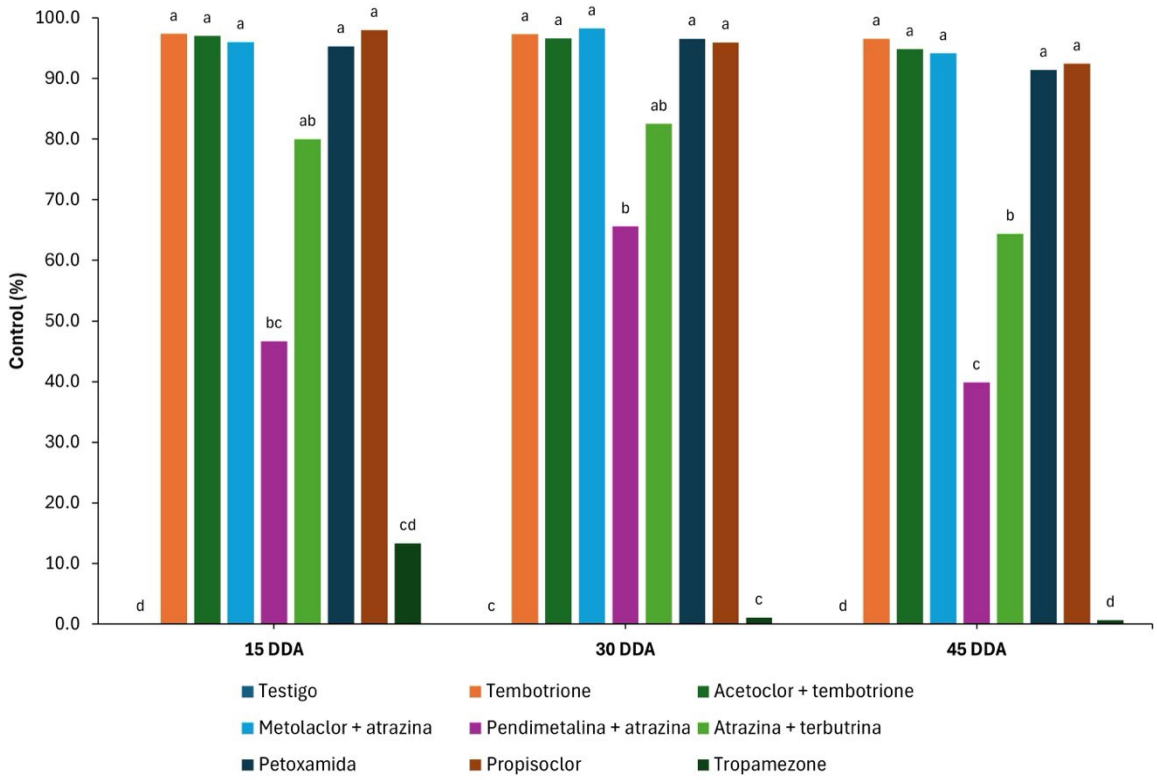


Figura 4. Porcentaje de control total de malezas en maíz a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda), de los tratamientos herbicidas aplicados en campo. Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey 0.05). ($p \leq 0.05$).

Topramezone fue el herbicida más deficiente en el control de las principales especies de malezas en el área experimental a los 30 y 45 dda, lo que demuestra su falta de actividad herbicida en el suelo. Por otra parte, los tratamientos de tembotrione, acetoclor + tembotrione, atrazina + s-metolaclor lograron porcentajes de control de las dos principales especies *S. amplexicaulis y B. plantaginea*, mayores a 90% a los 30 y 45 dda. Pendimetalina + atrazina y atrazina + terbutrina resultaron muy efectivos para el control de *S. amplexicaulis,* pero no de *B. plantaginea.* Petoxamida y propisoclor controlaron adecuadamente a *B. plantaginea,* pero no a *S. amplexicaulis* y el resto de las especies a

los 30 dda. Petoxamida y s-metolaclor + atrazina son medianamente efectivos contra *C. esculentus*, que probablemente proviene de semilla (Figuras 5 y 6).

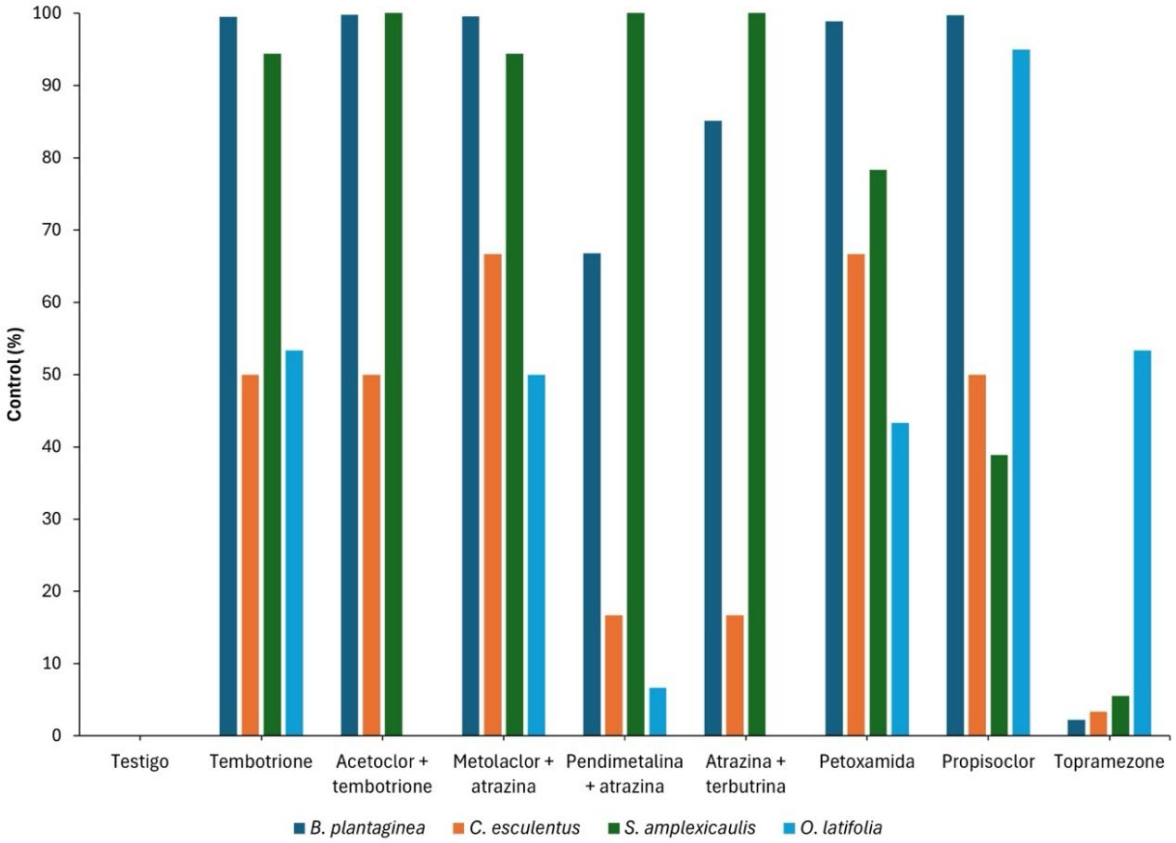


Figura 5. Porcentaje de control las principales especies de malezas en maíz a los 30 dda por tratamientos PRE. Las especies predominantes fueron *Simsia amplexicaulis, Brachiaria plantaginea*, *Cyperus esculentus* y *Oxalis latifolia*. Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey 0.05).

Hasta los 45 dda, los tratamientos tembotrione, acetoclor + tembotrione, s-metolaclor + atrazina, petoxamida y propisoclor, mantuvieron un excelente control de *B. plantaginea;* mientras que acetoclor + tembotrione, s-metolaclor + atrazina y atrazina + terbutrina mantuvieron un alto control de *S. amplexicaulis* (Figura 6). Los herbicidas efectivos para el control de *B. plantaginea* necesitan ser acompañados por herbicidas efectivos para el control de hojas anchas como *S. amplexicaulis,* bajo las condiciones del experimento.

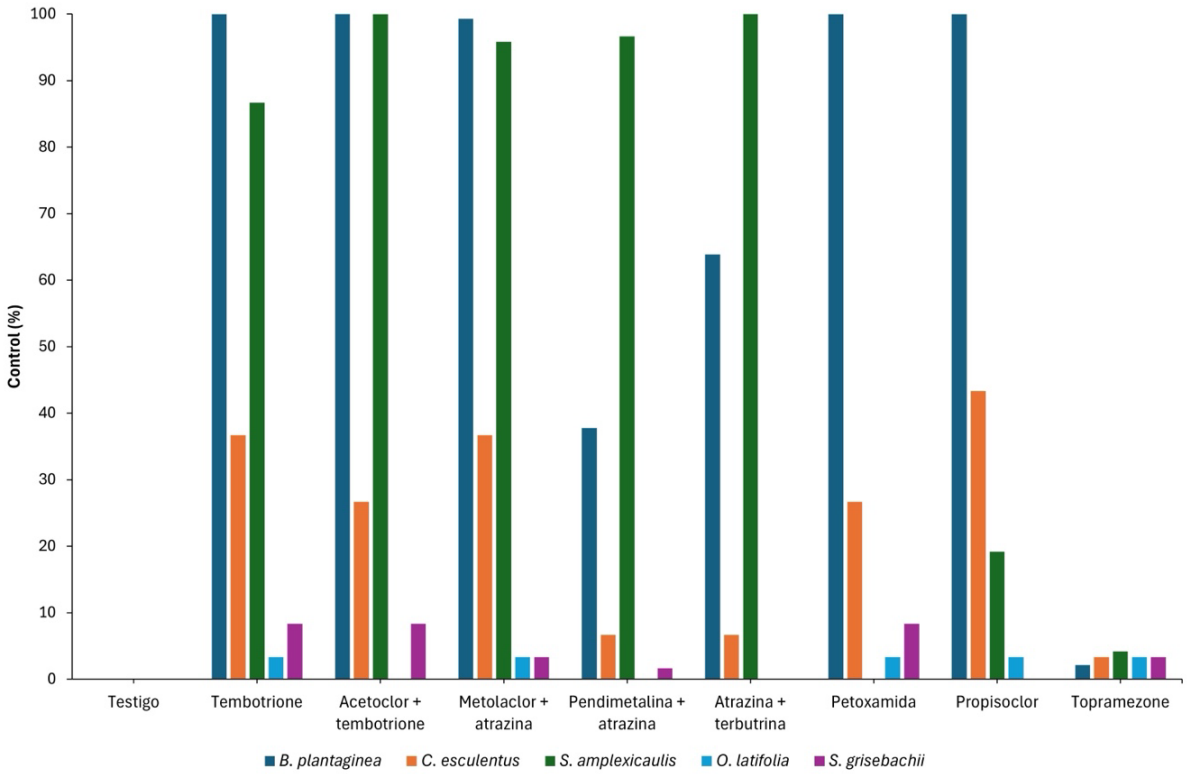


Figura 6. Porcentaje de control las principales especies de malezas en maíz a los 30 dda por tratamientos PRE. Se evaluó el efecto de estos sobre *Brachiaria plantaginea*, *Cyperus esculentus*, *Simsia amplexicaulis*, *Oxalis latifolia y Setaria grisebachii*. Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey 0.05).

El control de *Oxalis latifolia* es muy deficiente quizá debido a su forma de reproducción vegetativa, forma en la que sobrevive a casi todos los tratamientos. Lo anterior se relaciona con la presencia de los bulbos y bulbillos subterráneos. *Setaria grisebachii* no se registró a los 30 dda (Figura 5), pero a los 45 dda (Figura 6) si apareció y su control fue muy deficiente, quizá porque había pasado la mayor residualidad de los herbicidas.

Tembotrione mantiene un excelente control de *B. plantaginea* pero requiere el acompañamiento de un herbicida con buena actividad sobre *S. amplexicaulis* y otras malezas de hoja ancha. Lo mismo sucede con petoxamida y propisoclor, ya que en s-metolaclor + atrazina el control del complejo de malezas es muy bueno hasta los 45 dda (Figura 6).

Las moléculas de petoxamida y propisoclor se pueden rotar con el uso de s-metolaclor y acetoclor para el control del complejo de malezas, pero en mezcla con atrazina u otro inhibidor del FSII, para ampliar el espectro de control a hojas anchas anuales.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran la relevancia de los herbicidas α-cloroacetamidas (Grupo 15 HRAC) tales como: s-metolaclor, acetoclor, petoxamida y propisoclor como una base importante del manejo preemergente (PRE) de malezas en maíz. Estos herbicidas inhiben la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga y han

demostrado consistentemente un alto nivel de eficacia sobre gramíneas anuales como *Brachiaria plantaginea*, especie predominante en el área donde se realizó el estudio. La eficacia registrada en campo (>90% en varios tratamientos) es consistente con lo reportado para α-cloroacetamidas en otros sistemas de producción, lo que confirma su papel importante y de gran relevancia en los programas PRE en maíz (Jhala et al., 2024; Hossain et al., 2020).

No obstante, la eficacia frente a malezas de hoja ancha, particularmente *Simsia amplexicaulis*, fue limitada, situación ya descrita en estudios previos sobre el espectro de control de este grupo químico (Rahman et al., 2014). De ahí la necesidad de mezclas con herbicidas inhibidores del fotosistema II (Grupo 5), como atrazina, que amplían el espectro de control y permiten cubrir el Periodo Crítico de Competencia (PCC) en maíz (Jones et al., 2025). En nuestros resultados, las combinaciones α-cloroacetamida + atrazina mantuvieron un control aceptable del complejo de malezas hasta los 45 días después de la aplicación (dda), corroborando la utilidad de estas asociaciones en ambientes con comunidades mixtas de gramíneas y dicotiledóneas.

El comportamiento diferencial de los inhibidores de 4-HPPD (Grupo 27) también fue evidente. Tembotrione alcanzó niveles sobresalientes de control sobre B*. plantaginea*, pero mostró deficiencias frente a hojas anchas como *S. amplexicaulis*. Este patrón coincide con lo reportado por Grossmann & Ehrhardt (2007) y Schonhämmer et al. (2006), muestran una mayor eficacia sobre gramíneas que sobre malezas de hoja ancha. Por el contrario, topramezone aplicado en PRE resultó deficiente en el control total de malezas, hallazgo congruente con su baja persistencia en suelo (vida media < 2 semanas) y limitada actividad PRE (Rahman et al., 2014). Estos resultados confirman que el uso de topramezone debe restringirse a aplicaciones postemergentes, donde ha mostrado mayor eficacia.

La fitotoxicidad observada en invernadero para ciertos tratamientos (p. ej., atrazina + terbutrina) puede explicarse por las condiciones edáficas y de manejo, ya que el suelo franco-arenoso y el riego frecuente favorecen la lixiviación y mayor disponibilidad de herbicida en la zona radical. La literatura señala que la selectividad del maíz a atrazina se debe a su capacidad de metabolizarla rápidamente (Shimabukuro, 1967); sin embargo, la combinación con terbutrina puede potenciar efectos fitotóxicos. En campo, la fitotoxicidad inicial de algunas α-cloroacetamidas (clorosis leve a los 15 dda) fue transitoria y desapareció hacia los 30 dda, en concordancia con lo descrito por Gunsolus & Curran (1999).

En el caso de malezas perennes o con estructuras vegetativas de propagación, como *Oxalis latifolia* (bulbos y bulbillos) y *Cyperus esculentus* (tubérculos), el control fue deficiente, reafirmando la necesidad de integrar métodos mecánicos y herbicidas postemergentes selectivos para reducir la persistencia de estas especies (Oerke, 2006; Hartzler, s/f). Este resultado resalta que, aunque los herbicidas PRE constituyen una herramienta central, su eficacia debe complementarse con prácticas culturales y estrategias de manejo integrado.

Finalmente, es necesario subrayar el riesgo de evolución de resistencias. Se han documentado biotipos de *Amaranthus* y otras especies resistentes a α-cloroacetamidas (Heap, 2025), lo que hace imprescindible rotar mecanismos de acción y usar mezclas múltiples en programas de manejo. En este sentido, Norsworthy et al. (2012) recomiendan la integración de herbicidas con diferentes modos de acción junto con

prácticas agronómicas para retrasar la evolución de resistencia y asegurar la sustentabilidad del control químico.

En conjunto, este estudio aporta evidencia de que los herbicidas α-cloroacetamidas, en combinación con atrazina y otros inhibidores del FSII, representan la estrategia efectiva para mantener el maíz libre de competencia en el PCC bajo las condiciones de Chapingo. El reto sigue siendo el control de especies perennes y de hoja ancha específicas, lo que demanda la incorporación de estrategias integradas, rotación de moléculas y la consideración del contexto edáfico y climático local.

CONCLUSIONES

El tembotrione es un gran herbicida para el control PRE de *B. plantaginea*, pero requiere el acompañamiento de atrazina para controlar hojas anchas como *S. aplexicaulis.*

Todos los herbicidas α-cloroacetamidas (s-metolaclor, acetoclor, petoxamida y propisoclor) son muy efectivos para el control de gramíneas como *B. plantaginea*, pero requieren de moléculas como atrazina con mayor eficacia sobre hojas anchas como *S. aplexicaulis* para mantener el control hasta los 45 dda, aproximadamente cuando termina el periodo crítico de competencia en maíz.

La inclusión de herbicidas α-cloroacetamidas para el control PRE del complejo de malezas en maíz, bajo las condiciones de Chapingo, puede cubrir el PCC y liberar al cultivo de la competencia temprana con malezas.

Por la presión de malezas en Chapingo, se sugiere aplicar medidas mecánicas de control u otras opciones de herbicidas POST o PRE antes del cierre del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Candelario Palma-Bautista (CVU 871332) agradece la beca otorgada bajo el programa de Estancias Postdoctorales por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

BIBLIOGRAFÍA

Grossmann K., Ehrhardt T 2007. On the mechanism of action and selectivity of the maize herbicide topramezone; a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Pest Management Science 63: 429-439

Gunsolus, L. J. and Curran, W. S. 1999. Herbicide Mode of Action and Injury Symptoms. University of Minnesota Extension Service. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://appliedweeds.cfans.umn.edu/sites/appliedweeds.cfans.umn.edu/files/2022-04/herbicide_mode_of_action_and_injury_symptoms.pdf

Hartzler, B. S/F. Managing weeds to protect crop yields. Iowa State University Extension and Outreach. Integrated Crop Management.

https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/managing-weeds-protect-crop-yields. Consultado 28 de agosto de 2025.

Jhala, A.J., Singh, M., Shergill, L., Singh, Rishabh, Mithila J., Riechers, D. E., Ganie Z. A., Selby, T. P., Werle, R. and Norsworthy, J. K. 2024. Very long chain fatty acid–inhibiting herbicides: Current uses, site of action, herbicide-resistant weeds, and future. Weed Technology. 2024;38:e1. doi:10.1017/wet.2023.90

Jones, E., Rozeboom, P. Alms, J. and Vos, D. 2025. Early Preplant or Preemergence Applications for Weed Management in Corn: Which is better? South Dakota State University Extension. https://extension.sdstate.edu/early-preplant-or-preemergence-applications-weed-management-corn-which-better#:~:text=Preemergence%20herbicides%20should%20be%20a,be%20a%20short%2Dnotice%20decision. Consultado 28 de agosto de 2025.

Oerke, E.C. 2006. Crop Losses to Pests. Journal of Agricultural Science, 144, 31-43. http://dx.doi.org/10.1017/S0021859605005708O

Rahman, A. & Dowsett, Claire & Trolove, Michael & James, Trevor. (2014). Soil residual activity and plant-back periods for the herbicides saflufenacil and topramezone. New Zealand Plant Protection. 67. 298-303. 10.30843/nzpp.2014.67.5729.

Schonhammer, A., Freeitag, J., Koch, H. 2006. Topramezone – ein neuer Herbizidwirkstoff zur hoghselektiven Hirse – under Unkrautbekampfung in Mais. (Topramazone – a new highly selective herbicide compound for control of warm season grasses and dicotyledonous weeds in maize). Journal of Plant Diseases and Protection. Supplement 20. Pp. 1023-1031.

Shimabukuro, R. H. 1967. Atrazine Metabolism and Herbicidal Selectivity. Plant Physiol. 1967 Sep;42(9):1269–1276. doi: 10.1104/pp.42.9.1269.

Syngenta (S/F). Gesaprim Combi. Ficha Técnica. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.syngenta.com.mx/sites/g/files/kgtney1381/files/media/document/2022/07/28/fichatecnica-gesaprim_combi_500_fw.pdf

Hossain, A., Tanjina Islam, Mst., Shohidul Islam, Md., Nurislam, Ahmed, S., Kumer Sarker, K., & Kumar Gathala, M. (2020). Chemical Weed Management in Maize (Zea maysL.) under Conservation Agricultural Systems: An Outlook of the Eastern Gangetic Plains in South-Asia. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.89030

Rahman, A., Dowsett, C., Trolove, M., & James, T. (2014). Soil residual activity and plantback periods for the herbicides saflufenacil and topramezone. New Zealand Plant Protection, 67, 298–303. doi:10.30843/nzpp.2014.67.5729

Heap, I. (2025). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Current Status of the International Herbicide-Resistant Weed Database. www.weedscience.org

Norsworthy, J. K., Richburg, J., Barber, T., Roberts, T., & Gbur, E. (2021). Evaluation of corn herbicide programs with and without atrazine. Crop, Forage & Turfgrass Management, 7(2). https://doi.org/10.1002/cft2.20128

Summary: PRE EMERGENCE WEED MANAGEMENT IN CORN (*Zea mays*) IN THE EXPERIMENT FIELD OF CHAPINGO. Weed control in corn (*Zea mays* L.) depends on chemical and cultural strategies that ensure reduced competition during the Critical Competition Period (CCP). The objective of this study was to evaluate the phytotoxicity and efficacy

of pre emergence (PRE) herbicides under greenhouse and field conditions in Chapingo. Nine treatments based on α-chloroacetamides (s-metolachlor, acetochlor, pethoxamid, and propisochlor), 4-HPPD inhibitors (tembotrione and topramezone), and mixtures with atrazine or terbutryn were tested and compared with a control without herbicide. In the greenhouse, pethoxamid and the atrazine+terbutryn mixture reduced the height and biomass of corn plants, indicating a higher risk of phytotoxicity under conditions of frequent irrigation and sandy loam soil. In the field, the initial phytotoxicity of α-chloroacetamides was transient and disappeared 30 days after application (DAA). Treatments with tembotrione, acetochlor+tembotrione, s-metolachlor+atrazine, pethoxamid, and propisochlor achieved more than 90% total weed control at 45 DAA. However, control of *Simsia amplexicaulis* was poor in several treatments, confirming the need to combine α-chloroacetamides with atrazine to broaden the control spectrum. Topramezone applied in PRE showed limited efficacy, compared with tembotrione alone. The results showed that α-chloroacetamides in PRE are important for managing grasses but need to be supplemented with atrazine to control dicotyledonous weeds. In addition, the limited control of perennial species such as *Oxalis latifolia* and *Cyperus esculentus* reaffirms the need to integrate other practices. These results contribute to the design of integrated management programs that ensure sustainability and reduce the risk of resistance.

