



XLII

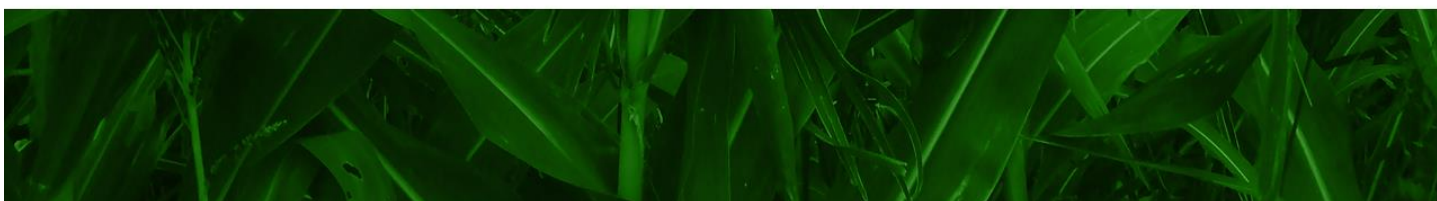
CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DE LA MALEZA

Memoria del XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

23-25 de noviembre de 2021



En línea



SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DE LA MALEZA

MESA DIRECTIVA 2020-2022

Hugo Enrique Cruz Hipólito

Presidente

Oscar Liedo Granillo

Vicepresidente

José Alfredo Domínguez Valenzuela

Secretario

Enrique Rosales Robles

Tesorero

Luis Miguel Tamayo Esquer

Vicepresidente Pacífico

Sergio Hernández Rodríguez

Vicepresidente Norte

Juan Carlos Delgado Castillo

Vicepresidente Occidente

Juan Lorenzo Medina Pitalúa

Vicepresidente Sur

Valentín Alberto Esqueda Esquivel

Consejo Técnico

Felipe Montes de Oca

Vocal de Gestión y Relaciones Públicas

Irma López Muraira

Vocal de Capacitación, Difusión y Vínculo Institucional

Tomás Medina Cázares

Publicaciones

Comité Editorial:

Juan Carlos Delgado Castillo

Enrique Rosales Robles

Juan Carlos Delgado Tinoco

ÍNDICE

No.	Título	Página
1	Uso de herramientas digitales en la evaluación de herbicidas inhibidores de ALS y ACCasa sobre <i>Avena fatua</i> en trigo	5
2	Herbicidas orgánicos: alternativa sostenible al glifosato para el control de malezas en pre siembra en el norte de Tamaulipas	17
3	Malezas hospederas de piojo harinoso en el Valle de Mexicali	29
4	Una alta resistencia del zacate pitillo (<i>Ixophorus unisetus</i> (J. Presl.) Schltl.) a herbicidas inhibidores de la ALS, es debido a una mutación poco común en gramíneas	34
5	Control de maleza con acolchado plástico y aplicación de herbicidas en limón mexicano	36
6	Aplicación en presiembra de herbicidas químicos y orgánicos para el control de malezas en el cultivo de maíz en El Bajío	44
7	Efecto de herbicidas alternativos al glifosato en el control de zacate bermuda en nogal pecanero	50
8	Avances en el control biológico de malezas de interés agrícola en el norte de Sinaloa	55
9	Evaluación de herbicidas para el control de maleza en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) en el estado de Yucatán, México	65
10	Validación del control químico de maleza en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) en Yucatán, México	75
11	Control químico y orgánico de malezas en aguacate, en Michoacán	84
12	Aplicación de residuos de girasol para el manejo de maleza en betabel	89
13	Evaluación de leguminosas de cobertura para controlar maleza en plantaciones de cítricos en México	96
14	Aislamiento y selección de hongos fitopatógenos nativos con potencial bioherbicida para el control de <i>Convolvulus arvensis</i> en México	104
15	Control de maleza en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) considerando el período crítico de competencia maleza-cultivo	116
16	Efectos de herbicidas agroecológicos para el control de maleza en limón mexicano (<i>Citrus aurantifolia</i>) en Tecmán, Colima	122
17	Evaluación de herbicidas orgánicos para el control de correhuela <i>Convolvulus arvensis</i> L. en el sur de Sonora, México	130
18	Validación de herbicidas sintéticos para el control de correhuela perenne <i>Convolvulus arvensis</i> L. en el sur de Sonora, México	136
19	Evaluación de herbicidas y prácticas culturales para el control de maleza en cítricos en el sur de Sonora, México	142
20	Validación de herbicidas y prácticas culturales para el control de maleza en drenes en el sur de Sonora, México	149
21	Eficacia de prácticas culturales para el control de correhuela <i>Convolvulus arvensis</i> L. durante el periodo de verano en el sur de Sonora, México	155
22	Crecimiento de genotipos de maíz híbrido (<i>Zea mays</i> L.) en competencia con maleza	160