Keywords: α-chloroacetamides, preemergent herbicides, critical period of competition.

TAMAÑO DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS DE UN BANCO DE SEMILLAS DE MALEZA EN EL SUELO

Francisco Ulises Sarabia Guzmán[1], Artemio Rosas Meza[1], Luis Emilio Castillo Márquez[1], Candelario Palma Bautista[1], Román Eleazar Ruiz Romero[1], José Alfredo Domínguez Valenzuela[1]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230-Texcoco, México. Email

Resumen: Para el diagnóstico del banco de semillas de malezas del suelo en el lote X-14 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, se estimó el número óptimo de muestras de suelo para un diagnóstico confiable del estado inicial de un sistema de labranza de conservación. Se realizó un muestreo en cuadrícula, donde se ubicaron 102 puntos de muestreo en tres niveles profundidad de 0-5 cm, 5-10 cm y 10-15 cm. Se extrajeron las semillas de las muestras mediante la técnica de flotación y tamizado, identificándolas y contabilizándolas. Mediante una prueba de bondad de ajuste se determinó que las semillas de malezas en el lote presentan una disposición espacial del tipo “de contagio” y con el uso de simulaciones estadísticas de muestreo aleatorio se estimó que para obtener datos estadísticos confiables se debe utilizar un mínimo de 39 muestras. Asimismo, se encontró una correlación moderada positiva en la densidad de semillas en diferentes estratos. Finalmente, por medio de la tinción del tejido embrionario con cloruro de tetrazolio diluido al 1%, se estimó la viabilidad de las semillas de cinco especies de maleza con la mayor predominancia. Se generaron datos confiables sobre el tamaño óptimo de muestras para el diagnóstico de bancos de semillas y sobre la densidad y viabilidad de las semillas de maleza en tres estratos del suelo. El número de muestras y la determinación de la viabilidad de semillas de malezas contribuyen a un diagnóstico confiable de los bancos de semillas de malezas en el suelo, para una mejor planeación de los sistemas de manejo.
Palabras clave: Distribución espacial de semillas, Simulación estadística, viabilidad.

INTRODUCCIÓN

El estudio del banco de semillas de malezas en el suelo permite dimensionar la riqueza del mismo (Forcella et al., 2004). El conocimiento de la disposición espacial de las poblaciones de malezas permite la toma de decisiones adecuadas para el manejo, pues el tamaño de muestra y el tipo de muestreo deben ser las más adecuadas para no derivar en comparaciones erróneas, pues en experimentos en donde varias generaciones concurren la distribución espacial puede cambiar de manera importante, aunado a los cambios que imponen los sistemas de manejo agrícola (Badii et al., 2011). En particular,

la agricultura de conservación modifica la composición y distribución del banco de semillas de maleza a largo plazo (Godoy et al., 1995), por lo que es importante realizar estudios que documenten el estado inicial del banco de semillas en cultivos bajo este sistema y así formar un antecedente confiable para futuros estudios de la dinámica de los bancos de semillas.

No existe un procedimiento estandarizado para estimar un tamaño óptimo de muestras en bancos de semillas, no obstante, autores como Matteucci & Colma (1982) sugieren analizar el grado de fluctuación de la media de subconjuntos de unidades de muestreo. Sione & Sabattini (2007) Sostienen que la desviación estándar obtenida del subconjunto, también debe ser considrada. Dessaint et al. (1996) proponen una función basada en la forma logarítmica de la ley de potencia de Taylor para estimar el número de muestras requeridas a partir de estudios previos.

Adicionalmente, una prueba de viabilidad de las semillas permite evaluar el potencial germinativo de las especies más predominantes (Mancipe et al., 2018). Entre los métodos más destacados para determinar la viabilidad de las semillas, la prueba rápida con cloruro de tetrazolio al 1% ofrece resultados similares a los de la prueba de germinación; ésta es una prueba estandarizada y no discrimina a las semillas en latencia (Mancipe et al., 2018). En este sentido, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos: Generar información que describa la densidad de la población de las principales semillas de especies de maleza y el número óptimo de muestras de suelo en el lote X-14 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, mediante procesos de simulación estadística para las semillas de maleza de tres estratos de profundidad (0-5, 5-10 y 10-15 cm), para documentar el banco de semillas en el estado inicial de un sistema de labranza de conservación con datos confiables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras

Se realizó una toma de muestra sistemática en cuadrícula como recomienda Ambrosio et al. (2004), dentro del lote X-14 (2.8 ha) del campo experimental de Chapingo. Con las coordenadas de las cuatro esquinas del lote, se excluyeron 20 m de las cabeceras y 10 m de los laterales; se calcularon las coordenadas de 102 puntos de toma de muestra, cada uno correspondientes al centro de un cuadrante. Posteriormente las coordenadas fueron introducidas en un archivo “.kml” para su lectura y visualización en aplicaciones como “Google Earth” y “GPS Status”.

Con la ubicación de cada punto dentro del terreno, se tomaron las muestras de suelo en tres estratos de profundidad (0-5, 5-10 y 10-15 cm), entre el 23 y 31 de octubre de 2023; cada muestra se tomó con ayuda de un perfil cuadrado de metal de 5 cm por lado y 5 cm de alto, se incrustó a ras del suelo y se retiró cuidadosamente con la ayuda de una espátula en una bolsa plástica limpia y se asignó una etiqueta correspondiente (Figura 1). Se repitió el procedimiento de extracción, colecta y etiquetado en las muestras de los estratos subsecuentes. En condiciones de invernadero las muestras se destaparon para permitir la ventilación y evaporación del exceso de agua y evitar el deterioro de las semillas.

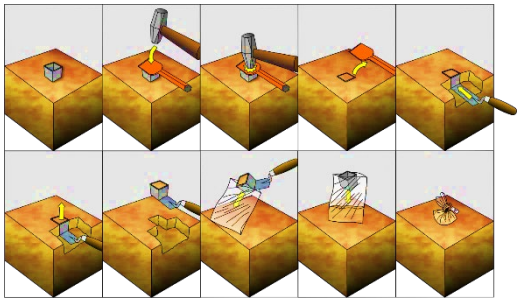


Figura 1. Procedimiento de extracción de muestras para el estrato 0-5 cm

Extracción de semillas de las muestras de suelo

Se implementó la técnica de separación de materia orgánica por flotación mediante la circulación de agua potable por un embudo de Fenwick y tamizado con las mallas No. 8, 16, 20 y 60. Cada muestra se remezcló en un recipiente con agua y 50 g de cloruro de sodio (NaCl) para humedecer y deflocular los agregados y facilitar la flotación de todas las partículas orgánicas al pasar por el embudo de Fenwick (Figura 2).

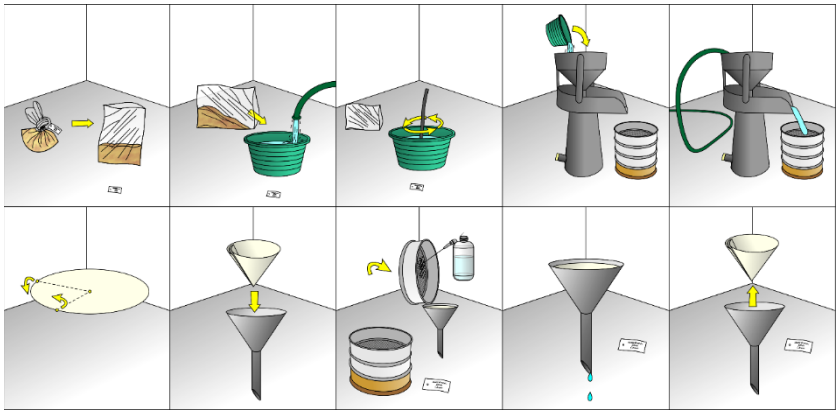


Figura 2. Extracción de semillas por flotación con embudo de Fenwick y tamices.

De las muestras procesadas, se transfirió el material colectado (semillas junto con materia vegetal) a un cono de papel filtro previamente humectado dentro de un embudo plástico (Figura 2). Una vez seca la muestra se arregló el papel para formar un sobre y engraparlo con su etiqueta original de recolección. Las muestras se almacenaron en cajas para su uso posterior.

Separación e identificación de las semillas colectadas

Se examinaron cuidadosamente las 102 muestras procesadas correspondientes al estrato 0-5 cm en orden aleatorio con ayuda de un microscopio estereoscópico “OLYMPUS” modelo “SZ51”, se realizó la separación de las semillas de los restos de materia vegetal y se identificaron mediante sus características morfológicas como: tamaño, forma, textura y ornamentaciones. Se identificó el género o especie de las especies, mediante el uso de material bibliográfico disponible (Davis (1993), Calderón & Espinosa (1997)). Para identificar con mayor precisión se corroboro la presencia de la

especie en la región con Domínguez Valenzuela et al. (2019). Con base en la identificación de las semillas se ordenó la información en tablas para el posterior procesamiento de los datos.

Determinación de la disposición espacial

Se utilizaron los 102 datos del número de semillas presentes en el estrato de profundidad de 0-5 cm correspondientes a los puntos de muestreo. Se elaboraron tablas de frecuencias observadas y se realizaron pruebas para determinar la disposición espacial a la que mejor se ajustaron, aleatoria o por contagio. Se optó por este estrato debido a que este fue el más representativo y numeroso (Godoy et al., 1995; Vargas & Blanco, 2012).

Dado que el procedimiento requiere que las frecuencias observadas sean números naturales consecutivos que inician en cero, se ajustaron los datos en 28 categorías con incrementos de 20 unidades, a partir del número menor de semillas registradas en las muestras del estrato de 0-5 cm (Tabla 1).

Tabla 1. Ajuste del valor del número de semillas en rangos de 20 semillas a categorías

Categorías (X ajustado)	Rango (número de semillas por muestra)
0	<89
1	90-109
…	
27	610-629
28	>630

Se realizó una prueba de ji-cuadrada como prueba de bondad de ajuste para analizar las frecuencias observadas en los números de semillas en el estrato 0-5 cm, contra las frecuencias esperadas calculadas a partir de los modelos de distribución de Poisson (aleatoria) y la distribución binomial negativa (por contagio) con una confiabilidad del 99% (Castillo, 2009), en una hoja de Excel para los cálculos y el soporte gráfico. Se estableció como prueba de hipótesis:

Ho: Las frecuencias observadas en los números de semillas en el estrato 0-5 cm se ajustan a un modelo de distribución ω (Poisson o binomial negativa)

Ha: Las frecuencias observadas en los números de semillas en el estrato 0-5 cm no se ajustan a un modelo de distribución ω (Poisson o binomial negativa)

Regla de decisión: Se rechaza Ho si $\mathbf{J} \geq \boldsymbol{\chi}^{\mathbf{2}}_{\boldsymbol{\alpha}}(\mathbf{v})$

$$v = K - 1 - g$$

En donde: K= Número de frecuencias observadas, g= Número de parámetros que se tienen que calcular para ajustar los datos (para el caso de la distribución de Poisson este se asocia al parámetro λ y para el caso de la distribución binomial negativa se asocia a los parámetros m, k) (Tabla 2).

Tabla 2. Funciones de los modelos de distribución de Poisson y binomial negativa

Poisson	Binomial negativa
$P(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}$ $x = 0, 1, 2, \dots, \infty$	$P(0) = \left(\frac{m}{k} + 1\right)^{-k}$ $P(x) = [P\,(x-1)]\left[\frac{k + (x-1)}{x}\right](T)$ $x = 1, 2, 3, \dots, \infty$
x = total de “éxitos” deseados λ = parámetro = np e = constante = 2.71828	m = parámetro =$\bar{x}$ k = parámetro = $\frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$ x = total de “éxitos” deseados T = constante = $\frac{m}{k+m}$
Media $\mu_x = \lambda$ Varianza $\sigma_x^2 = \lambda$ Nomenclatura $X \sim P(\lambda)$	Media $\mu_x = m$ Varianza $\sigma_x^2 = m + \frac{m^2}{k}$ Nomenclatura $X \sim BN(m, k)$

En el caso de que la prueba indique que los datos se ajustan a un modelo Poisson, esto implicaría que la disposición espacial de semillas en el lote X-14 es del tipo aleatoria, en contraparte, si la prueba indica que los datos se ajustan a un modelo binomial negativo, implicaría que en la disposición espacial de las semillas en el lote X-14 es del tipo por contagio.

Estimación del tamaño óptimo de muestras

El tamaño de muestra para este estudio se definió como el número mínimo de muestras de suelo, provenientes del mismo estrato y con un volumen individual de 125 cm³, a partir del cual se garantiza la representatividad y la confiabilidad de los datos estadísticos obtenidos sobre la densidad de semillas presentes en el suelo.

El tamaño óptimo de muestras se estimó mediante el análisis de simulaciones de tomas de muestra aleatorias con los valores individuales reales (catalogados en 28 categorías) de las 102 muestras de suelo en el estrato 0-5 cm identificadas por su número de muestra.

Se generaron tamaños de muestra artificiales en incremento n=5, n=10, n=15… hasta n=100, en cada caso se generaron 5, 10, 15…100 datos correspondientemente que indican el número de cuadrante que debe ser incluido en la simulación de muestreo, hasta alcanzar el número de 100 corridas de n=5, n=10, n=15 hasta n=100.

Con base en los cuadrantes seleccionados, se ocuparon los datos originales del número de semillas presentes, se elaboraron gráficas con las medias y desviaciones estándar calculadas para observar su tendencia y un posible punto de estabilización, lo cual dio indicio de un posible tamaño de muestra promisorio que garantiza la confiabilidad de los resultados.

Para determinar el tamaño de muestras, se utilizó como parámetro la fluctuación de la media, promedio de las medias, desviación estándar entre medias, fluctuación de los errores estándar de la media y promedio del error estándar de la media; se seleccionó

el punto donde los datos se estabilizan a la brevedad. Se utilizó SAS OnDemand for academics para el proceso de selección aleatoria de las muestras y cálculos estadísticos; posteriormente se recurrió a Excel para el soporte gráfico.

Después de definir un tamaño de muestra óptimo con tamaños de muestra artificiales en incrementos de 5, se repitió el procedimiento en incrementos de 1. Definido el tamaño óptimo, se utilizó este tamaño de muestras para seleccionar de manera aleatoria muestras de los estratos 5-10 y 10-15 cm para reducir la carga de trabajo en el análisis de los estratos restantes.

Correlación entre estratos

Se realizó una prueba de Pearson para determinar la correlación entre la densidad de semillas de los tres estratos de profundidad (0-5 cm, 5-10 cm y 10-15 cm) del lote X-14, para comparar los datos obtenidos del análisis de las muestras correspondientes al mismo punto de muestreo, para el análisis estadístico se utilizaron las funciones de SAS OnDemand for academics y Excel para el soporte gráfico.

Esta prueba tiene una escala donde el índice calculado puede ir de -1 a 1; en términos generales se considera que una correlación es baja por debajo de 0.30 en valor absoluto, que existe una asociación moderada entre 0.30 y 0.70, y alta por encima de 0.70.

En el caso de que exista una correlación alta entre los estratos, implicaría que los estratos comparados están relacionados entre sí, lo que indicaría que el tamaño de muestra es apropiado para los tres estratos. Por el contrario, al existir una correlación baja entre los estratos, indicaría que los estratos comparados no están relacionados entre sí, lo que indicaría que se requiere un tamaño de muestra distinto para cada estrato.

Viabilidad de las semillas

La primera prueba se utilizó para identificar a las semillas aparentemente viables y descartar a las semillas completamente dañadas. Se determinó el estado de la integridad del interior de las semillas, se realizó una inspección de cada semilla aparentemente intacta, mediante la inmovilización de las semillas con ayuda de un par de pinzas de relojero (Forcella et al., 2004) y perforación superficial de la semilla con un alfiler.

Cuando el tejido del endospermo estaba dañado o ausente, una semilla se consideró como no viable. Por otro lado, la presencia del tejido del endospermo aparentemente sano o sin haber germinado durante el procesamiento de las muestras, se consideró como una semilla viable o aparentemente viable. Las semillas se contabilizaron, de acuerdo con el género o especie, y se registraron como semillas aparentemente viables y no viables para su posterior interpretación.

Una prueba que identifica a las semillas latentes de las semillas muertas es la prueba con cloruro de tetrazolio al 1%. Se seleccionaron igual número de semillas aparentemente viables de las especies más abundantes en los tres estratos del suelo. Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% y se enjuagaron con agua potable (Seir et al., 2020). El embrión de cada semilla se expuso mediante un corte, en la mayoría de los casos longitudinal para las semillas monocotiledóneas y dicotiledóneas; mientras que para el caso de las semillas de las especies de la familia asterácea se retiró la testa para exponer la mayor superficie de la semilla. Las semillas se sumergieron en

una solución de cloruro de tetrazolio al 1% durante 24 y 48 h, cubriendo las cajas Petri con aluminio para garantizar un entorno de oscuridad a temperatura ambiente.

Pasadas 24 h se hizo un conteo de las semillas teñidas y nuevamente se sometieron a las mismas condiciones de oscuridad y temperatura. A las 48 h se realizó un corte transversal a las semillas para garantizar que se contabilizaron todas las semillas teñidas. Se consideró como viable a todas aquellas semillas con una tinción roja, principalmente sobre el área del embrión y se descartaron las semillas que presentaron una tinción parcial o nula sobre el endospermo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de diásporas de las principales especies encontradas

El análisis estadístico de los datos obtenidos en los tres estratos de profundidad reveló que el 95% del total de semillas identificadas corresponde a semillas de 12 de las 47 especies encontradas, las cuales estuvieron presentes en todos los estratos de muestreo (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción de semillas por especie en 3 estratos de profundidad.

Especie	Estrato 0-5 cm	Estrato 5-10 cm	Estrato 10-15 cm
Amaranthus hybridus L.	35.78%	37.03%	38.05%
Chenopodium album L.	11.48%	16.66%	17.27%
Galinsoga parviflora Cav.	8.13%	5.77%	5.81%
Urochloa meziana (Hitchc.) Morrone & Zuloaga	7.83%	5.94%	5.52%
Rumex crispus L.	6.37%	2.38%	2.30%
Lopezia racemosa Cav.	6.13%	7.67%	7.52%
Portulaca oleracea L.	6.06%	2.20%	2.19%
Eleusine multiflora Hochst. ex A. Rich.	3.24%	3.77%	3.05%
Eragrostis mexicana (Hornem.) Link	3.06%	5.98%	5.73%
Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.	2.71%	3.25%	3.09%
Verbena bipinnatifida Nutt.	2.53%	2.47%	2.33%
Oxalis corniculata L.	1.81%	2.03%	2.20%

Entre las especies dominantes, *Amaranthus hybridus* fue la más abundante en todos los estratos, alcanzando proporciones superiores al 35%, seguida por *Chenopodium album* y *Galinsoga parviflora*, con variaciones porcentuales importantes entre estratos (Tabla 3).

El análisis estadístico general (Tabla 4) indicó que la mayoría de las semillas se encontraban cerca de la superficie (0–5 cm) con un promedio de semillas 225.15 por muestra, en comparación con los estratos intermedio (5–10 cm) y profundo (10–15 cm), cuyas medias fueron de 204.8 y 194.15 respectivamente. Esta tendencia decreciente de densidad con la profundidad coincide con lo reportado por Vargas & Blanco (2012),

quienes destacan que la mayoría de las semillas viables se concentran en los primeros centímetros del suelo.

Tabla 4. Número promedio de semillas por estrato 0-5, 5-10 y 10-15 cm en el lote X-14.

Parámetros	Estrato 0-5	Estrato 5-10	Estrato 10-15
Número de muestras	102	40	40
Total	22965	8193	7766
Mínima	77	63	73
Máxima	647	409	437
Media	225.15	204.8	194.15
Varianza	12599	7553	7913.2
Desviación estándar	112.25	86.91	88.956

Determinación de la disposición espacial

Los datos se catalogaron en incrementos de 20 unidades debido a que de este modo se hace evidente un patrón en las observaciones y se consideró como cero todas aquellas muestras con menos de 89 semillas debido a que el número mínimo encontrado en el estrato 0-5 fue de 77.

El análisis estadístico confirmó que la distribución de las semillas es del tipo binomial negativa con una confiabilidad del 99% (Tabla 5), que corresponde a una disposición espacial por contagio y que Recasens et al. (1996) también ha reportado.

Tabla 5. Resultados de la prueba de bondad de ajuste de las frecuencias observadas en los números de semillas en el estrato 0-5 cm con el modelo de distribución de Poisson y Binomial negativa con una confiabilidad del 99%.

Modelo de distribución	J	$\chi^2_{\alpha=0.01}$	Prueba de decisión	Conclusión
Poisson	3025344.462	46.96294212	$J > \chi^2_{\alpha}(v)$	Se rechaza la Hipótesis nula
Binomial negativa	25.28785224	45.64168267	$J < \chi^2_{\alpha}(v)$	No se rechazó la Hipótesis nula

De acuerdo con Matteucci & Colma (1982) el tamaño del cuadrante muestreado influye en la detección de los agregados que caracterizan a la disposición espacial de tipo de contagio, por lo que se puede deducir que el tamaño del cuadrante utilizado en el muestreo permite detectar los agregados, e incluso para próximos muestreos es posible utilizar un tamaño de cuadrante más grande en la misma zona. Asimismo, Ambrosio et al. (2004) recomienda un muestreo sistemático en forma de cuadrícula para aumentar las posibilidades de detectar un agregado que caracteriza a la disposición espacial por contagio.

En la figura 3 se muestra un croquis de la densidad de semillas en el lote X-14, en el que se observan agregados característicos de la disposición espacial por contagio, así como los parámetros k y T estimados para el modelo binomial negativo.

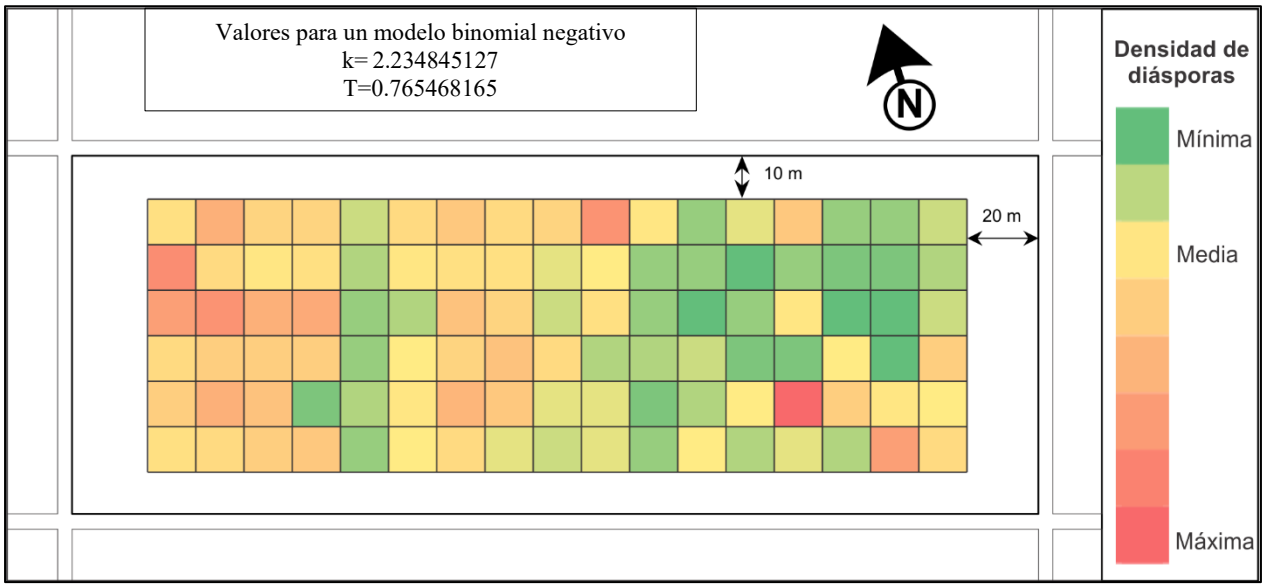


Figura 3. Croquis de la densidad de diásporas de maleza en el estrato 0-5 cm del lote X-14. Mínima en color verde; Máxima en color rojo y; Media aritmética en amarillo.

Estimación del tamaño óptimo de muestras

De acuerdo con los criterios analizados para determinar un tamaño óptimo de muestras mediante simulaciones de muestreo aleatorio, se concluyó que un tamaño de muestras mayor a 38 unidades garantiza un muestreo representativo al ser un tamaño en el que se estabilizan los 5 criterios (Tabla 6).

Tabla 6. Tamaños óptimos de muestra estimados a partir de distintos criterios analizados.

Criterio analizado	Número de muestras requerido (n)
Fluctuación de la media	n>29
Promedio de las medias	n>36
Desviación estándar entre medias	n>38
Fluctuación de los errores estándar de la media	n>38
Promedio del error estándar de la media	n>30

En la fluctuación de la media se observó que en todos los tamaños de muestra las medias se distribuyen alrededor de la media real y a medida que aumenta el número artificial de muestras las medias tienden a estabilizarse. Como resultado se obtiene una nube de datos que muestra la variabilidad de la media en diferentes tamaños de muestra. Bajo este criterio se observó el inicio de la estabilidad de los datos a partir de 30 muestras (Figura 4).

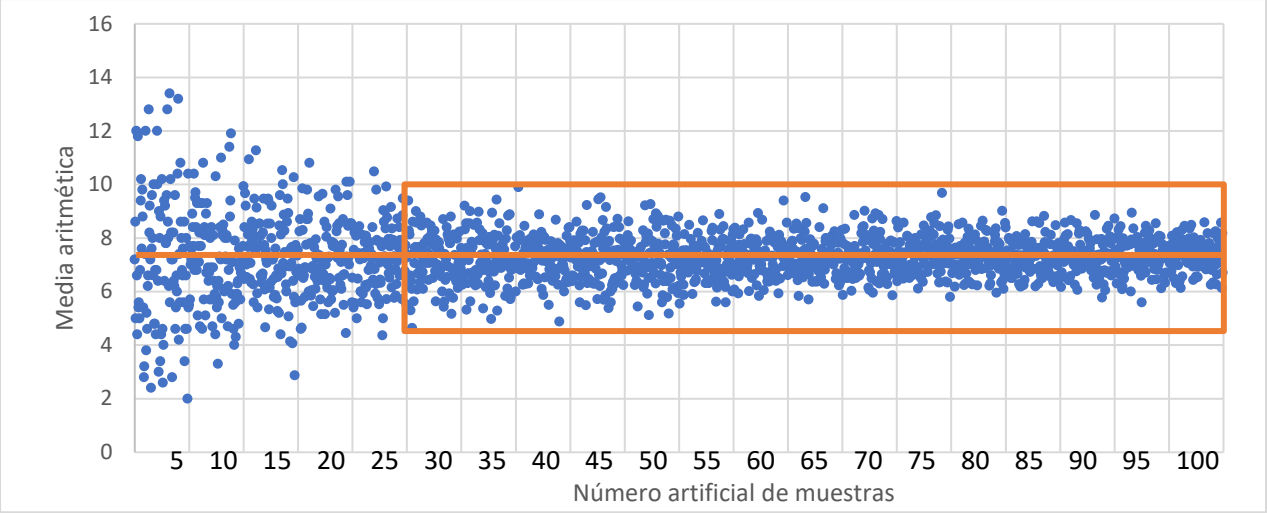


Figura 4. Efecto que ejerce el tamaño de muestras en la media de 100 simulaciones estadísticas calculadas con 5 hasta 100 muestras en incrementos de 5 unidades con datos del estrato 0-5cm.

Por otro lado, al utilizar como criterio los promedios de 100 medias aritméticas se observa que en tamaños de muestra menores a 36 unidades los valores se alejan del promedio real calculado con las 102 muestras, aunque el promedio se mantiene más cercano al promedio real en diferentes puntos con diferentes tamaños de muestra. Probablemente se deba a que la media es subestimada y sobreestimada en repetidas ocasiones en proporciones similares, lo que da lugar a un promedio similar a aquellos hechos con más datos, por lo que este criterio no es apropiado para estimar un tamaño óptimo de muestra. Aun así, el menor alejamiento de los datos se observa en promedios mayores a 36 muestras (Figura 5).

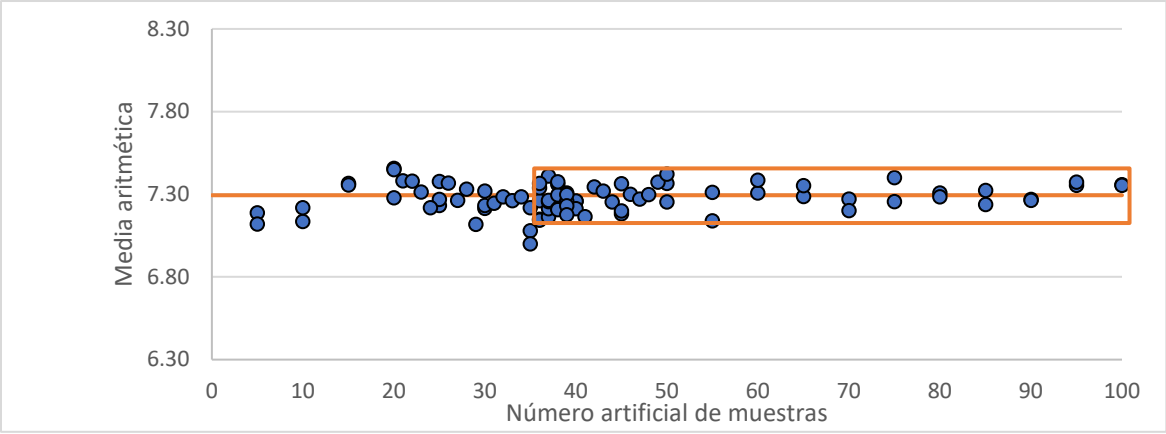


Figura 5. Promedio de conjuntos de 100 medias obtenidas a partir de simulaciones con valores del estrato 0-5 cm.

A medida que aumenta el número artificial de muestras la desviación estándar entre las medias disminuye gradualmente hasta estabilizarse, ajustándose a una función exponencial decreciente como se muestra en la figura 6. Esta función se caracteriza por

decrecer hasta presentar una asíntota horizontal cuando el eje Y se aproxima a cero; es decir, a medida que el tamaño de la muestra aumenta, la desviación estándar solo se aproximara a cero, sin alcanzar este valor. Esta característica concuerda con las propiedades de los datos y la distribución estadística, pues por muy grande que sea un tamaño de muestra la dispersión de los datos siempre estará presente. En este criterio, se encontró que se requieren al menos 38 muestras para alcanzar la estabilidad (Figura 6), lo que coincide con el estudio de Sione & Sabattini (2007) quienes estiman un tamaño óptimo de 40 unidades muestrales de un barreno cilíndrico de 5.8 cm de diámetro y 5 cm de profundidad.

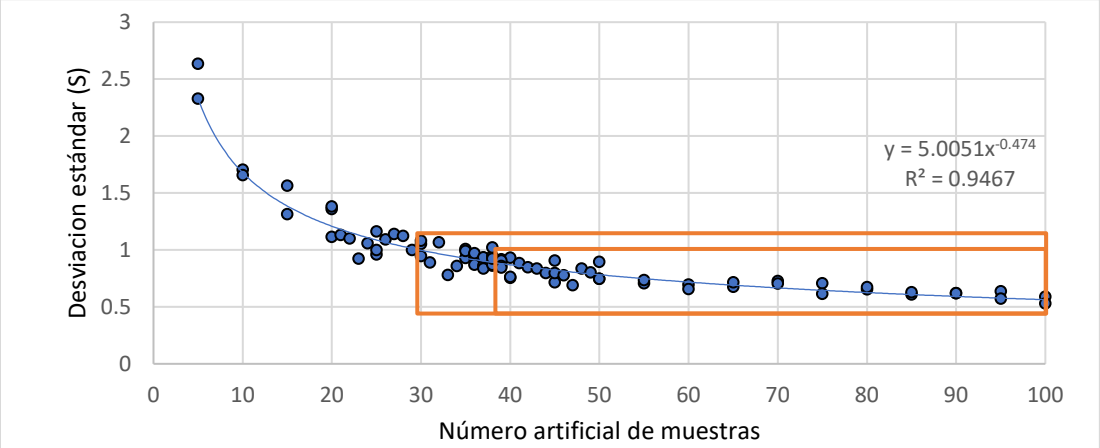


Figura 6. Relación entre el tamaño de muestra y la desviación estándar entre las medias de 100 simulaciones con valores del estrato 0-5 cm

Al analizar la fluctuación de los errores estándar de la media por número artificial de muestra, se observa que los valores que puede alcanzar el error estándar de la media fluctúan ampliamente y a medida que aumenta el tamaño de muestra estos disminuyen gradualmente hasta comenzar a estabilizarse a partir de 39 muestras (Figura 7).

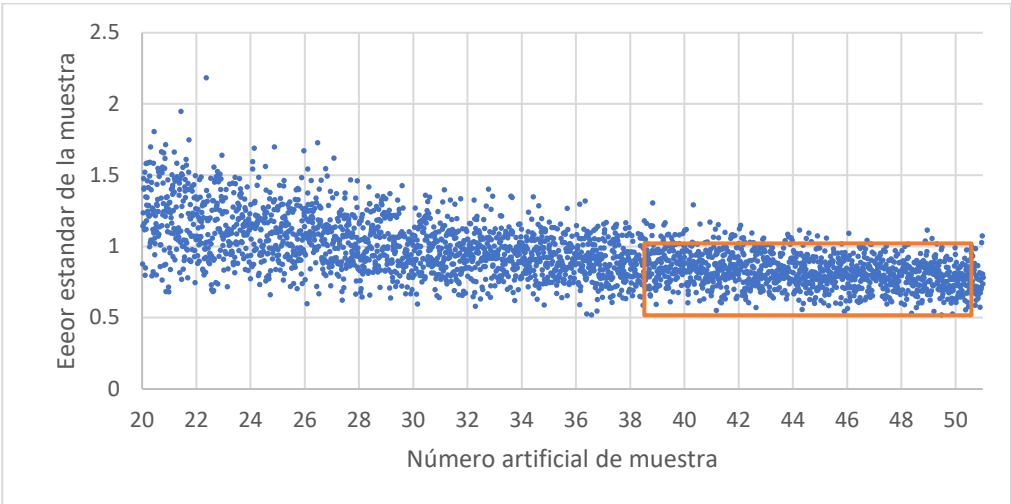


Figura 7. Dispersión del error estándar de la media de 100 simulaciones por número artificial de muestra, de 20 a 50 unidades en incrementos de 1 muestra para el estrato 0-5 cm.

El promedio de los errores estándar de la media por tamaño de muestra se ajusta de igual manera una función exponencial con potencia negativa. Sin embargo, para este criterio se observa el inicio de una estabilización constante a partir de 30 muestras (Figura 8).

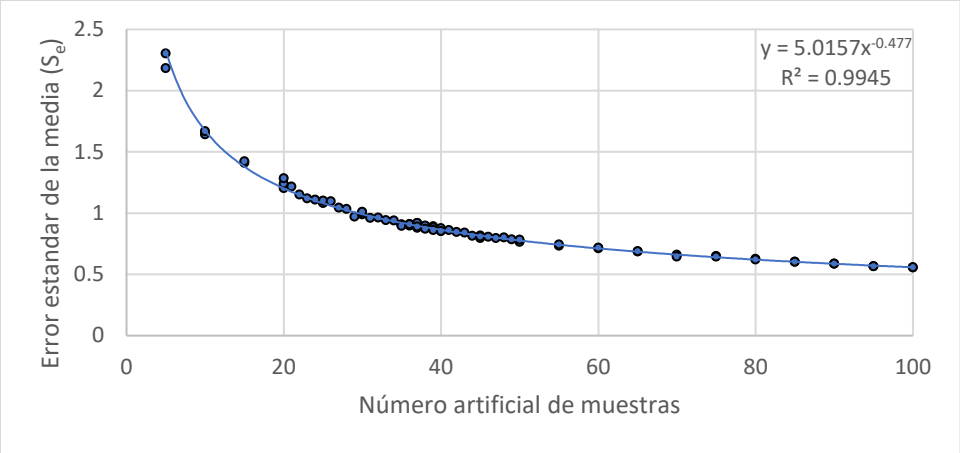


Figura 8. Relación entre el tamaño de muestra y los promedios del error estándar de la media de conjuntos de 100 simulaciones con valores del estrato 0-5 cm

Correlación entre estratos

De acuerdo con los datos calculados (Tabla 7), se observó una alta correlación ($r > 0.70$) entre el estrato 0-5 cm con el estrato 5-10 cm y entre el estrato 5-10cm con el estrato 10-15cm. Por otro lado, también se observó una correlación moderada ($0.30 < r < 0.70$) entre el estrato 0-5 cm con el estrato 10-15 cm.

Tabla 7. Comparación de coeficientes de correlación de Pearson para los tres estratos de profundidad del suelo (N=40).

Estratos de profundidad	Estrato 0-5 cm	Estrato 5-10 cm	Estrato 10-15 cm
Estrato 0-5 cm	1.00000	0.75891	0.69352
Estrato 5-10 cm	0.75891	1.00000	0.75984
Estrato 10-15 cm	0.69352	0.75984	1.00000

Los resultados de la prueba de Pearson revelan que existe una correlación entre la densidad de semillas en los tres estratos, aunque la mayor correlación se observa solo cuando los estratos comparados son consecutivos. Por lo que al estar proporcionalmente relacionados los tres estratos, el tamaño de muestra estimado en el estrato 0-5 cm es compatible con el segundo y tercer estrato, de modo que la confiabilidad y representatividad de los datos se conserva, indicando que el tamaño de muestra fue adecuado para incluir a las especies encontradas.

Viabilidad de las semillas

Se seleccionaron solamente 5 especies para realizar una prueba de viabilidad rápida: *Amaranthus hybridus*, *Urochloa meziana*, *Chenopodium album*, *Eragrostis mexicana* y *Simsia amplexicaulis*. Se encontró el mayor número de semillas de maleza con embriones teñidos pasadas 48 h en inmersión en cloruro de tetrazolio al 1% (Figura 9).

Las semillas con mayores porcentajes de viabilidad fueron *Urochloa meziana* y *Simsia amplexicaulis*, que podría estar relacionada con su tamaño, el grosor de la testa o la presencia de factores biológicos que le permiten a las semillas mantenerse viables por largos periodos (Granados & López, 2001 citado por Sánchez et al., 2022), pues comparadas con el resto de las especies a las que se les realizó la prueba de viabilidad, no superaron el 15% (Figura 9). Estos porcentajes pueden parecer menores, pero en suma y por la densidad de semillas, son las especies que más contribuyen en la comunidad con las infestaciones anuales.

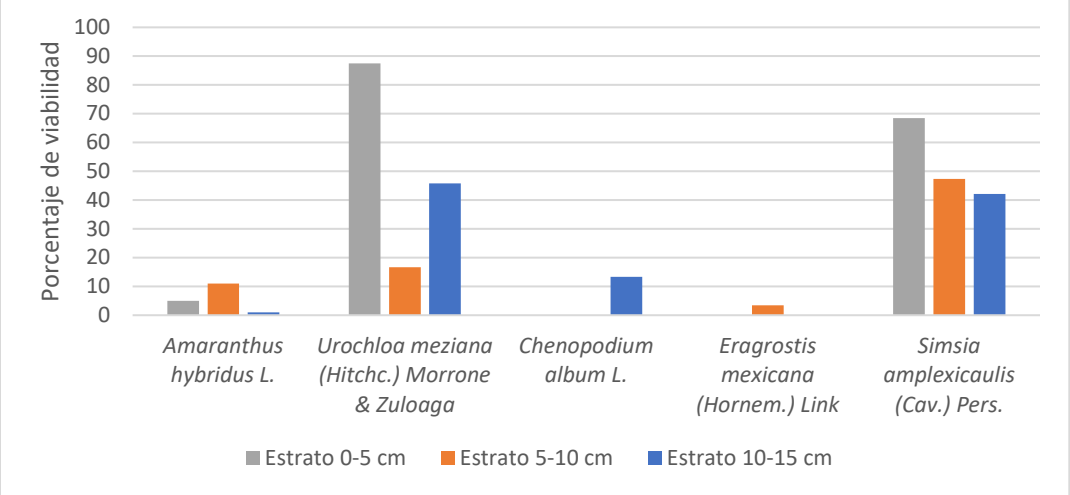


Figura 9. Porcentaje de viabilidad de las semillas aparentemente sanas estimado con la tinción de cloruro de tetrazolio al 1% por un periodo de 48 horas del lote X-14 en tres estratos de profundidad (0-5cm, 5-10cm y 10-15cm) para 5 especies (Amaranthus hybridus L., Urochloa meziana (Hitchc.) Morrone & Zuloaga, Chenopodium album L., Eragrostis mexicana (Hornem.) Link y Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.).

CONCLUSIONES

Se identificaron 47 especies de malezas en el banco de semillas del suelo en el lote X-14 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, de las cuales 12 especies representan el 95% de la comunidad.

Las semillas se presentan una disposición espacial del tipo “por contagio”. De acuerdo con el análisis de las simulaciones de muestreo aleatorio, se estimó que 39 muestras son suficientes para generar datos estadísticos confiables y representativos del banco de semillas de maleza del lote X-14 para una superficie de 2 hectáreas. Se demostró además que existe una relación proporcional en la densidad de semillas entre los diferentes estratos de muestreados. De manera que el tamaño de muestras es apropiado para los tres estratos de profundidad.

Se estimó el porcentaje de viabilidad de semillas en tres estratos diferentes para las cinco especies predominantes en el área de estudio, las cuales contribuyen con la mayor proporción de las infestaciones anuales, siendo *Urochloa meziana* y *Simsia amplexicaulis* las especies sobresalientes.

AGRADECIMIENTOS

Al M. C. Luis Emilio Castillo Márquez, por su asesoría en el área estadística, la cual fue clave para fundamentar la metodología del estudio, así como por sus importantes comentarios que contribuyeron a fortalecer el rigor académico.

BIBLIOGRAFÍA

Ambrosio, L., Iglesias, L., Marín, C., & Del Monte, J. P. (2004). Evaluation of sampling methods and assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil, taking into account spatial variability. *European Weed Research Society Weed Research*, *44*, 224–236.

Badii, M. H., Guillen, A., Cerna, E., & Landeros, J. (2011). Dispersión Espacial: El Prerrequisito Esencial para el Muestreo. *Daena: International Journal of Good Conscience*, *6*(1), 40–71.