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

23	Efectividad de herbicidas sintéticos y naturales sobre correhuela (<i>Convolvulus arvensis</i>)	169
24	Alternativas de presiembra para el control de maleza en sorgo en Guanajuato	176
25	Control de maleza en preemergencia en girasol en Guanajuato	181
26	Contrastes en variables de fertilidad de suelos con labranza cero y suelo con aplicación de glifosato	185
27	Curvas de dosis-respuesta a tembotrione en F1 de poblaciones de <i>Setaria adhaerens</i>	192
28	Manejo postemergente de maleza y preemergente al cultivo de maíz	199
29	Biodiversidad y eficiencia en el control de arvenses en el cultivo de agave por herbicidas y coberteras	201
30	Respuesta fisiológica de plantas de agave ante el uso de herbicidas y coberteras para el control de arvenses	208
31	Malezas asociadas al cultivo de limón en Guanajuato, México	214
32	Alternativas al glifosato para el control de malezas en naranja en el estado de Veracruz	221
33	Alternativas al glifosato para el control de malezas en limón persa en el estado de Veracruz	228
34	Evaluación de herbicidas postemergentes en cultivo de higo <i>Ficus carica</i> , en el sur de Sonora	236
35	Malezas en las asteráceas del estado de Michoacán, México	241
36	Evaluación del control mecánico para correhuela perenne en el Valle de Mexicali	243
37	Distribución de especies introducidas en Alfajayucan, Hidalgo	248
38	Diversidad de arvenses en huertos de nogal (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) K. Koch) en Saltillo y Parras de la Fuente, Coahuila, México	250
39	Germinación de semillas de maleza asociada al cultivo de algodón, producido en la región de La Laguna, Coahuila	252
40	Evaluación del control de maleza mediante la aplicación de glifosato de patente y genérico en el cultivo de algodón transgénico	254
41	Kabuki® (piraflofen etil) para el control de malezas en cítricos	256
42	Kabuki® (piraflofen etil): nueva herramienta para la defoliación de algodón en México	258
43	Efectividad de herbicidas alternativos a glifosato en el control de maleza en el norte de Tamaulipas	259
44	Diversidad de malezas en nogal pecanero en la Región Lagunera	267
45	Fitotoxicidad <i>in vitro</i> del extracto acuoso de <i>Parthenium hysterophorus</i> en la germinación y crecimiento inicial de <i>Convolvulus arvensis</i>	275
46	Efectividad del herbicida orgánico SecBios® sobre malezas anuales en las montañas, Veracruz, México	283

USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA EVALUACIÓN DE HERBICIDAS INHIBIDORES DE ALS Y ACCasa SOBRE *Avena fatua* EN TRIGO

Andrés González Ruiz¹, Guadalupe Alfonso López Urquidez^{1*}, Carlos Enrique Ail Catzim², Carlos Alfonso López Orona¹, Raymundo Medina López¹ y Mitzi Dayanira Estrada Acosta¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía. Carretera Culiacán-Eldorado Km 17.5, Apartado postal 25, Tel: 667846-10-84, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

Email: ag_ruiz2009@hotmail.com, *alfonsolopezurquidez@uas.edu.mx, clopezorona@uas.edu.mx, mitziestrada@uas.edu.mx, raymedinalop@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Carretera. Delta Oaxaca s/n C.P. 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California. Email: carlos.ail@uabc.edu.mx