Calderón Barraza, O., & Espinosa García, F. J. (1997). *Manual de identificación de semillas de maleza*.

Castillo Márquez, L. E. (2009). *Elementos de muestreo de poblaciones* (Tercera edición). Universidad Autónoma Chapingo.

Davis, L. W. (1993). *Weed seeds of the great plains*. University Press of Kansas.

Dessaint, F., Barralis, G., Caixinhas, M. L., Mayor., J. P., Recasens, J., & Zanin, G. (1996). Precision of soil seedbank sampling: How many soil cores? *European Weed Research Society*, *36*, 143–151.

Domínguez Valenzuela, J. A., López Valencia, G., Palma Bautista, C., & Vázquez García, J. G. (2019). *Malezas de Chapingo* (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo.

Forcella, F., Webster, T., & Cardina, J. (2004). *Protocolos para la determinación de bancos de semillas de malezas en los agrosistemas* [FAO].

Godoy, G., Vega, J., & Pitty, A. (1995). El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. *CEIBA*, *36*(2), 217–229.

Granados Sánchez, D., & López Ríos, G. F. (2001). *Ecología de poblaciones vegetales* (1. ed. en español). Universidad Autónoma Chapingo.

Mancipe Murillo, C., Calderón Hernández, M., & Pérez Martínez, L. V. (2018). Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio. *Caldasia*, *40*(2), 366–382. https://doi.org/10.1544

Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*.

Recasens, J., Riba, F., Taberner, A., & Izquierdo,]. (1996). La estimacion del banco de semillas de suelos agricolas. Premisas metodologicas en el muestreo. *Ecología*, *10*, 243–225.

Sánchez Salas, J., Estrada Castillón, A. E., García Aranda, M. A., Duarte Hérnandez, M. F., García González, F., Valenzuela Nuñez, L. M., & Muro, Dra. G. (2022). Los ambientes áridos y semiáridos: Su relación con la dispersión y germinación de especies. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *14*(75), 35–67.

Seir Antonio, S. M., Botello Delgado, E. A., & Quintero Caleño, J. D. (2020). Optimización de la prueba de tetrazolio para evaluar la viabilidad en semillas de Solanum lycopersicum L. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *21*(3).

Sione, S., & Sabattini, R. A. (2007). Evaluación del banco de semillas en una arrocera de Entre Rios (Argentina): Tamaño óptimo de muestra y efecto del gradiente topográfico. *Revista Científica Agropecuaria*, *11*(1), 7–14.

Vargas Gutiérrez, M., & Blanco Metzler, H. (2012). Efecto de prácticas de manejo del suelo sobre el banco de semillas de malezas, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de las Sedes Regionales*, *XIII*(26), 43–57.

Summary: SAMPLE SIZE FOR THE ANALYSIS OF THE SOIL WEED SEED BANK. For the diagnosis of the weed seed bank in the soil of plot X-14 of the Agricultural Experiment Field of the Universidad Autónoma Chapingo, the optimal soil sample size was estimated for a reliable diagnosis of the initial state of a conservation tillage system. Grid sampling was carried out, with 102 sampling points located at three soil depths: 0-5 cm, 5-10 cm, and 10-15 cm. Weed seeds were separated from the soil samples using the flotation and sieving method, and then counted and identified. A goodness-of-fit test determined that weed seeds in the plot have a 'contagious' spatial arrangement, and through statistical random sampling simulations, it was estimated that a minimum of 39 samples should be used to obtain reliable statistical data. A moderate positive correlation was also found in seed density along the sampled soil depths. Finally, seed viability was determined by using tetrazolium chloride at 1.0%, estimating the seed viability of five of the most prevalent weed species. Reliable data were generated on the optimal sample size to study weed seed banks, including seed density and viability of weed throughout tree soil depths. The sample size and the determination of weed seed density and viability contribute to a reliable diagnosis of weed seed banks in the soil, allowing for better planning of management systems.

Keywords: Spatial distribution of seeds, statistical simulation, viability.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DE HERBICIDAS, PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN CÍTRICOS.

Hugo Cruz-Hipólito[1], Oscar Liedo-Granillo[1], Omar Salazar-Velázquez[1*]
[1]Servicios Agrotécnicos del Valle de Culiacán (SAVAC) hugo.cruz@savac.mx

RESUMEN

Se diseñó un estudio de caso para determinar el/los mejor/es herbicidas alternativos para el control de malezas difíciles en campo en limón persa (*Citrus latifolia*) en Martínez de la Torre, Ver. México, las malezas evaluadas fueron *Leptochloa virgata, Bidens pilosa. Chloris barbata, Parthenium hysterophorus*. Se evaluaron un total de 9 tratamientos con el herbicida glufosinato de amonio a la dosis de 420 g de i. a., en mezcla con Saflufenacil (24.5 g), Carfrentazone (7.2 y 19.2 g), Piraflufen (3.86 g), Sulfentrazone (480 y 960 g) e Indaziflam (50 g) con el objetivo de determinar la eficacia biológica de los distintos tratamientos frente a las malezas anteriormente mencionadas, que son de difícil control o escapan a glifosato. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 9 tratamientos. La aplicación se realizó sobre plántulas de maleza en crecimiento activo (BBCH 13-14), asperjando completamente el follaje de la maleza, se empleó un aspersora motorizada a una presión a 60 PSI, boquilla de abanico plano 8002 y volumen de aplicación de 280L/ha, se evaluó el control de la maleza a los 7, 14, 21 y 90 días después de la aplicación, considerando el control si la maleza estaba viva o muerta, para la evaluación visual se empleó la escala porcentual del 1 al 100% de control, donde el mínimo aceptable fue del 80% de control. El control ofrecido por los distintos tratamientos fue aceptable hasta los 14 días de control, con excepción de Glufosinato + Sulfentrazone (960) y Glufosinato + Indaziflam, los cuales ofrecieron un control aceptable hasta los 90 días.

Palabras clave: Indaziflam, sulfentrazone, leptochloa, parthenium.

MALEZAS RESISTENTES EN EL CULTIVO DE TRIGO EN MÉXICO: UNA REVISION

Hugo Cruz Hipólito[1], Oscar Liedo-Granillo[1] y Omar Salazar Velázquez[1]
[1]Servicios Agrotécnicos del Valle de Culiacán (SAVAC) México

RESUMEN

La resistencia a herbicidas es la capacidad heredada de una planta para sobrevivir y reproducirse después de la exposición a una dosis de herbicida que, normalmente, sería letal para el tipo silvestre.

El primer caso de resistencia a herbicidas en México fue detectado en 1996 en poblaciones de *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa,* procedentes de Guanajuato en trigo, debido a que ambas especies no mostraban buen control con la aplicación de diclofop-metil y fenoxaprop-etil. Esto obligó a realizar estudios para confirmar la resistencia de estas gramíneas a herbicidas inhibidores de la ACCasa. Más tarde, en 1998 apareció un biotipo de *Avena fatua,* como el tercer caso de resistencia en México*,* en campos de trigo de Guanajuato, la cual presentaba resistencia también a herbicidas inhibidores de la ACCasa. Estos casos representaron un grave problema en trigo, ya que la principal herramienta para el control de malezas gramíneas era la aplicación de herbicidas post-emergentes selectivos. Posteriormente se sospechaba que la resistencia también se extendía a la zona del Valle de Mexicali, confirmándose para las tres especies de gramíneas. La resistencia a inhibidores de la ACCasa tuvo graves consecuencias económicas, ya que en campos con altas infestaciones de *P. minor*, *P, paradoxa* y *A, fatua* las perdidas de la cosecha era del 100 %. En estos casos extremos se realizaban aplicaciones a altas dosis de los herbicidas inhibidores de la ACCasa sin tener un control satisfactorio. En el año 2003 se libera SIGMA (Mesosulfuron + Iodosulfuron) al mercado, con éxito contundente (permiso especial en el Bajío) y se lanza oficialmente en la campaña 2004-2005 en Mexicali y Bajío. Posteriormente otros graminicidas del grupo de la ALS fueron liberados al mercado (Flucarbazone-Na, Pyroxsulam), teniendo controles aceptables. Los herbicidas ALS se convirtieron en la principal herramienta para el manejo de malezas en trigo, pero de igual forma en la temporada 2011-2012 empiezan las sospechas de resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS en alpistillo y avena silvestre en el Valle de Mexicali, después de realizar los estudios, se determinó que no presentaban resistencia. Hasta que en 2017 varios campos mostraron un control deficiente y se confirma las primeras poblaciones de Avena y Phalaris resistentes a herbicidas inhibidores de la ALS.

Recientemente se ha detectado la resistencia de *Brassica rapa* a herbicidas auxínicos y sulfonilureas, que por muchos años fueron utilizados en mezcla para el control de hojas anchas. Actualmente se investigan otras especies en las que se sospecha que puede haber evolucionado resistencia en el cultivo de trigo. Se requiere realizar

prácticas de manejo integrado de malezas para prevenir el desarrollo de malezas resistentes a herbicidas y para el manejo de biotipos de malezas ya resistentes.

Palabras Clave: Resistencia, trigo, herbicidas, TSR, NTSR, México

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales actividades de México. Alrededor del 12% del territorio se dedica a esta actividad. La superficie sembrada es de 22.2 millones de hectáreas. Los principales cultivos son maíz, sorgo, caña de azúcar, cereales de invierno como trigo y cebada y frutales como los cítricos (SIAP, 2025). El maíz, el trigo y los cítricos, representan más del 43% de la superficie agrícola nacional (SIAP, 2022).

El trigo representa 468000 has en la campaña 2024 (SIAP 2025) y sin duda las malezas son el principal problema fitosanitario que enfrenta este cultivo.

Las malezas constituyen una de las mayores limitantes en la producción de cultivos al interferir con éstos por los recursos necesarios para el crecimiento (Soltani *et al*., 2016), además de otros daños como la reducción de la calidad y el ser hospedantes de otras plagas (Capinera, 2005).

En el cultivo de trigo el manejo de malezas es intensivo, especialmente con herbicidas, por lo que es comprensible que se hayan desarrollado problemas de ineficacia de los herbicidas, a través del tiempo, dada su dependencia en estas herramientas. La gran dependencia en los herbicidas para el manejo de malezas ha llevado a la selección de malezas resistentes en estos sistemas de producción.

La resistencia de malezas a herbicidas es un fenómeno presente en la agricultura mundial desde la introducción de los herbicidas sintéticos, aunque en un inicio no hubo muchos casos de resistencia detectados ni mucha preocupación por ellos, debido al hecho de que la primera especie científicamente confirmada como resistente a herbicidas triazínicos (*Senecio vulgaris*), podía ser controlada relativamente fácil con otros herbicidas alternativos (Shaner, 1984), El uso de herbicidas en México, y por ende, la selección de biotipos resistentes a estas novedosas moléculas inició a finales de los años 50, con la introducción de los primeros herbicidas hormonales y triazínicos (Müller, 2008).

La resistencia a herbicidas es una gran preocupación actual en la agricultura nacional. Se han identificado biotipos con resistencia a herbicidas con distintos mecanismos de acción, en los que destacan por orden de importancia, la resistencia a herbicidas inhibidores de la Acetil Coenzima A Carboxilasa (ACCasa) desarrollada por las gramíneas *Avena fatua*, *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa* en trigo.

A continuación, se presenta una revisión de las especies resistentes a herbicidas en México en el cultivo de trigo:

Resistencia a inhibidores de ACCasa

Los herbicidas inhibidores de la ACCasa fueron introducidos a finales de la década de los 70. Desde entonces han proporcionado un control excelente de malezas gramíneas en cultivos de cereales y dicotiledóneas. Por ello han sido ampliamente utilizados en todo el mundo y representaron un 10% de las ventas de herbicidas en el mundo en los 90´s (Harwood, 1999).

En México el primer herbicida ACCasa introducido fue el diclofop-metil (Iloxan™) (que se empezó a comercializar en 1976 con indicaciones de aplicación en las primeras etapas del cultivo, no más de 30 días después de la emergencia. Más tarde, en 1989, se liberó el herbicida fenoxaprop-etil (Puma™) y permitiendo a los agricultores realizar aplicaciones más tardías. En ese mismo año se comercializó el tralkoxydim (Grasp™) y (clodinafop propargil) (Topik™). Con estos herbicidas, los productores de trigo podían hacer aplicaciones hasta 70 días después de la emergencia del cultivo para el control de malezas gramíneas como *Avena fatua* y *Phalaris spp*.

Los primeros casos de resistencia a inhibidores de la ACCasa a nivel mundial se registraron a finales de la década de los años 80, en cultivos de gran importancia económica en todo el mundo (Devine y Shimabukuro, 1994). En la actualidad, la resistencia se ha detectado en al menos 52 especies, representado un 10% del total de especies resistentes a herbicidas encontrados en el mundo (Heap, 2025). El amplio uso de diclofop-metil para el control de malezas gramíneas en todo el mundo dio lugar a los primeros casos de resistencia a inhibidores de la ACCasa.

La mayoría de los biotipos resistentes de malas hierbas caracterizados hasta ahora como resistentes a inhibidores de la ACCasa, también presentan resistencia cruzada con otros mecanismos de acción. Sin embargo, existen diferencias en los niveles de resistencia y en los distintos patrones de resistencia cruzada a los distintos herbicidas de las familias químicas ariloxifenoxi propionatos (APPs), ciclohexanodionas (CHDs) y fenilpirazolinas (PPZ) (Cruz-Hipólito *et al*., 2011).

En los biotipos que presentan resistencia cruzada (ocurre cuando un único mecanismo de resistencia confiere resistencia a más de un herbicida) a otras clases de herbicidas, la resistencia está dada por uno o más mecanismos. Aunque existen varios casos de resistencia múltiple. La resistencia múltiple (se presenta cuando una planta expresa más de un mecanismo de resistencia), en *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp., *Eleusine indica*, y algunos biotipos de *Lolium* spp. y *Setaria viridis*. Las malezas resistentes a herbicidas inhibidores de la ACCasa son uno de los casos más importantes a nivel económico, debido al número de hectáreas afectadas y al limitado número de herbicidas alternativos para su control.

En México han sido confirmadas tres especies que presentan resistencia a inhibidores de la ACCasa (Tabla 1).

En 1996 se detectó el primer caso de resistencia en una población de *Phalaris minor* proveniente de Guanajuato en el centro de México y fue reportado por Ken Sayre, investigador de CIMMYT (Cruz-Hipólito *et al*., 2010). En 2004 se iniciaron los estudios de confirmación de resistencia y Cruz-Hipólito (2010) encontró factores de resistencia para APPs de 9 a 17, demostrando con ello la resistencia cruzada a APPs, CHDs y PPZs. En ese mismo año se realizaron las pruebas de Dosis-Respuesta para *Phalaris paradoxa* y *Avena fatua*, encontrando factores de resistencia para avena de 2 a 11 y de 2 a 22 para *Phalaris paradoxa* (Tabla 1). La confirmación de resistencia cruzada a los tres grupos de herbicidas inhibidores de la ACCasa fue un gran paso en el conocimiento de la resistencia de malezas a herbicidas en México. Después de la confirmación se iniciaron los estudios enzimáticos para realizar las pruebas de determinación de I_{50} para la enzima ACCasa.

Tabla 1. Parámetros de la ecuación sigmoidal de tres especies de gramíneas colectadas en México, mostrando ED_{50} y FR

HERBICIDA	BIOTIPO	*Avena fatua*		*Phalaris minor*		*Phalaris paradoxa*	
		GR_{50}	RF	GR_{50}	RF	GR_{50}	RF
Fenoxaprop- ethyl	S	15.68	–	23,77	--	25.6	--
	R	182.25	11.62	331,97	13,96	315.4	12.32
Cihalofop- butil	S	72.77	–	34,39	--	31.94	--
	R	586.55	8.06	601,76	17,49	721.32	22.58
Diclofop- metil	S	121.23	–	103,93	--	140.00	--
	R	1138.20	9.38	1018,27	9,79	1260.00	9.00
Propaquizafop	S	11.39	–	29,66	--	28.4	--
	R	89.43	7.85	520,54	17,55	357.43	12.58
Clethodim	S	11.62	–	8,71	--	9.3	--
	R	92.19	7.93	45,04	5,17	46.8	5.03
Cycloxidim	S	11.72	–	24,80	--	11.01	--
	R	90.3	2.11	294,60	11,87	210.00	19.07
Tralkoxidim	S	42.73	–	221,6	--	214.7	--
	R	350.26	8.19	460,71	2,07	442.00	2.05
Pinoxaden	S	11.03	–	8.09		7.32	
	R	29.64	2.68	129.7	16.03	108.39	14.8

GR50= Reducción del crecimeinto 50%; RF= Factor de resistencia; S=susceptible; R=resistente.
Fuente: Cruz-Hipólito, 2010.

Mediante los ensayos de I_{50} se confirmó la resistencia cruzada y la insensibilidad de la ACCasa a la aplicación de herbicidas. Encontrándose diferencias en el patrón de resistencia a nivel enzimático con factores de resistencia de 1.5-5.3, 2.3-23.41 y 2.6-23.3 para *Avena fatua*, *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa,* respectivamente (Tabla 2).

Por varios años el mecanismo de resistencia permaneció desconocido, hasta que en 2005 se iniciaron los estudios para dilucidar el o los mecanismos de resistencia

implicados. Estos estudios incluyeron la evaluación de retención foliar, absorción, translocación, metabolismo y estudios moleculares.

Tabla 2. Parámetros de la ecuación sigmoidal de ensayos enzimáticos de tres especies de gramíneas colectadas en México.

HERBICIDA	BIOTIPO	*Avena fatua*		*Phalaris minor*		*Phalaris paradoxa*	
		I_{50} (µM)	RF	I_{50} (µM)	FR	I_{50} (µM)	FR
Fenoxaprop	S	0,73		0,64		0,53	
	R	3,94	5,3	5,4	8,4	7.8	15
Diclofop	S	31,18		10,34		0,62	
	R	117,23	3,7	44,21	4,3	7,1	11
Cletodim	S	3,14		—	—	—	—
	R	4,87	1,5	—	—	—	—
Cicloxidim	S	4,43		—	—	—	—
	R	16,84	3,8	—	—	—	—
Sethoxydim	S	—	—	601,07		584	
	R	—	—	1439,34	2,3	1500	2.6
Pinoxaden	S	0.33		0.39		0.39	
	R	0.44	1.3	9.13	23.41	9.10	23.3

I50= Inhibición enzimática 50%; RF= Factor de resistencia; S=susceptible; R=Resistente.
Fuente: Cruz-Hipólito, 2010.

Los resultados obtenidos, mostraron que no existían diferencias en la retención foliar, absorción, translocación y metabolismo para las tres especies. Se encontró que el mecanismo responsable de la resistencia a inhibidores de la ACCasa, se debe principalmente a mutaciones puntuales en las tres gramíneas estudiadas en México (Tabla 3) (Cruz_Hipolito, 2010).

Tabla 3. Principales mutaciones encontradas en malezas resistentes a inhibidores de la ACCasa colectadas en México.

Especie	Susbstitución de aminoácidos	Espectro de resistencia			Referencia
		APP	CHD	PPZ	
Phalaris minor	Ile-1781-Leu	R	R	r	Cruz-Hipólito *et al., 2010*
	Asp-2078-Gly	R	R	–	Cruz-Hipólito *et al., 2010*
Phalaris paradoxa	Gly-2096-Ala	R	r/S	S	Cruz-Hipólito *et al., 2010*
Avena fatua	Ile-2041-Asn	R	r	S	Cruz-Hipólito *et al., 2010*

R, resistente; S, susceptible; r, resistance baja

La resistencia de estas gramíneas a herbicidas inhibidores de la ACCasa tuvo un impacto negativo en la agricultura del Bajío, una importante región cerealera de México, en donde los agricultores veían como sus cultivos de cereales estaban condenados a una reducción considerable de rendimiento. En el año 2004 Bayer CropScience México se encontraba realizando ensayos con un herbicida con distinto mecanismo de acción: inhibidores de la aceto lactato sintasa (ALS) a base de mesosulfuron + iodosulfuron, y al observar que era muy efectivo contra estas tres especies, se liberó al mercado el herbicida Sigma™, el cual presentaba un control satisfactorio en el Valle de Mexicali, BC, Sonora y el Bajío. Sin duda el herbicida vino a resolver un problema grave de esa época, ya que tras la pérdida de eficacia con herbicidas ACCasa trajo como consecuencia altas infestaciones de las tres gramíneas, por ejemplo, en el Valle de Mexicali se han contabilizado hasta 9000 plántulas de *Phalaris* por metro cuadrado. (Cruz-Hipólito *et al*., 2015).

Resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS

La aparición del fenómeno de resistencia a los herbicidas inhibidores de la ALS es atribuida a su continua aplicación, al menos durante tres años (Rubin, 1996). La resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS en malas hierbas fue reportada por primera vez en 1987 (Mallory-Smith *et al*., 1990; Primiani *et al*., 1990). Desde entonces se han reportado 176 especies de malezas resistentes a inhibidores de la ALS en 36 países (Heap, 2025). Los nuevos casos de malas hierbas resistentes a inhibidores de la ALS se han incrementado en los últimos años de manera más rápida que para otros herbicidas con otro mecanismo de acción. Las malezas resistentes han aparecido principalmente en cereales de invierno, rotaciones maíz-soya, arroz, márgenes de las carreteras y en plantaciones forestales. *Kochia scoparia* y *Salsola iberica* (Foes *et al*., 1999; Heap y LeBaron, 2001) son malezas muy extendidas en cultivos de cereales de EE UU y Canadá. La movilidad de estas especies ha contribuido de manera fundamental a la expansión de la resistencia a este grupo de herbicidas. El uso de bensulfuron para el control de malas hierbas en arroz ha propiciado la selección de biotipos resistentes de *Scirpus mucronatus* en Chile (Cruz-Hipólito *et al*., 2009), *Damasonium minus* en Australia (Ash *et al*., 2004) y

Sagittaria montevisdensis y *Cyperus difformis* tanto en EE.UU. como en Australia. El patrón de resistencia cruzada que se presenta en algunos casos apoya la hipótesis de que las diferentes familias químicas de este grupo de herbicidas tienen sitios diferentes de unión a la molécula de ALS (Wright *et al*., 1998). En México actualmente existen tres casos confirmados con resistencia herbicidas inhibidores de la ALS, *Sorghum halepense* e *Ixophorus unisetus* resistentes a nicosulfuron en maíz en Veracruz y Jalisco respectivamente y el tercer caso confirmado es Avena fatua resistente a mesosulfuron en trigo procedente del Bajío (Torres-García te al., 2018) y con evaluaciones en campo se conoce que también Phalaris minor y Phalaris paradoxa presentan resistencia a herbicidas ALS.
En el año 2018 se detectó el primer caso de resistencia a herbicidas ALS~~,~~ en *Avena fatua*, en una zona que estuvo sometida a aplicaciones de mesosulfuron + iodosulfuron por más de 10 años. Los resultados de ED_{50} mostraron valores de 9.32 g de i. a. ha^{-1} para el biotipo resistente (R), mientras que el biotipo susceptible (S) tuvo un 2.64 g de i. a. ha^{-1}, siendo el factor de resistencia de 3.53 veces. Este resultado sugirió que el principal mecanismo de resistencia era debido a TSR (Target Site Resistance) (Torres-García et al., 2018).
Para el Valle de Mexicali la resistencia en campo fue confirmada en 2017, se realizaron 6 pruebas en campos con sospecha del herbicida Sigma Forte (mesosulfuron + iodosulfuron) aplicado a dosis de 1.5 L ha^{-1}, actualmente el problema se ha incrementado y afecta a la mayor parte de la región.

En México es necesario que los agricultores conozcan mediante programas de capacitación, el problema de resistencia a herbicidas en malezas y estén realmente dispuestos a poner en práctica programas de prevención y manejo integrado en sus campos, ya que este problema sigue en aumento. Los cambios que se requieren para hacerlo son entre otros: una mayor diversidad en relación con los cultivos incluidos en la rotación y rotación en los mecanismos de acción en~~,~~ el uso de herbicidas preemergentes y postemergentes. Actualmente herbicidas que podrían incluirse para el manejo de malezas en trigo aun están en desarrollo y el desafío es pasar a la preemergencia como es el caso de Bixlozone.
El manejo integra~~n~~do de malezas debe ser la base para reducir la presión evolutiva de selección que favorece a los biotipos de malezas resistentes a herbicidas como son la rotación de cultivos, empleo de variedades más competitivas.

La resistencia a herbicidas es un fenómeno al que los sistemas de producción intensiva de México no escapan, por lo cual es importante redoblar esfuerzos para la detección oportuna que permita el diseño de estrategias de contención del problema o de mitigación, una vez que la resistencia a herbicidas se presenta.

BIBLIOGRAFIA

Ash GJ, Cother EJ, Tarleton J. 2004. Variation in lanceleaved waterplantain *(Alisma lanceolatum*) in southeastern Australia. Weed Science 52, 413-417.
Capinera, J. L.2005. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. Weed Science, 53:892-901.

Cruz-Hipolito H.; Osuna, M. D.; Dominguez-Valenzuela, J. A.; Espinoza, N. N. and De Prado,R. 2011. Mechanism of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in wild oat (Avena fatua) from Latin America. Journal of agricultural and food chemistry. 59(13):7261-7267.

Cruz-Hipolito, H. E. 2010. Gramíneas resistentes a herbicidas en Latinoamérica: Aspectos Agronómicos, Bioquímicos y Moleculares. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España.

Cruz-Hipólito, H.; Osuna, M. D.; Heredia, A.; Ruiz-Santaella, J. P.; De Prado, R. (2009). Nontarget mechanisms involved in glyphosate tolerance found in *Canavalia ensiformis* plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 57, pp. 4844-4848.

Devine MD, Shimabukuro RH. 1994. Resistance to acetyl coenzyme a carboxylase inhibiting herbicides. In Herbicide resistance in plants: Biology and biochemistry edited by Powles SB and Holtum J. pp. 141-169. Lewis Publishing, Boca Raton, FL.

Foes M.J., Liu L.X., Vigue G., Stoller E.W., Wax L.M.,Tranel P.J. 1999. A kochia (Kochia scoparia) biotyperesistant to triazine and ALS-inhibiting herbicides.Weed Sci., 47: 20–27.

Harwood, M. R. ; Hacker, J. B. ; Mott, J. J., 1999. Field evaluation of seven grasses for use in the revegetation of lands disturbed by coal mining in Central Queensland. Aust. J. Exp. Agric., 39 (3): 307-316

Heap, I. 2025. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. http://www.weedscience.com/Summary/Country.aspx. Consultado 9/09/2025.

Heap, I.M. and H. LeBarron. 2001. Introduction and overview of resistance. In: Powles, S.B. and D.L. Shaner, Eds., Herbicide Resistance and World Grains. CRC Press, Boca Raton, FL. 1-22.

Mallory Smith CA, Thill DC & Dial MJ (1990) Identification of sulfonylurea herbicide-resis tant prickly lettuce (Lactuca serriola). Weed Technology 4, 163-168.

Müller G. 2008. History of the Discovery and Development of Triazine Herbicides (Chapter 2). In: LeBaron, H., McFarland, J. and O. Burniside (Eds). The Triazine Herbicides. Fifty Years Revolutionizing Agriculture. Pp.13-30. Elsevier

Primiani MM, Cotterman JC, Saari LL (1990) Resistance of kochia (Kochiascoparia) to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. Weed Technol4:169–172

Rubin B. 1996. Herbicide-resistant weeds – the inevitable phenomenon: mechanisms, distribution and significance. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflantzenschutz* XV **,** 17– 32.

Shaner, D. L. 2015. Lessons Learned From the History of Herbicide Resistance. Weed Science 2014 62:427–431.

SIAP (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN). 2025. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consultado 11/09/2025.

Soltani, N., J. Anita Dille, Ian C. Burke, Wesley J. Everman, Mark J. VanGessel, Vince M. Davis, and Peter H. Sikkema (*2016*) Potential Corn Yield Losses from Weeds in North America. Weed Technology: Vol. 30, No. 4, pp. 979-984.

Torres-García, J. R.; Tafoya-Razo, J. A.; Velázquez-Márquez, S. and Tiessen, A. 2018. Double herbicide resistant biotypes of wild oat (*Avena fatua*) display characteristic metabolic fingerprints before and after applying ACCase and ALS inhibitors. Acta Physiol. Plant. 40(1):11-12.

Wright, T. R., N. F. Bascomb, S. F. Sturner, and D. Penner. 1998. Bio chemical mechanism and molecular basis for ALS-inhibiting herbicide resistance in sugarbeet (Beta vulgaris) somatic cell selections. Weed Sci. 46:13–23.

EFECTO DE LAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD BIOHERBICIDA DE HONGOS FITOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE LA CORREHUELA (*Convolvulus arvensis* L.)

Néstor Daniel Sotelo Cerón[1], Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza[2], Karla Yeriana Leyva Madrigal[3], Juan Carlos Martínez Álvarez[2]

[1]SECIHTI-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola. Blvd. Juan de Dios Bátiz, #250, Col. San Joachín, Gve., Sin.
nesda_soce@hotmail.com
[2]Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola. Blvd. Juan de Dios Bátiz, #250, Col. San Joachín, Gve., Sin.
imaldona@ipn.mx, jcmartinezal@ipn.mx
[3]Universidad Autónoma de Occidente, Unidad de Investigación en Ambiente y Salud. Los Mochis, Sinaloa, México
yeriana.leyva@uadeo.mx

RESUMEN

La producción agrícola se ve limitada, por el establecimiento y la proliferación de malezas, entre las cuales destaca la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.). La aparición de biotipos resistentes y los riesgos para la salud y el ambiente asociados al control convencional evidencian la necesidad de estrategias alternativas, como el uso de hongos fitopatógenos en el manejo integrado de malezas. Los aislados fúngicos TV1 (*Macrophomina phaseolina*) y ET4 (*Alternaria alternata*) han mostrado potencial bioherbicida en estudios previos. Con el propósito de optimizar este efecto, se evaluó la influencia de los medios de cultivo caldo de papa con dextrosa (PDB) y caldo V8, en sus formulaciones estándar y suplementados con hojas de *C. arvensis* (PDBC y V8C), sobre la producción de unidades infectivas (UI) y la actividad bioherbicida de dichos aislados en formulaciones en emulsión. Asimismo, se analizaron las condiciones de crecimiento que favorecen la producción de UI. Los resultados obtenidos mostraron que ambos aislados presentaron una mayor producción de UI en el medio PDBC; no obstante, el medio V8C registró la mayor actividad bioherbicida, alcanzando incidencias de enfermedad del 100% y severidades entre 97.33% y 100% en *C. arvensis*. En cuanto a longitud de las plantas, se observaron inhibiciones del 39% al 46%. Estos hallazgos respaldaron la selección del medio V8C para la evaluación posterior de las condiciones de crecimiento, donde se obtuvieron incrementos de UI de 2.4 y 5.4 veces en los aislados TV1 y ET4 respectivamente. Los resultados demostraron que estos hongos poseen potencial como bioherbicidas contra *C. arvensis*.

Palabras clave: maleza, control biológico, hongos, bioherbicida.

SUMMARY

Agricultural production is limited, among other factors, by the establishment and proliferation of weeds, most notably bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). The emergence of resistant biotypes and the health and environmental risks associated with conventional control methods highlight the need for alternative strategies, such as the use of phytopathogenic fungi in integrated weed management. The fungal isolates TV1 (*Macrophomina phaseolina*) and ET4 (*Alternaria alternata*) have shown bioherbicidal potential in previous studies. To optimize this effect, the influence of the culture media potato dextrose broth (PDB) and V8 broth—both in their standard formulations and supplemented with *C. arvensis* leaves (PDBC and V8C, respectively)—on the production of infectious units (IU) and the bioherbicidal activity of these isolates in emulsion formulations was evaluated. Likewise, the growth conditions favoring IU production were analyzed. The results showed that both isolates exhibited higher IU production in the PDBC medium; however, the V8C medium displayed the greatest bioherbicidal activity, reaching 100% disease incidence and severities ranging from 97.33% to 100% in *C. arvensis*. Regarding plant length, growth inhibition ranged from 39% to 46%. These findings supported the selection of the V8C medium for subsequent evaluation of growth conditions, where IU production increased 2.4-fold for isolate TV1 and 5.4-fold for ET4. The results demonstrated that these fungi have potential as bioherbicides against *C. arvensis*.

Keywords: weed, biological control, fungi, bioherbicide.

HERBICIDAS DE BAJA CARGA QUÍMICA ALTERNATIVOS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)

V.P. Guerrero-Magaña[1], J.A. Luna-Fletes[2], H.E Cruz-Hipólito[3], Ó.G. Rodríguez-Martínez,[4] Ó.R. Mancilla-Villa[1].

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, Autlán de Navarro, Jalisco .[1] Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la costa Sur, Departamento de Producción Agrícola.[2] Servicios Agrotecnicos del Valle de Culiacán (SAVAC) hugo.cruz@savac.mx.[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Santiago Ixcuintla.[4]

Resumen: El objetivo del estudio fue comparar la eficacia de nuevos tratamientos comparados con el manejo convencional para el control de malezas y su impacto en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se aplicaron ocho tratamientos, incluyendo herbicidas como Indaziflam, Isoxaflutole, Amicarbazone, Imazapic, y Carfentazone etil, además de un manejo convencional (Atrazina, diuron, ametrina) y testigos (sin aplicaciones y siempre limpio). Los tratamientos que incluyeron Indaziflam (con Isoxaflutole o Imazapic) fueron los más efectivos a corto plazo, registrando solo un 3% de cobertura de malezas a los 15 días. Específicamente, el Indaziflam + Imazapic mostró un control total en varias especies como "Cola de alacrán" (Heliotropium indicum), "Higuerilla"(Ricinus communis) y "Tomatillo"(physalis acutifolia). Sin embargo, fue menos eficaz contra el "Coquillo" (Cyperus rotundus). Los tratamientos con Amicarbazone y el manejo convencional mostraron una efectividad intermedia. No se detectó fitotoxicidad en el cultivo. En cuanto al rendimiento y la altura, no hubo diferencias significativas entre los herbicidas alternativos y el manejo convencional. Los tratamientos ISOIDN, TESLIM, INDIMA y AMILMA obtuvieron los mejores resultados, mientras que el tratamiento TESSAP tuvo los rendimientos más bajos.
Palabras claves: Malezas, Rendimiento, Tratamiento.

INTRODUCCION

El desarrollo de diferentes familias de herbicidas a partir de la década de 1940 ha dado lugar a la idea de que el control químico es una herramienta que facilita las labores de manejo de malezas, convirtiéndose, desde entonces, en el método principal utilizado por los productores (Villalba, 2009). Los arvensenses afectan severamente la producción de caña de azúcar; lo que requiere un control integrado, utilizando todos los medios disponibles en el momento oportuno; este se debe iniciar inmediatamente después de la

plantación o la cosecha, teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas, características de las arvenses y recursos disponibles (Viera y Escobar, 2015). Estas compiten con los cultivos por luz, agua y nutrientes, por lo cual, si estas no se controlan en etapas iniciales pueden ocasionar una mayor incidencia de plagas y enfermedades, además de disminuir la calidad de la cosecha y dificultar las aplicaciones del riego (Betancourt-Rodríguez *et al*., 2019). En México, se reportaron hasta 43 especies de malezas que afectan al cultivo de caña de azúcar (Ordoñez-Barahona, 2000), las cuales pueden causar entre un 25 y 75 % de pérdidas en rendimiento (Betancourt-Rodríguez *et al*., 2019). Entre las principales especies que causan efectos negativos en el cultivo son: zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.), zacate de agua (*Echinochloa crus-galli*) L., cola de zorra (*Setaria adhaerens* Forssk.), privilegio (*Panicum maximum* Jacq.), estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.), quintonil (*Amaranthus hybridus* L.), la lechosa (*Euphorbia dentata* Michx.), dormidera (*Mimosa pudica* L.), malangueta (*Pimenta dioica* L.), malva de cochino (*Sida rhombifolia* L.), bejuco flor morada (*Ipomoea purpurea* L.), y coquillo (*Cyperus* sp.) (Ordoñez-Barahona, 2000).

Por lo anterior el objetivo de la investigación es evaluar el efecto de los herbicidas alternativos de baja carga química en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar así como determinar la selectividad de los herbicidas químicos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizó en área de producción de caña de azúcar ubicada en Autlán de Navarro, Jalisco, el municipio se encuentra en las siguientes coordenadas: 19.6737° N y 104.3232° W. El sitio de estudio presenta una altura de 940 msnm, clima semicálido, temperatura media anual de 23.5°C, con máxima de 30.5 °C y mínima de 9 °C, y precipitación media anual de 997.5 mm (IIEG, 2017).

Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones, en una parcela experimental de 4.5 x 6 m (27 m^2), resultando una superficie total del ensayo de 567 m^2.

Los tratamientos que se evaluaron y sus respectivos grupos químicos se muestran en la tabla 1. La aplicación de los herbicidas se realizó de manera pree emergente, cuando las yemas de las estacas de caña aún no presentaron brotación, los tratamientos se aplicaron con una aspersora manual (tipo mochila), se realizaron las calibraciones pertinentes, así como las dosificaciones.

Tabla 1. Tratamientos que se evaluarán el cultivo de caña de azúcar.

Tratamiento	Ingrediente Activo Claves	Dosis	Nombre Comercial	Casa Comercial
1	Indaziflam+ Isoxaflutole (ISOIDN)	300 ml ha^{-1}	Merlín Total	Bayer
2	Indaziflam+Imazapic (INDAMI)	100 ml-150 g ha^{-1}	Alion Plateu	Bayer BASF
3	Amicarbazone+Imazapic (AMILMA)	1,250 g-150 g ha^{-1}	Orion Plateu	Arysta BASF
4	Indaziflam+Amicarbazone (INDAMI)	100 ml-1,250 g ha^{-1}	Alion Orion	Bayer Arysta
5	Indaziflam+Carfentazone etil (INDCAR)	100 ml-500 ml ha^{-1}	Alion Veloz	Bayer FMC
6 (testigo)	Manejo convencional (Ametrina + Diuron + Atrazina) (MANCOR)	3-6 L ha^{-1}	Caña Z Plus	Agronova
7	Testigo sin aplicaciones (TESSAP)			
8	Testigo siempre limpio (TESLIM)			

Variables evaluadas

La determinación del porcentaje de cobertura de las malezas se realizo a los 15, 30 y 60 días desde la aplicación de los herbicidas (DDA)., por medio de la valoración visual de acuerdo con la metodología de Viera y Escobar (2015).

Se identificaron las especies predominantes de malezas presentes en el experimento con la ayuda de literatura especializada y claves taxonómicas, y se cuantificaron el número de individuos controlados por especie diez días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT).

Para determinar el porcentaje de fitotoxicidad al cultivo y selectividad de los herbicidas se aplicará la escala de EWRS (European Weed Research Society).

La altura se determinó de la base de tallo al ápice de la planta con una cinta métrica a los 12 meses después DDAT y se expresara en cm.

El rendimiento estimado se determinó haciendo un pesaje en las cañas, en verde a los 12 meses DDAT, se hizo la separación las hojas de los tallos y estos se pesarán con una báscula digital, y los datos se extrapolarán a t ha^{-1} simulando un desarrollo total de la planta.

Análisis estadísticos

A las variables cuantitativas se les aplico un análisis de varianza, y la prueba de medias de Tukey ($P < 0.05$), con el programa SAS versión 9.4 para Windows®.

Resultados y Discusión

Porcentaje de Cobertura

Los datos se obtuvieron en tres fechas: 15, 30 y 60 días después de la aplicación. Donde se resalta que los tratamientos que incluyeron indaziflam (con isoxaflutole o imazapic) fueron los más efectivos a corto plazo, ya que en los 15 días registraron menor cobertura de malezas (3%) implicando un ahorro del uso de más herbicida debido a que el crecimiento del cultivo impide germinar las nuevas malezas (Quiroga, 2006). Los tratamientos con amicarbazone y el manejo convencional mostraron una efectividad intermedia durante todo el periodo, así como el indaziflam + carfentrazone etil fueel menos efectivo en los tratamientos utilizados.

Identificación de especies

En el tratamiento Indaziflam+Isoxaflutole fue muy efectivo contra la mayoría de las malezas, logrando un control total en “Cola de alacrán” (*Heliotropium indicum*), “Lentejilla” (*Lepidium didymum*), “Higuerilla” (*Ricinus communis*), y “Tomatillo” (*physalis acutifolia*). Solo tuvo un efecto limitado en “coquillo” (*Cyperus rotundus*) (valor de 4). En el tratamiento de Indaziflam +Imazapic similar al anterior, este tratamiento mostro un excelente control en varias especies, con un valor de 0 en “Tomatillo” (*physalis acutifolia*) y “Higuerilla” (*Ricinus communis*), Sin embargo, fue menos efectivo en el “Coquillo” (*Cyperus rotundus*) (valor de 5). En cuanto al tratamiento de amicarbazone+ Imazapic fue el menos efectivo de manera general, ya que solo logro un valor de 0 en la maleza de “Tomatillo” (*physalis acutifolia*) tuvo un desempeño intermedio en los demás.

En el tratamiento de testigo sin aplicaciones confirma que sin tratamiento las malezas crecen sin control, así como también se resalta que el “Coquillo” (*Cyperus rotundus*) es la maleza de mayor presencia en el área tratada y es una de las más predominantes como lo menciona Pilco (2008) en los estudios realizados en relación a la identificación de especies.

Tabla 2. Efecto de los herbicidas preemergentes en el control de maleza por especie (número de individuos resistentes).

Nombre de maleza	ISOIDN	INDAMI	AMILMA	INDAMI	INDCAR	MANCOR	TESSAP
Alfombrilla (Glandularia bipinnatifida)	1	1	0	1	1	3	5
Cola de alacrán (Heliotropium indicum)	0	1	2	1	0	2	8
Coquillo (Cyperus rotundus)	4	5	5	6	8	7	15
Frijolillo (Polygonum convolvulus L)	1	1	2	1	2	5	7
Lentejilla (Lepidium didymum)	0	1	2	2	3	1	5
Higuerilla (Ricinus communis)	0	0	1	2	3	2	4
Tacote (Tithonia Tubaeformis)	0	1	0	1	1	1	6
Vaquerillo (Solanum rostratum)	1	0	2	1	2	1	10
Tomatillo (physalis acutifolia)	0	0	0	2	2	3	7

Porcentaje de fitotoxicidad

La fitotoxicidad provocada al cultivo de caña de azúcar con los diferentes tratamientos fue nula ya que no hubo presencia, además de que no hubo afectaciones en cuanto a la estimación de rendimiento según EWRS.

Rendimento estimado y altura de la planta

Los tratamientos con las letras “a” al lado de sus rendimientos como ISOIDN, TESLIM, INDIMA Y AMILMA no muestran diferencias significativas entre sí, lo que significa que todos tuvieron un rendimiento muy similar y alto. El tratamiento TESSAP tuvo rendimiento significativamente bajo.

En cuanto a la altura los tratamientos de con la letra “a” de la columna de altura como ISOIDN, TESLIM, INDIMA, AMILMA, INDCAR, INDAMI y MANCOR, tienen alturas similares entre ellos, indicando que crecieron a una altura comparable.

Los tratamientos con la letra “b” como TESSAP tuvo una altura significativamente menor como lo muestra la tabla 3. En resumen, los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados tanto en rendimiento como en la altura fueron ISIDN, TESLIM, INDIMA Y AMILMA. Por otro lado, TESSAP tuvo los peores resultados en ambas categorías. La presencia de malezas en el cultivo de caña de azúcar puede traer consigo repercusiones en cuanto al rendimiento como lo menciona Albuja (2008) ya que estas son grandes competidoras de agua, nutrientes, dióxido de carbono y luz.

Tabla 3. Rendimiento estimado y altura de plantas de caña de azúcar por efecto de herbicidas químicos.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	ALTURA
ISOIDN	268448[a]	2.8333[a]
TESLIM	264757[a]	2.7567[a]
INDIMA	262821[a]	2.7200[a]
AMILMA	262064[a]	2.6700[a]
INDCAR	227084[a]	2.6267[a]
INDAMI	225861[a]	2.6133[a]
MANCOR	193424[a]	2.4800[ba]
TESSAP	109604[b]	2.0400[b]
DMS	83133	0.5439

Medias con letra distinta dentro de cada columna son significativamente diferentes (Tukey, p≤ 0.05). DMS= diferencia mínima significativa

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos demuestran que no hubo cambios significativos en altura y rendimiento entre los herbicidas alternativos y el manejo convencional, comprobando la selectividad de estos herbicidas y el buen funcionamiento de las bajas cargas químicas.

Se encontró una diversidad de malezas que fueron controladas por los diferentes tratamientos aplicados, y no se detectó fitotoxicidad en el cultivo.
Las malezas han desarrollado una gran resistencia a los herbicidas, lo que las convierte en fuertes competidoras de nutrientes. De ahí la importancia de buscar alternativas que ofrezcan una mayor eficacia con menor cantidad de producto, priorizando siempre el ahorro económico y el cuidado ambiental.

Agradecimientos

Agradezco a la casa de estudios Universidad de Guadalajara por seguir brindando el apoyo académico para continuar con mi formación, así como también a los Doctores que me impulsaron durante el desarrollo de esta investigación, a mis amigos y colegas Jesús Márquez y Alexis Valle.

Bibliografía

Albuja L. M. 2008, Evaluación de cinco herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de la unidad productiva de duraznero en la granja La Pradera, Chaltura Imbabura, Tesis de Ing. Agropecuario. UTN, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Agropecuaria Ibarra — Ecuador 124 p.

Betancourt-Rodríguez, Y., Pérez-Santos, D., y Álvarez-Rojas, A. (2019). Asistencia técnica de la labranza en el control de arvenses en caña de azúcar. *Revista Ingeniería Agrícola 9*(3):10-15.

IIEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica) (2017). Autlán de Navarro; Diagnostico del municipio. Autlán, Jalisco. Instituto de Información Estadística y Geografía. Disponible en http://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/AutlandeNavarro

Ordoñez-Barahona, P. (2000). Estudio de las malezas en diferentes ambientes de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el Ingenio San Miguelito, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. 121 p.

Quiroga, R. (2006). La asociación de cultivos maíz-Canavalia: ventajas agroecológicas y económicas. Un manual para agricultores innovadores, asesores técnicos, empresarios y sector oficial en apoyo a la producción agropecuaria en el trópico. Universidad autonoma de Chiapas. 36p.

Viera, B. F., y Escobar, C. L. (2015). Evaluación de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar entre tipos de suelos de Majibacoa, Las Tunas. *Cultivos Tropicales 36*(1):122-128.

Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas: Glifosato. *Ciencia, docencia y tecnología*, (39), 169-186.

Abstract: Potential of alternative chemical herbicides in sugarcane (*Saccharum officinarum L.)* The objective of this study was to compare the efficacy of new treatments versus conventional management for weed control and their impact on sugarcane crop yield. A randomized complete block experimental design with three replications was used. Eight treatments were applied, including herbicides such as Indaziflam, Isoxaflutole, Amicarbazone, Imazapic, and Carfentazone ethyl, in addition to conventional management (Atrazine, diuron, ametryn) and controls (no applications and always clean). Treatments that included Indaziflam (with Isoxaflutole or Imazapic) were the most effective in the short term, recording only 3% weed coverage at 15 days. Specifically, Indaziflam + Imazapic showed complete control in several species such as "Cola de alacrán" *(Heliotropium indicum*), "Higuerilla" *(Ricinus communis),* and "Tomatillo" *(Physalis acutifolia).* However, it was less effective against "Coquillo" *(Cyperus rotundus).* Treatments with Amicarbazone and conventional management showed intermediate effectiveness. No phytotoxicity was detected in the crop. Regarding yield and height, there were no significant differences between alternative herbicides and conventional management. The ISOIDN, TESLIM, INDIMA, and AMILMA treatments obtained the best results, while the TESSAP treatment had the lowest yields.

Key words: Weeds, Yield, Treatment.

EVALUACIÓN DE BIOHERBICIDA EN NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus-indica* L.) EN SALTILLO, COAHUILA.

K. Moreno-León[1], W. Zárate-Martínez[2], F. Castillo-Reyes[2], J. L. Arispe-Vázquez[3], J. F. Díaz-Nájera[4]

[1]Doctorado en Recursos Fitogenéticos para Zonas Áridas (REFIZA), Calzada Antonio Narro No. 1923, Colonia Buenavista Saltillo, C.P. 25315. Coahuila de Zaragoza, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). morenoiap.anirak@gmail.com

[2]Campo Experimental Saltillo, Carretera Saltillo - Zacatecas km 342+119 No. 9515, Hacienda de Buenavista. C. P. 25315. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). zarate.william@inifap.gob.mx

[3]Campo Experimental Iguala, Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Colonia Centro Tuxpan C. P. 40000, Iguala de la Independencia, Guerrero, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). arispe.jose@inifap.gob.mx

[4]Fitotecnia, Av. Vicente Guerrero 81, Centro, C. P. 40000 Iguala de la Independencia, Guerrero, México, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO).

Resumen: El nopal (*Opuntia* spp.) es un cultivo de importancia económica, uno de los problemas que enfrentan los productores es el manejo de malezas, situación que toma importancia ante la necesidad de emplear opciones menos toxicas e igual de efectivas como las opciones disponibles. Ante esta situación se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar a diferentes dosis un herbicida orgánico disponible en el mercado y compararlo con un herbicida químico. El trabajo se realizó en el Campo Experimental Saltillo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se valuó el herbicida orgánico Herbitech y el herbicida químico Takle®. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El efecto de la aplicación de los herbicidas se observó a partir del primer día, sin embargo el T5 mostró el mayor % de control a los 15 días, por el contrario los tratamientos T4, T3 y T2 mostraron el mayor % de control a los 45 días. El mayor % de control de maleza (100%) se alcanzó con el T5, seguido del T4 con 69% de control, seguido del T3 con 40.67% y por el ultimo el T2 con 16.67% de control. El herbicida orgánico a base de extracto de Callistemon y aceite de eucalipto es capaz de controlar malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de nopal, sin embargo, resulta ser una opción con menor % de control y de mayor costo.

Palabras clave: Control, Maleza, Producción, Toxicidad

INTRODUCCIÓN

El nopal (Opuntia spp.) es un género de plantas que pertenece a la familia de las cactáceas (BRAVO HOLLIS, 1978). Estas plantas pueden sobrevivir y crecer en condiciones desérticas debido al tipo de fotosíntesis que realizan, conocido como metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) (JACOBSEN *et al*., 2015).Es un cultivo que prospera en lugares donde la escasa lluvia no permite el desarrollo de otros cultivos hortícolas (AGUILAR BECERRIL y PEÑA VALDIVIA, 2006). Es una planta con alta adaptabilidad y resistencia a la sequía, suelos con pocos nutrientes y expuestos a erosión (GUZMÁN *et al*., 2003).

El nopal se adapta a zonas desérticas y semidesérticas, por lo cual, se puede desarrollar en la mayoría de las condiciones climáticas de México (REYES-AGÜERO *et al*., 2005). Es un cultivo de importancia económica en el mundo, ya que se puede aprovechar la fruta como forraje o como hospedante de la grana cochinilla, pero solo en México se consumen sus cladodios tiernos como verdura (REYES-AGÜERO *et al*., 2005).

En México, en el año 2023, la producción de nopal ascendió a 863 757 toneladas, lo que representó un valor de 156,34 millones de dólares, con un precio promedio de 181 dólares por tonelada. Es un cultivo de importancia económica, donde los productores se enfrentan a diversos problemas entre ellos el manejo de malezas (ZÁRATE-MARTÍNEZ *et al*., 2025), situación que toma importancia ante la necesidad de emplear opciones menos toxicas, que no contaminen, que sean amigables con el medio ambiente y tan efectivas como las opciones disponibles. Ante esta situación se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar a diferentes dosis un herbicida orgánico disponible en el mercado y compararlo con un herbicida químico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Saltillo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), durante agosto 2024 a septiembre 2025. En una plantación experimental de nopal verdura *Opuntia ficus-indica (L.) Mill* de la variedad Milpa Alta, la cual se estableció en agosto de 2024 se identificaron las principales malezas presentes y se reportó la frecuencia relativa en % de cada maleza, para lo cual se usó la siguiente formula $fi = \left(\frac{ni}{N}\right) * 100$; donde fi= frecuencia relativa en %, ni= número de malezas de la especie observada y N= número total de malezas.

Tratamientos

Se valuó el herbicida orgánico Herbitech (i.a. extracto de Callistemon (*Callistemon citrinus*) y aceite de eucalipto (*Eucalyptus globulus*)) de la casa comercial Biotech México y el herbicida químico Takle® 360 SA (i.a. Glifosato) de la casa comercial Sifatec. Para lo cual, se establecieron los siguientes tratamientos T1= Testigo; T2= Herbicida orgánico a una dosis de 10 mL/L; T3= Herbicida orgánico a una dosis de 15 mL/L; T4= Herbicida orgánico a una dosis de 20 mL/L y T5= Herbicida químico a una dosis de 15 mL/L. Los tratamientos se aplicaron el día 17 de julio y todos los días se evaluó el efecto de los herbicidas, el cual se reportó como % de control.

Análisis estadístico

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias según el método Tukey. Los datos se presentaron en valores medios con desviación estándar y analizados en el programa estadístico INFOSTAT (DI RIENZO *et al*., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales malezas que se encontraron fueron el zacate guineo, zacate pata de gallo, zacate buffel y el zacate Johnson ya que representaban el 30, 20, 15 y 15 % respectivamente. Estas cuatro especies representan en su conjunto el 80 % del total de las malezas.

Tabla 1. Malezas presentes y frecuencia relativa en % de estas malezas en nopal verdura.

Nombre común	Nombre técnico	Familia	Ciclo de vida	Frecuencia relativa en % (fi = ni/N)
Zacate guineo	*Megathyrsus maximus*	Poaceae	Perenne	30 %
Zacate pata de gallo	*Cynodon dactylon*	Poaceae	Perenne	20 %
Zacate buffel	*Cenchrus ciliaris* L.	Poaceae	Perenne	15 %
Zacate Johnson	*Sorghum halepense*	Poaceae	Perenne	15 %
Hierba amargosa	*Parthenium hysterophorus* L.	Asteraceae	Anual	10 %
Lentejilla de campo	*Lepidium virginicum* L.	Brassicaceae	Anual	5 %
Llantén	*Plantago major* L.	Plantaginaceae	Perenne	5 %

Las malezas que dominan en la plantación experimental de nopal evaluada, son de la familia Poaceae.

El efecto de la aplicación de los herbicidas se observó a partir del primer día, sin embargo el T5 mostró el mayor % de control a los 15 días, por el contrario los tratamientos T4, T3 y T2 mostraron el mayor % de control a 45 días. El mayor % de control de maleza (100 %) se alcanzó con el T5, seguido del T4 con 69 % de control, seguido del T3 con 40.67 % y por el ultimo el T2 con 16.67 % de control.

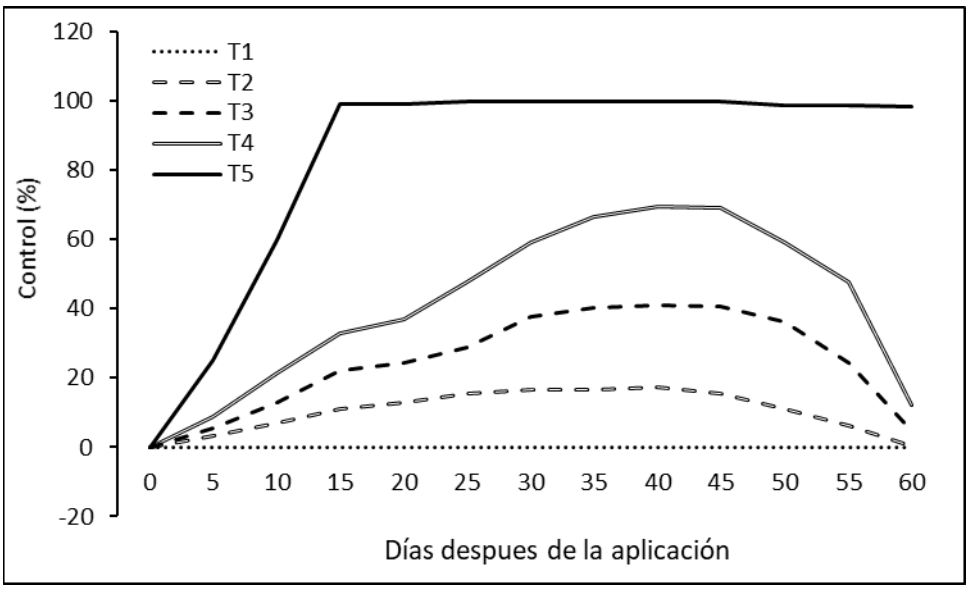


Figura 1. Control (%) de maleza en nopal verdura.

Al aplicar la mayor dosis del herbicida orgánico se alcanzó el 69 % de control, lo cual sucedió a los 45 días, sin embargo, a partir de ese día el efecto del herbicida orgánico inicio a descender, por el contrario el herbicida químico alcanzó el 99 % de control a los 15 días manteniendo su efecto hasta los 60 días cuando se realizó la ultima evaluación.

Según el análisis estadístico, en todas las evaluaciones se encontró diferencia estadística. El T5 (herbicida químico) fue el tratamiento con el que se alcanzó el mayor control de maleza. Por el contrario, el T1 (herbicida orgánico) fue el tratamiento con el que se alcanzó el menor control de maleza. El T1 no mostró control ya que fue el tratamiento testigo (sin herbicida).

Tabla 2. Análisis de varianza, control (%) de maleza en nopal verdura.

Tratamiento	5 días	15 días	25 días	35 días	45 días	55 días
T1	0^{c}	0^{e}	0^{e}	0^{e}	0^{e}	0^{d}
T2	3.33^{bc}	11.00^{d}	15.33^{d}	16.67^{d}	15.33^{d}	6.33^{d}
T3	5.33^{bc}	22.00^{c}	28.67^{c}	40.33^{c}	40.67^{c}	24.33^{c}
T4	8.67^{b}	33.00^{b}	47.67^{b}	66.67^{b}	69.00^{b}	47.67^{b}
T5	25^{a}	99.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	98.67^{a}
C.V.	31.69	5.07	6.28	5.66	10.78	13.33

T1= Testigo; T2= Herbicida orgánico 10 mL/L; T3= Herbicida orgánico 15 mL/L; T4= Herbicida orgánico 20 mL/L y T5= Herbicida químico 15 mL/L.

Para determinar el costo de cada tratamiento, se consideró que para cubrir una ha se requiere un volumen de 200 L. El T5 resultó ser la opción más económica ya que para aplicar en una ha se requieren 3 Litros a un precio de $353/L, el T2 resulta ser la segunda opción más económica, ya que se requieren 2 L a un precio de $680, el T3 resultó ser la

siguiente opción ya que se requieren 3 L y por último, el tratamiento más costosos fue el T4 ya que se requieren 4 L. Cabe señalar que a los 60 días solo el T5 conservó el 5 de control de malezas.

Tabla 3. Costo de cada tratamiento por hectárea.

Tratamiento	Producto	Costo ($) /ha
T1	--------	$00.00
T2	Herbitech	$1,360
T3	Herbitech	$2,040
T4	Herbitech	$2,720
T5	Takle®	$1,059

T1= Testigo; T2= Herbicida orgánico 10 mL/L; T3= Herbicida orgánico 15 mL/L; T4= Herbicida orgánico 20 mL/L y T5= Herbicida químico 15 mL/L.

CONCLUSIONES

El herbicida orgánico a base de extracto de Callistemon (*Callistemon citrinus*) y aceite de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) es capaz de controlar malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de nopal, sin embargo, resulta ser una opción con menor % de control y de mayor costo con respecto al herbicida quimico.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por facilitar el material vegetal.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR BECERRIL, G., PEÑA VALDIVIA, C. B. (2006). Alteraciones fisiológicas provocadas por sequía en nopal (Opuntia ficusindica). Revista Fitotecnia Mexicana, 29(3), 231–237. https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/29-3/7a.pdf

BRAVO HOLLIS, H. (1978). Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. (2008). InfoStat versión 2008. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: https://www.infostat.com.ar/

GUZMÁN, U., ARIAS, S., DÁVILA, A. (2003). Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

JACOBSEN, S.E., SØRENSEN, M., PEDERSEN, S.M., y WEINER, J. (2015). Using our agrobiodiversity: plant-based solutions to feed the world. Agronomy for Sustainable Development, 35, 1217–1235. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0325-y

REYES-AGÜERO, J.A., AGUIRRE-RIVERA, J.R., y HERNÁNDEZ, H.M. (2005). Systematic notes and a detailed description of Opuntia ficus-indica (L.) Mill. (CACTACEAE). Agrociencia, 39(4), 395–408. https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/403/403

ZÁRATE-MARTÍNEZ, W., FELIPE-VICTORIANO, M., ALCALÁ-RICO, J.S.G.J., HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, A., MÉNDEZ-ARGÜELLO, B., y ARISPE-VÁZQUEZ, J.L. (2025). Caracterización del sistema de producción de nopal (*Opuntia* spp.) en la región de la Huasteca de Tamaulipas, México. Agronomía Mesoamericana. 36: 60442. https://doi.org/10.15517/am.2025.60442

Summary: The nopal (*Opuntia* spp.) is a crop of economic importance, one of the problems that producers face is weed management, a situation that becomes important due to the need to use less toxic options that are just as effective as the available options. Given this situation, this work was carried out with the objective of evaluating an organic herbicide available on the market at different doses and comparing it with a chemical herbicide. The work was carried out at the Saltillo Experimental Field of the National Institute of Forestry, Agricultural and Livestock Research (INIFAP). The organic herbicide Herbitech and the chemical herbicide Takle® were evaluated. The experiment was carried out under a completely randomized design with five treatments and four repetitions. The effect of the application of herbicides was observed from the first day, however T5 showed the highest % control at 15 days, on the contrary the treatments T4, T3 and T2 showed the highest % control at 45 days. The highest % of weed control (100%) was achieved with T5, followed by T4 with 69% control, followed by T3 with 40.67% and lastly T2 with 16.67% control. The organic herbicide based on Callistemon extract and eucalyptus oil is capable of controlling broad and narrow leaf weeds in the cactus crop, however, it turns out to be an option with lower % control and higher cost.

Key words: Control, Weed, Production, Toxicity

POBLACIÓN DE AMARANTHUS Y SIMSIA QUE OCURRE EN FRIJOL Y ELEMENTOS DEL CLIMA

J.A.S. Escalante Estrada[1]; Y. I. Escalante Estrada[2] y S.L.Quintero-Bastida[1]
[1]Botánica Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.Carretera México-Texcoco Km 36.5.Montecillo Mpio de Texcoco Méx. CP.56230. jasee@colpos.mx; quintero.santa@colpos.mx
[2] Instituto de Investigación Científica, Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo Gro. e-mail: y_escalante@yahoo.com.mx

Resumen. Uno de los factores que limita el rendimiento del frijol es la presencia de maleza. Sin embargo, para determinar el manejo apropiado es necesario conocer las especies de maleza que ocurren en el frijol y su persistencia. El objetivo del estudio fue determinar las especies de maleza que ocurren en el frijol en varios años de estudio y su relación con los elementos del clima. El estudio se realizó bajo lluvia estacional, con frijol Flor de Durazno en agosto 8,2006; mayo 12,2007 ; mayo 26, 2008; junio 19,2009 y junio 16, 2010 en Montecillo , Méx. clima templado a 33 plantas por m^2 en surcos de 80 cm de separación y suelo franco arenoso, con pH 7.3. La maleza se registró a los 40 a 45 días de la siembra del frijol, utilizando un cuadrante de 50 X 50 cm. Se evaluó el número de géneros, la densidad de población (número de plantas por m^2) , la producción de materia seca (gm^{-2}) por género-especie, la frecuencia relativa (FR,%) y el índice de importancia (IP). Durante el crecimiento de la maleza, se registró la temperatura máxima (Tmáx ^oC), y mínima (Tmín ^oC); la suma de la precipitación pluvial (PP,mm) y la radiación solar incidente (RI,Kcal cm^{-2}). *Simsia y Amaranthus* las de mayor persistencia en el frijol y presentaron una relación con la temperatura máxima y mínima que se ahusta a un polinomio de segundo grado, y una relación lineal positiva con la precipitación pluvial y la radiación incidente.

Palabras clave: materia seca,índice de importancia,frecuencia relativa, relaciòn lineal, valor de importancia.