Resumen. Se realizó una investigación en tres zonas de producción de trigo (Norte, Centro y Sur) con el objetivo de evaluar el uso de diferentes equipos: cámara termográfica, Greenseeker, SPAD, cámara de 12.1 MP en la medición del efecto de herbicidas inhibidores de la ALS y ACCasa sobre avena silvestre, teniendo como variables la altura de planta, densidad de plantas y porcentaje de control visual en diferentes tiempos. Se tuvieron cinco tratamientos de herbicida a dosis comercial y un testigo absoluto, bajo un diseño de bloques completos al azar. La aplicación de los herbicidas se realizó desempeñando buenas prácticas en el manejo operacional de la aplicación y monitoreando las condiciones meteorológicas. Los datos se obtuvieron a los 14, 28, 42 y 56 días después de la aplicación. Con la información de la última medición, se realizó una correlación múltiple de Pearson entre variables para analizar las asociaciones entre los valores registrados por los instrumentos de medición y el comportamiento de las malezas ante la acción de los herbicidas. En la Zona Norte y Centro se obtuvieron resultados estadísticamente significativos en las variables índice SPAD, NDVI, altura, densidad de plantas, porcentaje de control visual con los herbicidas Fenoxaprop-p-etil y Pinoxaden. En la Zona Sur, los valores obtenidos con el GreenSeeker tuvieron relación negativa con el porcentaje de control de maleza, mientras que, con la altura de plantas, la correlación fue positiva. En esta investigación SPAD y GreenSeeker reflejaron los efectos producidos por dichos herbicidas y pueden ser una nueva alternativa para la evaluación de gramínicidas en trigo.
Palabras claves: SPAD, GreenSeeker, agricultura de precisión, control de maleza.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las evaluaciones de efectividad biológica de herbicidas en campo, es muy utilizada la escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS). Esto se debe a su facilidad de interpretación, bajo costo, su versatilidad en malezas y cultivos. Dicha escala maneja tanto valores cualitativos como cuantitativos porcentuales que se pueden someter a análisis no paramétricos y paramétricos (CIBA-GEIGY AG, 1992). Aunado a la escala visual cualitativa, existen otras alternativas que pueden ser útiles para medir los efectos causados por herbicidas, las cuales se pueden utilizar como variables cuantitativas, tales son: altura de planta, producción de materia seca, densidad de plantas y el rendimiento en caso de tener cultivo infestado con maleza (BURRIL *et al.*, 1977). Además, hay reportes de otras tecnologías como uso de imágenes termográficas, sensor GreenSeeker, sensor SPAD e imágenes tomadas con cámaras digitales que pueden representar otras alternativas en la medición de la efectividad biológica de herbicidas en campo, pues tienen una amplia gama de aplicaciones en la actualidad. El sensor GreenSeeker se utiliza para diferenciar plantas sanas de aquellas que presentan algún desorden fisiológico causado por estrés en campo con un índice numérico (NDVI). Esto se debe a que las plantas sanas y vigorosas absorben más luz roja y reflejan más luz infrarroja que aquellas con problemas de este tipo (GUTIÉRREZ-SOTO *et al.*, 2011).

También se han utilizado imágenes térmicas infrarrojas para el diagnóstico de estrés hídrico, evaluación de la calidad de semillas, detección de enfermedades y patógenos en plantas. Dicha tecnología podría emplearse para evaluar los daños causados por herbicidas postemergentes, pues se fundamenta en medir daños físicos, trastornos fisiológicos, así como el proceso de crecimiento de semillas, plántulas y plantas en el interior de los viveros e invernaderos (ISHIMWE *et al.*, 2014; SANKARAN *et al.*, 2010; VARGAS, 2015). En el mismo sentido, los medidores del índice relativo de clorofila (SPAD), que son muy utilizados para el diagnóstico de la nutrición nitrogenada en muchos cultivos (GONZÁLEZ-TORRES *et al.*, 2009; LASA *et al.*, 2005; DA CUNHA *et al.*, 2015; SORBET, 2013), también se han empleado para determinar el estrés hídrico a partir de la pigmentación fotosintética en diferentes cultivares de caña de azúcar (DE ALMEIDA *et al.*, 2014). Por esa razón podrían ser de ayuda para la medición de estrés causado por herbicidas, pues, al medir de forma indirecta el contenido relativo de clorofila en las plantas, este puede detectar a su vez la ausencia de este pigmento por los efectos que causan los herbicidas inhibidores de la ALS y ACCasa (COBB y READE, 2010).