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que limitan la producción de frijol es la presencia de de maleza . Cuando esta no se controla , ocurren altas reducciones en el rendimiento y calidad de los cultivos (Serrano *et al*., 2001) o cuando su control se realiza en forma tardía o deficiente (Bowen y Kratky,1980) debido a que además de competir por espacio, agua, luz y nutrimentos son hospederas de plagas e insectos vectores de enfermedades. Por lo general, se ha determinado que para evitar reducciones en el rendimiento se requiere un período libre de maleza entre un tercio y un cuarto del ciclo de desarrollo del cultivo (Kasasian y Seeyave, 1969). En frijol, Medrano *et al*. (1973) señalan que no remover la maleza durante el ciclo del frijol, reduce el rendimiento hasta el 69% y que el período crítico de competencia con la maleza está entre los primeros 20 a 40 días. Mondragón *et al* .(2001) al sembrar en Chapingo los cultivares de frijol Negro Huasteco (hábito determinado Tipo I); Pedigri-341 y Negro San Luis (hábito indeterminado Tipo II y III,respectivamente) con aplicación de dos riegos en las etapas iniciales de desarrollo del cultivo y siembra el 17 de mayo a la densidad de 33 plantas m^{-2}, en un muestreo de maleza realizado a los 44 dds del frijol, encontraron en el cultivo especies monocotiledóneas como *Eragrostis mexicana* , *Eleucine multiflora* y *Cyperus esculentus*, y de hoja ancha como *Simsia amplexicaulis*, *Portulaca oleracea* , *Oxalis latifolia*, *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*. Así mismo, el estudio de la persistencia de las especies en varios años de cultivo,es de importancia para conocer cual o cuales especies son dominantes y las condiciones ambientales medidas a través de los elementos del clima que influyen sobre ésta persistencia. El objetivo del estudio fue determinar las especies de maleza que ocurren en el cultivo del frijol en varios años de estudio y su relación con los elementos del clima.

MATERIALES Y METODOS

La siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Flor de Durazno de hábito de crecimiento determinado tipo I, color de semilla rosado con fondo beige, tamaño entre 410-530 mg y contenido de proteína de 26 % (recomendado por Campos *et al*.,1998 para Valles Altos y condiciones de temporal) se realizó bajo condiciones delluvia estacional, el 8 de agosto en 2006,12 de mayo en 2007 ;26 de mayo en 2008;19 de junio en 2009 y el 16 de junio de 2010 en Montecillo , Méx. (19º29’ N, 98º 45’W , 2,250 m de altitud, clima templado,Cw,según García,2004) a la densidad de 33 plantas por m^2 en surcos de 80 cm de separación. El suelo es de tipo franco arenoso, pH 7.3 sin problemas de salinidad.La fertilización fue 100-100-00 de NPK. La maleza se registró entre los 40 a 45 días después de la siembra (dds) en cada año de estudio, utilizando un cuadrante de 50 X 50 cm por cada unidad experimental se evaluó el número de especies , la densidad de población (número de plantas por m^2) y la producción de materia seca (gm^{-2}) por especie. Además, se calculó la frecuencia relativa (FR;%) mediante el planteamiento:FR(%)= (Años en que aparece la especie/ número de años de estudio); y el índice de importancia (IP) sumando la DP y MS por especie entre la suma total de la DP más MS de los especies que presentaron FR superior a 20%. Durante el período de crecimiento de la maleza, se registró el promedio semanal de la temperatura máxima (Tmáx ^oC), y mínima (Tmín ^oC);

la suma semanal de la precipitación pluvial (PP,mm) y la suma de la radiación solar global incidente (RI, Kcal cm^{-2}). Para buscar el modelo que relacione la DP y MS de las especies de maleza con la la Tmáx, Tmín ; PP y la RI, se aplicó un análisis de regresión mediante el paquete SAS 9.0 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad, materia seca, frecuencia e índice de importancia

Las especies que aparecieron en todos los años de estudio (FR=100%) fueron en orden de IP: *Simsia amplexicaulis* (CAV) Pers, seguido de *Amaranthus hybridus* L., gramíneas dentro de las cuáles encontramos *Setaria parviflora* (Poir) Kerguelen*, Echinochloa cruz-galli* (L.) P.Beauv*, Eragrostis mexicana* (Hornem.) Link *, Boutelova gracilis* (Willd.ex Kunth)*, Avena fatua* L. Solo en tres (FR=60%) y en dos años (FR=40%) *Galinsoga parviflora* CAV*.y Malva parviflora* L.*,* respectivamente; y en un año (FR=20%) *Eleusine multiflora* Hochst. ex A.Rich*, Verónica persica* Poir*, Acalipha mexicana* Muell.-Arg*, Sonchus oleraceus* L.*, Cyperus esculentus* L.*, Brassica rapa* L.*, Portulaca oleracea* L*. y Urocarpidium limense* (L.) Krapovickas*.* La DP y la MS de los géneros encontrados se presentan en el Cuadro 1, en donde se observa que *Simsia* fue más abundante pero produjo menor MS que *Amaranthus*, seguido de las gramíneas.

Cuadro 1. Densidad (plantas m^{-2}, DP) y materia seca (gm^{-2}, MS) de los géneros y especies de maleza que ocurrieron en el cultivo del frijol cv.Flor de Durazno en los cinco años de estudio. Montecillo Estado de México. México.

Especie	2006 DP	2006 MS	2007 DP	2007 MS	2008 DP	2008 MS	2009 DP	2009 MS	2010 DP	2010 MS	FR (%)	DP+MS	IP (%)
Amaranthus	11	37	26	52	36	56	14	48	36	68	100	384	27
Simsia	41	38	65	40	72	52	48	50	82	55	100	543	38
Gramineas	6	38	52	22	22	44	32	42	28	45	100	331	23
Galinsoga	4	20	28	12	16	28	--------	---------	-------	--------	60	109	8
							-	--	-	-			
Malva	6	23	18	16	------	-------	--------	---------	-------	--------	40	63	4
					-	-	-	--	-				
												1430	

FR= frecuencia relativa (%). Con FR de 20% se encontró a *Eleusine, Verónica Acalipha, Sonchus, Cyperus, Brassica, Portulaca y Urocarpidium.*

En el cuadro 2 se presenta la variación en los elementos del clima en los años de estudio. Se observa que la temperatura mínima, presenta mayor CV (20%) que la máxima (6%); la PP de 17% y la radiación solar de 12%.

Cuadro 2.-Intervalo de temperatura máxima y mínima (^{o}C) durante los años de desarrollo del estudio . Montecillo Estado de México. México.

Año	2006	2007	2008	2009	2010	media±S	CV(%)
Temp máxima ºC	24	28	26	25	27	26±1.6	6
Temp mínima ºC	6	9	8	7	10	8±1.6	20
PP mm	283	300	180	242	290	259±49	17
Kcal cm^{-2}	21	29	24	23	22	24±3	12

Datos de elementos del clima corresponden al período de 45 a 50 días despuès de la siembra del frijol. S= es la desviación estándar;CV= coeficiente de variación; PP0 precipitaciòn pluvial (mm).

Relación densidad, materia seca con temperatura, precipitación pluvial y radiación solar incidente.

La relación DP, MS con Tmáx, Tmín, PP y RI solo se determinó en las dos especies de mayor IP como *Simsia* y *Amaranthus*. En ambas , la DP y MS mostraron una relación que se ajusta a un polinomio de segundo grado o cuadrático (Figuras 1, 2, 5 y 6), en donde se observa, que la DP y MS más altas se encuentran a Tmáx de 26 ºC y T mín 8 ºC, a temperatura superior, la DP y MS tiende a disminuir. Así mismo, con la PP y RI se observa una relación lineal positiva (Figuras 3, 4, 7 y 8). Dicha tendencia ha sido reportada también para el cultivo del girasol por Escalante (1999) y en frijol (Escalante *et al*., 2015).Estos resultados indican que el crecimiento de la maleza en el cultivo de frijol, además del tipo de suelo (Escalante *et al*., 2014), está determinado por la temperatura máxima, mínima, la precipitación pluvial y la radiación incidente.

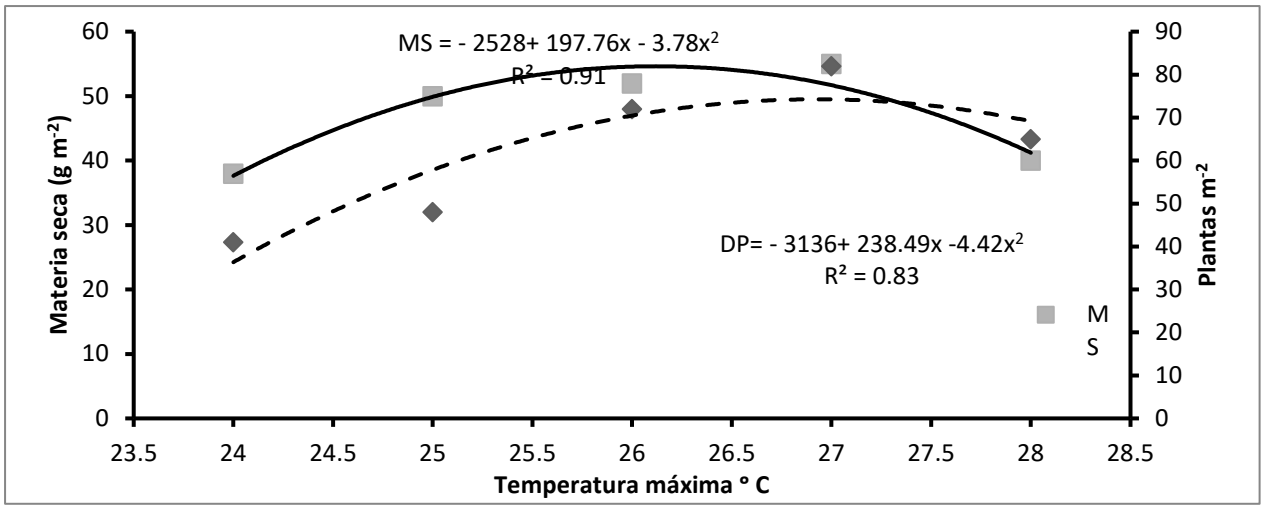


Figura 1. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Simsia amplexicaulis* con temperatura máxima (°C). Montecillo. Estado de México.

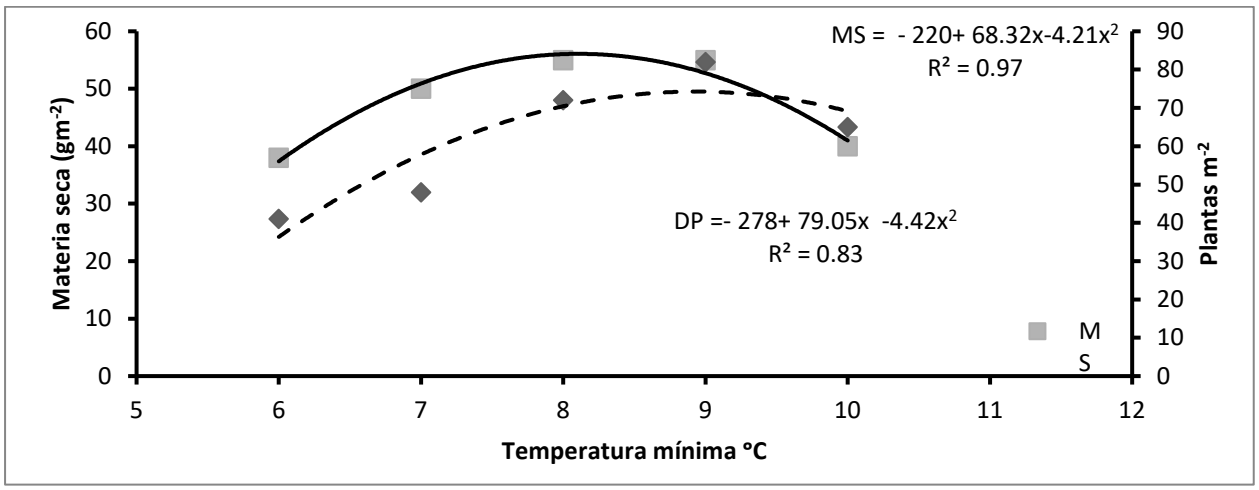


Figura 2. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Simsia amplexicaulis* con temperatura mínima (°C). Montecillo. Estado de México.

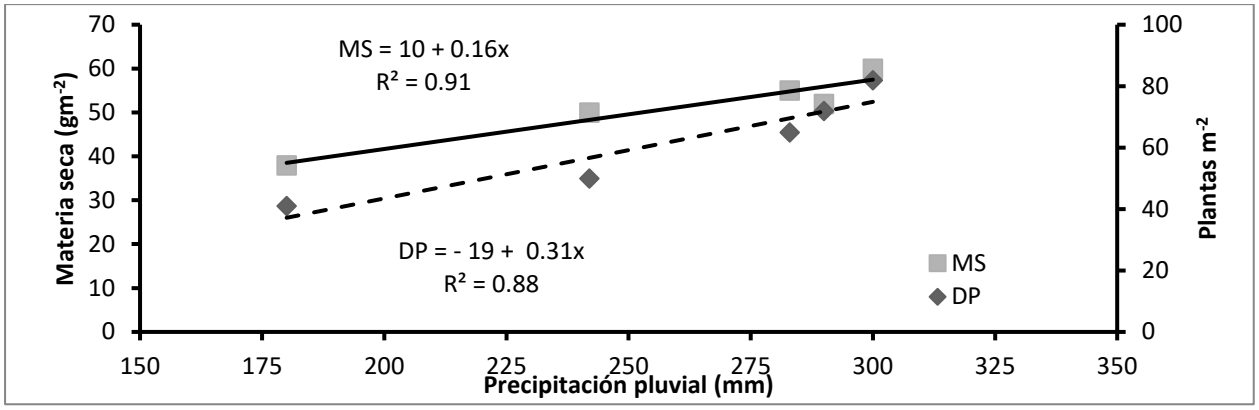


Figura 3. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Simsia amplexicaulis* con precipitación pluvial (mm) .Montecillo. Estado de México.

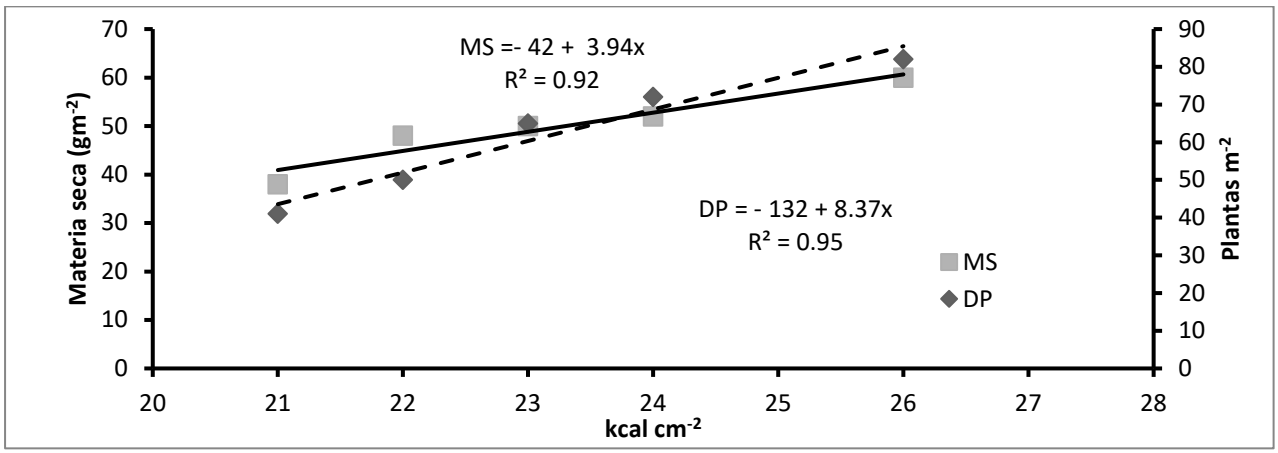


Figura 4. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Simsia amplexicaulis* con radiación solar incidente (Kcal cm^{-2}).Montecillo. Estado de México.

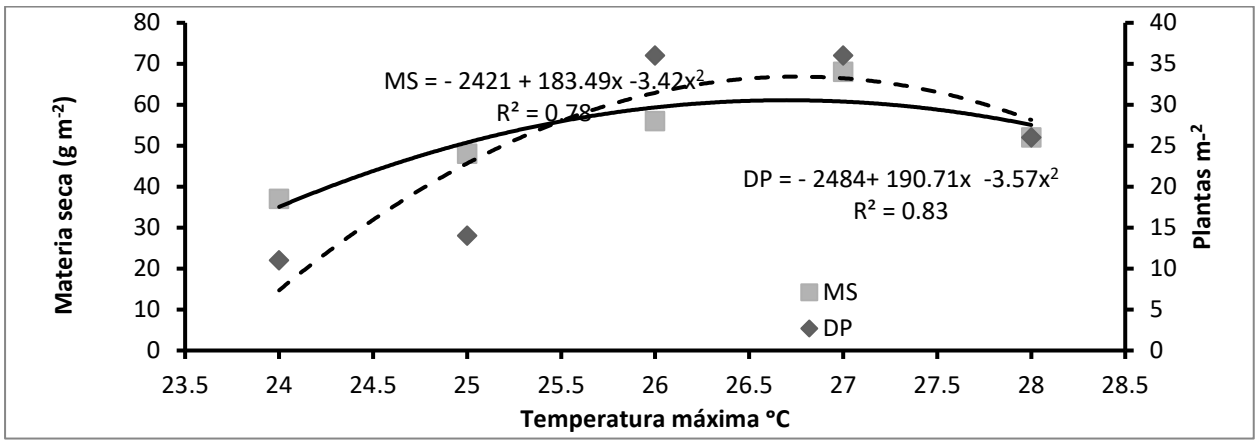


Figura 5. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Amaranthus* con temperatura máxima (^{o}C). Montecillo. Estado de México.

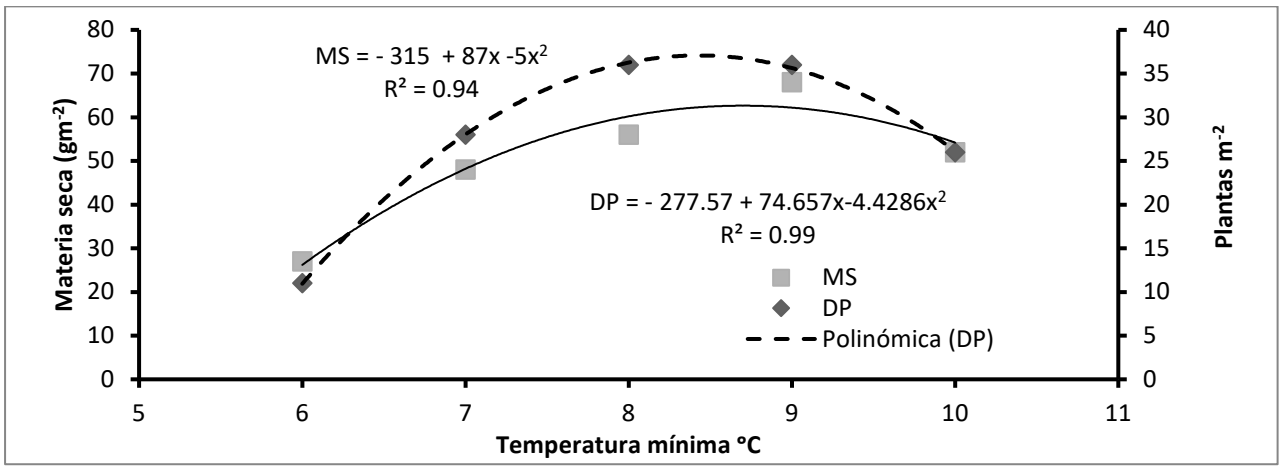


Figura 6. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Amaranthus* con temperatura mínima (°C). Montecillo. Estado de México.

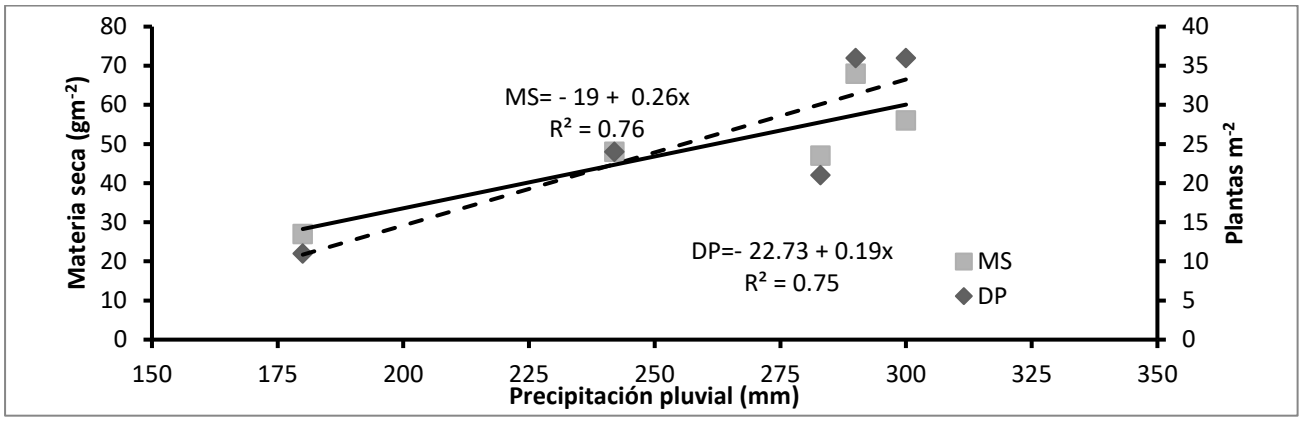


Figura 7. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Amaranthus* con precipitación pluvial (mm) .Montecillo. Estado de México.

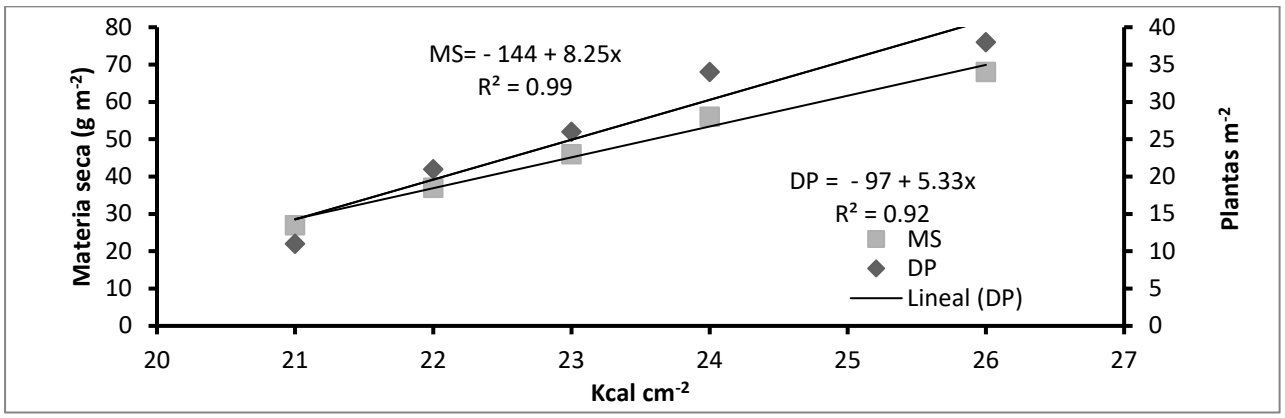


Figura 8. Relación densidad (plantas m^{-2}) y materia seca (g m^{-2}) de *Amaranthus* con radiación solar incidente (Kcal cm^{-2}).Montecillo. Estado de México.

CONCLUSIONES

El género *Simsia, Amaranthus* y el grupo de gramíneas son las de mayor persistencia durante los primeros 45 días en el cultivo de frijol Flor de Durazno cultivado en época de lluvias en clima templado.*Simsia y Amaranthus* presentan una relación que se ajusta aun polinomio de segundo grado con la temperatura máxima y mínima y una relación lineal positiva con la precipitación pluvial y la radiación incidente.

LITERATURA CITADA

BOWEN J. E. y B. A. KRATKY.(1980). Control de malezas en los trópicos. Agricultura de las Américas 29 (6):20.

CAMPOS E.A., L. OSORIA R., y A. ESPINOSA C. (1998). Flor de Durazno-90 variedad de frijol de temporal para los valles altos de la mesa central . Folleto técnico no.13.SAGAR-INIFAP-CIRCE. Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Edo. De Méx.México. 13 p.

ESCALANTE ESTRADA, J. ALBERTO. (1999). Area foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. Revista Terra Vol. 17(2):149-157.

ESCALANTE-ESTRADA JOSÉ ALBERTO SALVADOR, RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ MARÍA TERESA y ESCALANTE ESTRADA YOLANDA ISABEL. (2014). Maleza en el cultivo del frijol em Montecillo, Edo. de México en función del tipo de suelo y la temperatura. Memorias del XXXV Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. Tequisquiapan, Queretáro del 29 al 31 de octubre de 2014.

ESCALANTE ESTRADA JOSÉ ALBERTO SALVADOR; MARÍA TERESA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ y YOLANDA ISABEL ESCALANTE ESTRADA.(2015).Nitrógeno,distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol Bioagro 27(2):75-82.

García E. L. (2004). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen4a. ed. UNAM. México, D.F. 217 p.
KASASIAN L. And J. SEEYAVE. (1969).Critical periods for weed competition.PANS 15:208-212.
MEDRANO S. C.,R. AVILA L. y J.T. VILLASMIL . (1973).Determinación del período crítico de competencia de las malezas en frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp. Revista de la facultad de agronomía (LUZ) 2 (3):7-13.
MONDRAGÓN PEDRERO G., L M. SERRANO C., J. HERNÁNDEZ J y G. MÉNDEZ V. (2001). Efecto de diferentes arreglos topológicos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el rendimiento e incidencia de malezas. Revista Mexicana de la ciencia de la maleza 1 (1):19-23.
SERRANO C.L.M., MONDRAGÓN P.G. y MARTÍNEZ R.M., (2001). Epocas de deshierbe en siete genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su habilidad competitiva contra la maleza. Revista Mexicana de la ciencia de la maleza 1 (1):41-47.

Summary. One of the factors that limits bean yield is the presence of weeds. However, to determine the appropriate management it is necessary to know the weed species that occur in beans and their persistence. The objective of the study was to determine the weed species that occur in beans in several years of study and their relationship with climate elements. The study was conducted under seasonal rainfall, with Flor de Durazno beans on August 8, 2006; May 12, 2007; May 26, 2008; June 19, 2009 and June 16, 2010 in Montecillo, Mex. temperate climate at 33 plants per m2 in furrows 80 cm apart and sandy loam soil, pH 7.3. The weeds were recorded 40 to 45 days after planting the beans, using a 50 X 50 cm quadrant. The number of genera, population density (number of plants per m2), dry matter production (gm^{-2}) per genus/species, relative frequency (RF, %), and importance index (II) were evaluated. During weed growth, maximum (Tmax ^{o}C) and minimum (Tmin ^{o}C) temperatures were recorded, along with the sum of rainfall (PP, mm) and incident solar radiation (RI, kcal cm^{-2}). Simsia and Amaranthus were the most persistent in beans and exhibited a relationship with maximum and minimum temperatures that conformed to a second-degree polynomial, and a positive linear relationship with rainfall and incident radiation.

Keywords: dry matter, importance index, relative frequency, linear relationship, importance value.

DINÁMICA POBLACIONAL DE MALEZAS BAJO LA ACCIÓN DE UN EXTRACTO VEGETAL CON POTENCIAL HERBICIDA EN LOS CICLOS P-V Y O-I 2023.

Luis Gerardo Jaime[1], Daniel Francisco Hernández[1], Francisco Castillo[2], Raúl Rodríguez[3], Miriam Sánchez[1]*
[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
luis.gerardojaimemorales@gmail.com, fdanielhc@hotmail.com, sanvemi16@gmail.com
[2]INIFAP, Campo Experimental Saltillo, Coahuila, México. CP. 25307, reyes.francisco@inifap.gob.mx,
[3]Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza 935, República, CP. 25280 Saltillo, Coahuila, México.
raul.rodriguez@uadec.edu.mx
*Autor para correspondencia: sanvemi16@gmail.com

RESUMEN

A raíz del decreto presidencial del 31 de diciembre de 2020, que busca reducir el uso de glifosato, se han desarrollado alternativas para el control de maleza, destacando los bioherbicidas a base de extractos vegetales, amigables con el medio ambiente. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial bioherbicida de un extracto polifenólico elaborado a partir de gobernadora y hojasén, reforzado con ruezno de nogal y eucalipto, producido mediante microondas y ultrasonido. Las aplicaciones se realizaron en campo sin cultivar durante dos ciclos del año, primavera-verano (P-V) y otoño-invierno (O-I), considerando aplicaciones en preemergencia (PRE) y postemergencia (POST). Se evaluaron el número de maleza de hoja ancha y angosta, el porcentaje de daño fitotóxico según la escala EWRS, y el peso fresco y seco para estimar la biomasa, utilizando cuadrantes de 0.50 × 0.50 m como unidad de muestreo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con seis tratamientos: cuatro dosis del bioherbicida (12, 9, 6 y 3 $L \cdot ha^{-1}$), un testigo absoluto y un testigo químico, aplicados en PRE y POST, con cuatro repeticiones. El ensayo se ejecutó en los terrenos agrícolas de la UAAAN. Los resultados mostraron que en PRE el extracto no tuvo efecto sobre la maleza en ninguna de las variables evaluadas, comparado con los testigos. En POST, los tratamientos con bioherbicida redujeron el crecimiento de la maleza, incrementaron la diversidad de hoja ancha y disminuyeron el número de hoja angosta respecto al testigo absoluto, aunque no se observaron diferencias significativas frente al testigo químico. Estos hallazgos sugieren que el bioherbicida a dosis altas puede afectar parcialmente a la maleza y podrían requerirse ajustes en la formulación para mejorar su eficacia.

Palabras clave: glifosato, manejo biorracional, preemergencia, postemergencia, manejo integrado de malezas.

SUMMARY

Following the presidential decree of December 31, 2020, which aims to reduce the use of glyphosate, alternative strategies for weed control have been developed, highlighting bioherbicides based on plant extracts, which are environmentally friendly. The objective of this study was to evaluate the bioherbicidal potential of a polyphenolic extract prepared from governadora and hojasén, enhanced with walnut husk and eucalyptus, and produced using microwave and ultrasound techniques. Applications were carried out in uncultivated field plots during two annual cycles, spring–summer (P-V) and autumn–winter (O-I), considering preemergence (PRE) and postemergence (POST) applications. The assessments included the number of broadleaf and narrowleaf weeds, the percentage of phytotoxic damage according to the EWRS scale, and fresh and dry weight to estimate biomass, using 0.50 × 0.50 m quadrats as sampling units. The experimental design was a completely randomized block with six treatments: four doses of the bioherbicide (12, 9, 6, and 3 $L \cdot ha^{-1}$), an untreated control, and a chemical control, applied in both PRE and POST, with four replications. The trial was conducted on the agricultural fields of UAAAN. Results showed that in PRE, the extract had no effect on weeds for any of the evaluated variables compared to the controls. In POST, bioherbicide treatments reduced weed growth, increased broadleaf diversity, and decreased narrowleaf abundance compared to the untreated control, although no significant differences were observed versus the chemical control. These findings suggest that high doses of the bioherbicide can partially affect weeds, and adjustments in the formulation may be needed to improve its efficacy.

Keywords: glyphosate, biorational management, pre-emergence, post-emergence, integrated weed management.

DE LA RESILIENCIA A LA INVASIÓN: RESPUESTA VEGETAL POST-INCENDIO EN MATORRAL, Y ÁREAS AGRÍCOLAS

María del Rocío Hernández[1], Luis Alberto Aguirre[1], Juan Antonio Encina[2], Alonso Méndez[3], Miriam Sánchez[1]*
[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Maestría en Ciencias en Parasitología Agrícola. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. rocio.hernandezramirez@outlook.es, luisaguirre49@hotmail.com, sanvemi16@gmail.com
[2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Recursos Naturales. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. jaencinad@gmail.com
[3] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. alonso1977@gmail.com
*Autor para correspondencia: sanvemi16@gmail.com

RESUMEN

Los incendios naturales o antrópicos, son disturbios que alteran la estructura vegetal y pueden abrir nichos para especies exóticas invasoras. En el noreste de México, su efecto sobre la sucesión secundaria y la resiliencia nativa aún es poco documentado. Se evaluó la diversidad, composición y presencia de especies exóticas en áreas incendiadas y no incendiadas, así como en un agroecosistema, para identificar patrones de recuperación y riesgo de invasión. Se muestrearon tres escenarios: (1) matorral a causa de un incendio natural (2022, Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah.), (2) incendio antrópico (2025, UAAAN, Saltillo), y (3) área agrícola (UAAAN). Se usaron parcelas de 50×50 cm (diseño cinco de oros). Se calculó el índice de Shannon (H'), el Índice de Valor de Importancia (IVI) y un análisis de varianza de un factor ($\alpha \leq 0.05$). Los resultados obtenidos fueron: en San Lorenzo, la diversidad fue similar en sitios quemados (H'=1.71) y no quemados (H'=1.55), sin diferencias significativas ($p>0.05$). Predominaron *Bouteloua gracilis, Ageratina calophylla* y *Muhlenbergia emersleyi*. No se detectaron exóticas, aunque *Nicotiana glauca* se registró en el borde del área incendiada. En la UAAAN, la diversidad fue mayor en el sitio quemado (H'=2.1) que en el área agrícola (H'=1.8). Destacó la dominancia de gramíneas exóticas como *Cenchrus ciliaris* (IVI=32.1) y *Cynodon dactylon* (IVI=16.3). En el área agrícola sin incendio, la diversidad fue intermedia (H'=1.7), con alta abundancia de exóticas (*Bassia scoparia, Chenopodium álbum* y *Setaria adhaerens*). El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre sitios ($F=6.54$, $p<0.01$). Los incendios naturales favorecieron la resiliencia nativa sin propiciar invasión temprana, mientras que los incendios antrópicos y el uso agrícola incrementaron el riesgo de dominancia de especies exóticas. Las áreas agrícolas funcionan como reservorios de invasoras, lo que subraya la necesidad de monitoreo y control preventivo en paisajes perturbados.

Palabras clave: sucesión secundaria, diversidad vegetal, especies exóticas invasoras, incendios, resiliencia ecológica.

SUMMARY

Natural or anthropogenic fires are disturbances that alter plant structure and can create niches for invasive exotic species. In northeastern Mexico, their effect on secondary succession and native resilience is still poorly documented. We assessed the diversity, composition, and presence of exotic species in burned and unburned areas, as well as in an agroecosystem, to identify recovery patterns and invasion risk. Three scenarios were sampled: (1) shrubland affected by a natural fire (2022, Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila), (2) an area affected by an anthropogenic fire (2025, UAAAN, Saltillo), and (3) an agricultural area (UAAAN). 50×50 cm plots were used (five-leaf clover design). The Shannon index (H'), the Importance Value Index (IVI), and a one-way analysis of variance ($\alpha \leq 0.05$) were calculated. The results were as follows: in San Lorenzo, diversity was similar in burned (H'=1.71) and unburned (H'=1.55) sites, with no significant differences ($p>0.05$). *Bouteloua gracilis, Ageratina calophylla*, and *Muhlenbergia emersleyi* predominated. No exotic species were detected, although Nicotiana glauca was observed at the edge of the burned area. At UAAAN, diversity was higher in the burned site (H'=2.1) than in the agricultural area (H'=1.8). The dominance of exotic grasses such as *Cenchrus ciliaris* (IVI=32.1) *and Cynodon dactylon* was notable. In the unburned agricultural area, diversity was intermediate (H'=1.7), with high abundance of exotic species (*Bassia scoparia, Chenopodium album* y *Setaria adhaerens*). Analysis of variance showed significant differences between sites ($F=6.54$, $p<0.01$). Natural fires promoted native plant resilience without triggering early invasion, while human-caused fires and agricultural land use increased the risk of dominance by invasive species. Agricultural areas act as reservoirs for invasive plants, underscoring the need for monitoring and preventative control measures in disturbed landscapes.

Keywords: secondary succession, plant diversity, invasive alien species, fire, ecological resilience.

EFECTO DE UN PROTOTIPO AVANZADO COMO BIOHERBICIDA COMPARADO CON OTRAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE MALEZA

Oswaldo Torres[1], Miriam Sánchez[1]*, Jesús Eduardo Ramírez[1], Agustín Hernández[1], Alonso Méndez[2].
[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
black-hendrix1@hotmail.com, sanvemi16@gmail.com, jeedrm-uaaan@hotmail.com, chinoahj14@hotmail.com.
[2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
alonso1977@gmail.com
*Autor para correspondencia: sanvemi16@gmail.com

RESUMEN

La presencia de maleza es uno de los principales factores que afecta el rendimiento con pérdidas del 30-80% e incrementa los costos de producción y disminuye la calidad. Se evaluó la eficacia de un bioherbicida comparado con otras estrategias de control de maleza en maíz. El experimento se realizó en el ciclo P-V en terrenos experimentales de la UAAAN-Saltillo (2025) en el área conocida como “El Bajío”. Los tratamientos fueron: un herbicida comercial (atrazina, 2.0 L·ha^{-1}), un prototipo de bioherbicida (A3 a 15.0 L·ha^{-1}), un tratamiento físico (cobertura plástica) y testigo (siempre enmalezado). El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimenta constó de 3 surcos por 3.0 m de largo. Se identificó la maleza presente antes y después a la aplicación de los tratamientos y se determinó el porcentaje de control mediante un muestreo visual a los 7, 14, y 21 días después de la aplicación (DDA), diámetro de tallo (mm). En los resultados se encontraron 4 familias y 7 especies, con un total de 1286 individuos, representadas por: Poaceae 47%, Asteraceae 10%, Chenopodiaceae 39%, Convolvulaceae 4%; esta fue la más susceptible al prototipo A3, con menor número de individuos, con respecto al testigo. El acolchado expresó mayor grosor de tallo (16.57 mm) a los 60 DDA, mientras que en los otros tratamientos la población de maleza se igualo al testigo y con diámetros de tallo menores (8.05-11.72 mm). En el porcentaje de control, el acolchado tuvo 95% de afectación a la maleza y el prototipo A3 un 89%. El acolchado fue el más eficiente, además de mejorar el rendimiento del cultivo con plantas más vigorosas, con mejor rendimiento y mayor resistencia a factores climáticos.
Palabras clave: maíz, MIM, alternativas de manejo a la maleza, control biorracional, bioherbicida.

SUMMARY

The presence of weeds is one of the main factors affecting crop yield, causing losses of 30-80% and increasing production costs while decreasing crop quality. The efficacy of a bioherbicide was evaluated in comparison with other weed control strategies in maize. The experiment was conducted during the spring-summer growing season on experimental plots at UAAAN-Saltillo (2025) in the area known as "El Bajío". The treatments included: a commercial herbicide (atrazine, 2.0 L·ha-1), a prototype bioherbicide (A3, 15.0 L·ha-1), a physical

control method (plastic mulch), and an unweeded control. The experiment was arranged in a randomized complete block design with four replications; each experimental plot consisted of 3 rows of plants, 3.0 m long. The weed species present before and after treatment application were identified, and the percentage of weed control was determined by visual assessment at 7, 14, and 21 days after application (DAA), along with stem diameter (mm). The results showed 4 families and 7 species, with a total of 1286 individuals, represented by: Poaceae (47%), Asteraceae (10%), Chenopodiaceae (39%), and Convolvulaceae (4%); this last family was the most susceptible to the A3 bioherbicide, showing the lowest number of individuals compared to the control. Mulching resulted in the greatest stem diameter (16.57 mm) at 60 DAA, while in the other treatments, the weed population was similar to the control, with smaller stem diameters (8.05-11.72 mm). In terms of weed control percentage, mulching achieved 95% control, while the A3 bioherbicide achieved 89%. Mulching was the most efficient method, also improving crop yield with more vigorous plants, higher yield, and greater resistance to adverse weather conditions.
Keywords: maize, MIM, weed management alternatives, biorational control, bioherbicide.

EFECTO FITOTÓXICO DE HERBICIDAS PREEMERGENTES SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE *Solanum lycopersicum* L. ESTABLECIDO A CAMPO ABIERTO

Luis Eduardo Calderón[1], Mary Cruz Carreón[1], Alonso Méndez[2], Edgar Omar Rueda[3], Miriam Sánchez[1]*

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. eduard.calderon.500@gmail.com, caarmaz51@gmail.com, sanvemi16@gmail.com

[2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica. Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. alonso1977@gmail.com

[3] Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería, Boulevard Luis Encinas y Rosales, colonia Centro, CP 83000. edgar.rueda@unison.mx

*Autor para correspondencia: sanvemi16@gmail.com

RESUMEN

La falta de conocimiento en el manejo de herbicidas genera problemas como la contaminación ambiental, desarrollo de resistencia, la reducción de la eficacia de los productos, y riesgos para la salud humana y vida silvestre. Esto se debe a la aplicación inadecuada, la falta de equipo de protección, el desconocimiento de los síntomas de intoxicación y el uso excesivo. En este trabajo se determinó el efecto fitotóxico causado por herbicidas preemergentes en el cultivo de tomate y evaluar el control de la maleza a campo abierto. Los tratamientos que se establecieron fueron: Archer® trifluralina, Dual® metolaclor, siempre enmalezado y siempre limpio con acolchado plástico, los cuales se establecieron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, después de la aplicación a las 48 h se trasplantó tomate y se tomaron datos cada tres días de las variables: porcentaje de daño en cultivo y maleza, porcentaje de cobertura, el número de plantas de maleza y de flores en el cultivo. Dentro de los resultados, el análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre tratamientos con una confiabilidad del 95% ($\alpha \leq 0.05$). Se expresó alto efecto de fitotoxicidad en el tomate con la trifluralina, como presencia de agallas o callos en las raíces y tallos, lo que provocó que las plantas se quebraran. En el caso del metolaclor, se redujo el tamaño de las raíces y las plantas del cultivo y presentaron más rápido la floración, además, hubo más control en maleza de hoja ancha, ya que encontró mayor número de maleza de hoja angosta. El daño fitotóxico que se expresó en la maleza por los herbicidas, fue disminuyendo secuencialmente e incrementando el porcentaje de cobertura y el número de plantas, sin embargo, la trifluralina protegió por más tiempo el cultivo de la maleza que el metolaclor, pero ocasionó más daño.

Palabras clave: preemergencia, trifluralina, metolaclor, inhibidores de plántulas, tomate.

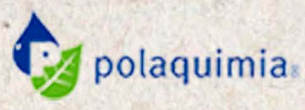
SUMMARY

Lack of knowledge regarding herbicide handling leads to problems such as environmental pollution, the development of resistance, reduced product efficacy,

and risks to human health and wildlife. This is due to improper application, lack of protective equipment, ignorance of poisoning symptoms, and overuse. This study determined the phytotoxic effect of pre-emergence herbicides on tomato plants and evaluated weed control in an open field. The treatments included: Archer® (trifluralin), Dual® (metolachlor), a weedy control plot, and a plot with plastic mulch. These treatments were arranged in a randomized complete block design with four replications. Tomatoes were transplanted 48 hours after herbicide application, and data were collected every three days on the following variables: percentage of damage to the crop and weeds, percentage cover, and the number of weed and tomato plants and flowers. The analysis of variance showed significant differences between treatments at a 95% confidence level ($\alpha \leq 0.05$). Trifluralin caused high phytotoxicity in tomatoes, resulting in galls or calluses on the roots and stems, which caused the plants to break. Metolachlor reduced root and plant size in tomatoes, but promoted earlier flowering. It also provided better control of broadleaf weeds, while allowing more narrow-leaf weeds to emerge. The phytotoxic damage to weeds caused by the herbicides decreased over time, with an increase in weed cover and plant number. However, trifluralin provided longer-lasting weed control than metolachlor, but caused more damage to the tomato crop.
Keywords: pre-emergence, trifluralin, metolachlor, seedling inhibitors, tomato

SOMECIMA

GRACIAS A NUESTROS PATROCINADORES



www.somecima.com