Finalmente, el uso de cámaras digitales podría representar una alternativa adicional a las mencionadas anteriormente. Esta tecnología determina índices de vegetación GA y GGA a partir de fotos con cámaras convencionales, utilizando un software Breedpix® 0.1, de esta manera se estimaría el control de maleza a partir del incremento o disminución de la vegetación (VELASCO-LÓPEZ *et al.*, 2019). Por tal motivo, en esta investigación se planteó el objetivo de evaluar la eficiencia de las herramientas digitales en la medición de los efectos producidos por los herbicidas postemergentes inhibidores de la ALS y ACCasa sobre *A. fatua* en trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos durante el ciclo otoño-invierno 2020-2021 en zonas de producción de trigo en el Valle de Mexicali, Baja California (Norte, Centro y Sur). Los experimentos se establecieron con productores cooperantes de la empresa Agrovizi3n. Los predios fueron identificados de la siguiente manera: Zona Norte, Ejido Rep3blica Mexicana (Latitud: 32°38' 38.19" N, Longitud: 114°48' 50.4" O), Zona Centro, Ejido Nayarit (Latitud: 32°18'50.02" N, Longitud: 115° 16' 44" O), Zona Sur, Ejido Sombrerete (Latitud: 32° 9' 28.15" N, Longitud: 115° 3' 48.19" O). Los predios donde se realiz3 el estudio, fueron seleccionados con base en que tuvieran antecedentes hist3ricos con fallas en el control de la maleza *A. fatua*. En los tres predios se aplic3 la labranza convencional realizando las siguientes labores: barbecho, rastreo y floteo sencillo. El cultivo de trigo se desarroll3 de acuerdo con las pr3cticas culturales de los agricultores a excepci3n del manejo de herbicidas en la parcela experimental. Los tres experimentos se realizaron bajo un dise1o de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Los tratamientos evaluados fueron herbicidas inhibidores de la Acetolactato Sintasa (ALS) y de la Acetil Carboxil Coenzima A (ACCase) a dosis comerciales recomendadas para el control de malezas de hoja angosta y en algunos casos de hoja ancha (Tabla 1). La parcela experimental consisti3 de 996.72 m² y la unidad experimental fue de 41.53 m² por tratamiento. El 3rea 3til de muestreo fue de 18.96 m². En la aplicaci3n de los herbicidas se utiliz3 una aspersora motorizada 25 L Forza 25 K2P2L de dos tiempos equipada con aguil3n de 1.2 m de distancia con boquillas de abanico plano TeeJet 80.02 (Abertura uniforme de 80° y un gasto de 0.2 galones min⁻¹.), la cual se calibr3 para cada experimento a un gasto de 295.5 L ha⁻¹ para todos los tratamientos en los tres predios. As3 mismo, se acondicion3 el caldo de aplicaci3n para cada uno de los herbicidas de acuerdo con el pH 3ptimo reportado por LEWIS *et al.* (2014) (Tabla 1) y una C.E. promedio de 1.31 dS m⁻¹, para esto se utiliz3 un medidor modelo HO9812g. Esto permiti3 reunir las condiciones de calidad sugeridas en las fichas t3cnicas de los respectivos herbicidas.

Tabla 1. Herbicidas inhibidores de la ALS y ACCase sobre *A. fatua*.

Tratamiento (I.A)	Nombre comercial y formulaci3n	Dosis ha ⁻¹	pH	Familia qu3mica	Mecanismo de acci3n
Mesosulfuron-metil, lodosulfuron-metil-sodio, Mefenpir-dietil	Sigma forte (OD 1.2 %)	1.5 L	8.28	Sulfunilureas	ALS
Flucarbazone sodio	Everest® 70 WDG (70% p/p GD)	30 g	6.1	Sulfonilaminocarboniltriazolinonas	ALS
Pyroxsulán	Across (OD 2.9 %)	0.5 L	7.03	Trizolopirimidina,	ALS
Fenoxaprop-p-etil	Puma Super (Emulsi3n aceite en agua 6.5 %)	1 L	8.26	Ariloxifenoxipropanoatos	ACCase
Pinoxaden	Axial (5%p/v CE.)	1.2 L	7.55	Fenilpirazolinás	ACCase
Testigo absoluto	*S/T	*S/T	*S/T	*S/T	*S/T

*S/T: Sin tratamiento, I.A: Ingrediente Activo.

Para estos factores se utilizó un buferizante que mejora y estabiliza las condiciones del caldo de aplicación de acuerdo con la especificación de la ficha técnica comercial. En la gran mayoría de los herbicidas no fue necesario adicionar adherente (coadyuvante), ya que en su presentación contenían dicho producto. Sin embargo, se adicionó 3 ml L⁻¹ de agua del adherente que contiene en su formulación Alcohol Graso Etoxilado y Poldimetilsiloxano para el herbicida Pinoxaden.

Para la evaluación de la efectividad biológica de los herbicidas se utilizaron las siguientes variables tomadas con equipos digitales: imágenes térmicas analizadas con el software SmartView 4.3 en grados Celsius tomadas con cámara termográfica Fluke Ti480 PRO Infrared Cámara, Índices de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) tomados con GreenSeeker Handheld®, contenido relativo de clorofila medidos con clorofilómetro portátil SPAD Minolta 502 Plus e imágenes digitales tomadas con una cámara SONY simple de 12.1 megapíxeles para determinar los índices de vegetación GA y GGA a partir del software Breedpix® 0.1. Para estos cuatro equipos se realizaron mediciones en cuatro puntos de muestreo por unidad experimental utilizando un marco con un área de 0.092903 m².

Así mismo, se midió la altura de plantas, densidad de malezas y porcentaje de control de los herbicidas para evaluar la eficiencia de dichos equipos en la medición de la efectividad biológica de los herbicidas. En cada punto de muestreo, se seleccionaron aleatoriamente cinco ejemplares para medir la altura de planta. Para ello se utilizó una regla graduada en centímetros; la densidad de malezas se obtuvo contabilizando las plantas de avena por m² (BURRIL *et al.*, 1977); el porcentaje de control visual se realizó utilizando la escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) (CIBA-GEIGY AG, 1992).

Las evaluaciones de los tratamientos en los tres experimentos, se realizaron a los 14, 28, 42 y 56 días después de la aplicación de herbicida (DDA). Con los datos obtenidos en la última etapa de evaluación se realizó un análisis de correlación múltiple de Pearson utilizando el paquete estadístico SAS® 9.0 (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación de los equipos digitales en la medición del control sobre *A. fatua*

Experimento Zona Norte

Al analizar la relación de las variables de respuesta con los valores obtenidos con los instrumentos GreenSeeker (NDVI), SPAD se encontró una relación estadísticamente significativa. En el caso de la variable porcentaje de control visual de *A. fatua* de todos los tratamientos, la relación fue negativa, es decir, conforme aumentó la eficiencia del control, los valores obtenidos por los instrumentos, variables como la altura de plantas y número de malezas disminuyeron; por el caso contrario los valores obtenidos con el GreenSeeker presentaron una relación positiva con las variables altura de plantas y número de malezas en el caso de los tratamientos que perdieron efectividad (Tabla 2).

Tabla 2. Coeficientes de correlación del porcentaje de control visual de maleza, equipos digitales y variables cuantitativas.

	% Control	NDVI	SPAD	T °C	GA	GGA	Altura	Plantas m ⁻²
% Control		-0.67194	-0.83990	-0.31175	-0.03680	-0.95190	-0.84769	-0.84769
		<.0001	<.0001	0.0020	0.7219	0.3606	<.0001	<.0001
NDVI	-0.67194		0.58025	0.07443	0.10071	0.15123	0.64676	0.52295
	<.0001		<.0001	0.4711	0.3289	0.1413	<.0001	<.0001
SPAD	-0.83990	0.58025		0.16909	0.01443	0.07537	0.84016	0.66763
	<.0001	<.0001		0.0996	0.8890	0.4655	<.0001	<.0001
Temperatura	-0.31175	0.07443	0.16909		0.10284	0.01082	0.33031	0.37063
	0.0020	0.4711	0.0996		0.3187	0.9167	0.0010	0.0002
GA	-0.03680	0.10071	0.01443	0.10284		0.70435	0.07953	0.05229
	0.7219	0.3289	0.8890	0.3187		<.0001	0.4412	0.6129
GGA	-	0.15123	0.07537	0.01082	0.70435		0.14058	0.09452
	0.094433	0.1413	0.4655	0.9167	<.0001		0.1719	0.3597
Altura	-0.95190	0.64676	0.84016	0.33031	0.07953	0.14058		0.79545
	<.0001	<.0001	<.0001	0.0010	0.4412	0.1719		<.0001
Plantas m ⁻²	-0.84769	0.52295	0.66763	0.37063	0.05229	0.09452	0.79545	
	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.6129	0.3597	<.0001	

Por su parte, DA CUNHA *et al.* (2015), utilizaron el medidor SPAD para demostrar la medición del contenido relativo de clorofila en respuesta a diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo de *lisianthus*, a medida que aumentó la dosis de dicho fertilizante, los índices del contenido de clorofila se incrementaron hasta llegar a su punto máximo en comparación al estado fisiológico de la planta. Por el contrario, si la dosis de nitrógeno sigue aumentando, no será aprovechado por la planta y, de acuerdo con el autor, las hojas tienden a perder clorofila por lo que los valores de SPAD disminuyeron. En este mismo sentido, los herbicidas utilizados en la presente investigación inhiben procesos fisiológicos que involucran la degradación de este pigmento (COBB y READE, 2010), por tal motivo el equipo SPAD detectó y diferenció aquellos tratamientos en los que afectaron significativamente a esta maleza.

En el mismo contexto, GUTIÉRREZ-SOTO *et al.* (2011) mencionaron que el equipo GreenSeeker se ha utilizado para diferentes propósitos en el ámbito de la agricultura de precisión. Dichos autores encontraron que al comparar plantas en óptimas condiciones de nutrición y bajo estrés, el GreenSeeker permite establecer un índice numérico del estado fisiológico de las plantas en campo, es decir, plantas sanas y vigorosas absorben más luz infrarroja que aquellas con problemas fisiológicos. Esta información concuerda con los resultados que se obtuvieron al medir el estrés causado por los herbicidas sobre *A. fatua* con dicho equipo.

Las variables GA y GGA no presentaron diferencia significativa y la asociación es muy baja para el caso de GA y alta para GGA en comparación con el porcentaje de control visual. En ambos casos la asociación fue negativa y muy baja con el resto de las variables. Esta falta de asociación puede estar influenciada por la diferenciación de especies entre plantas, fertilización y regímenes de riego (VELASCO-LÓPEZ *et al.*, 2020).

Para el caso de la cámara termográfica, se presentó la misma situación, la asociación con el resto de la variable fue muy baja y probablemente haya sido afectado por el mismo factor que los índices fotográficos. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación difirieron con los obtenidos en otras investigaciones, en los cuales se ha demostrado que el uso de la termografía infrarroja puede detectar cambios en la temperatura de las hojas en las plantas que han sufrido trastornos fisiológicos en comparación aquellas que se encuentran sanas, pues a menudo se ha demostrado que modifican la transpiración de las plantas a causa de enfermedades ocasionadas por un virus o bacterias (ISHIMWE *et al.*, 2014). Por su parte SANKARAN *et al.* (2010), mencionan que el uso de la termografía infrarroja es una técnica importante no destructiva para el seguimiento del estado fisiológico de las plantas y su principal uso se ha enfocado en la relación entre el microclima de las hojas y las enfermedades de origen fúngico en el cultivo de trigo.

Por el contrario, los equipos GreenSeeker y SPAD detectaron el incremento en la vegetación que existió en los tratamientos donde el control fue deficiente, mostrándose una alta asociación positiva estadísticamente significativa con las variables de altura y densidad de plantas. Aunque los tratamientos que hayan presentado valores muy altos en porcentaje de control visual sobre *A. fatua*, no significa que la mayor parte de su comportamiento sea definido de forma similar con los equipos digitales, es decir, puede tener algunas variaciones en los valores de porcentaje de control visual y valores de SPAD.

En esta investigación se presentaron casos muy particulares sobre el porcentaje de control visual de malezas en comparación con los valores de SPAD, por lo que se observaron valores muy altos de SPAD aun cuando el porcentaje de control fue relativamente elevado. Esta situación probablemente se deba al grado de susceptibilidad de la maleza, presión de selección, tolerancia o resistencia atribuida a las aplicaciones repetitivas de herbicidas año tras año con el mismo modo y mecanismo de acción (ESPINOZA *et al.*, 2009). Así mismo, en estas situaciones, la densidad de cultivo representó un factor clave en la autorregulación de poblaciones, ya que la competencia interespecífica por espacio, agua, luz, nutrientes sobre *A. fatua* bajo los efectos de los herbicidas contribuyó a mantener a dicha maleza fuera del periodo crítico de competencia (MÁRQUEZ *et al.*, 1996) (**Tabla 2**).

Experimento Zona Centro

Los resultados más sobresalientes de este predio son muy similares a los obtenidos en el predio Zona Norte, existiendo la misma relación negativa entre las variables GreenSeeker (NDVI) y medidor SPAD, así como variables cuantitativas altura y densidad de plantas (Tabla 3). La disminución en altura y densidad de plantas probablemente fue detectada por los equipos de medición, siendo una forma cuantitativa de medir los efectos producidos por dichos herbicidas. En otros estudios se ha comprobado que tanto el SPAD como el GreenSeeker son una forma de medir el estado fisiológico nutricional en plantas. En este sentido, ambos equipos detectan el estrés causado por factores abióticos y bióticos, que influyen directamente en la pigmentación (CUNHA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2014; GUTIÉRREZ-SOTO *et al.*, 2011), por tal motivo los cambios producidos por herbicidas en la pigmentación de *A. fatua* en esta investigación representaron una prueba de ello.

Tabla 3. Coeficientes de correlación del porcentaje de control visual de maleza, equipos digitales y variables cuantitativas.

	% Control	NDVI	SPAD	T °C	GA	GGA	Altura	Densidad m ⁻²
% Control		-0.63898	-0.65114	0.30219	0.32471	-0.38554	-0.70956	-0.42682
		<.0001	<.0001	0.0028	0.0012	0.0001	<.0001	<.0001
NDVI	-0.63898		0.51773	-0.14468	0.16812	0.17320	0.52775	0.20418
	<.0001		<.0001	0.1596	0.1016	0.0915	<.0001	0.0460
SPAD	-0.65114	0.51773		-0.16005	0.20990	0.24281	0.51612	0.32838
	<.0001	<.0001		0.1193	0.0401	0.0171	<.0001	0.0011
Temperatura	0.30219	-0.14468	-0.16005		-0.24116	-0.28623	-0.30368	-0.58671
	0.0028	0.1596	0.1193		0.0179	0.0047	0.0026	<.0001
GA	-0.32471	0.16812	0.20990	-0.24116		0.92980	0.14927	0.22280
	0.0012	0.1016	0.0401	0.0179		<.0001	0.1466	0.0291
GGA	-0.38554	0.17320	0.24281	-0.28623	0.92980		0.22586	0.19063
	0.0001	0.0915	0.0171	0.0047	<.0001		0.0269	0.0628
Altura	-0.70956	0.52775	0.51612	-0.30368	0.14927	0.22586		0.44367
	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026	0.1466	0.0269		<.0001
Densidad m ⁻²	-0.42682	0.20418	0.32838	-0.58671	0.22280	0.19063	0.44367	
	<.0001	0.0460	0.0011	<.0001	0.0291	0.0628	<.0001	

Los índices fotográficos (GA, GGA) presentaron muy baja asociación tanto positiva como negativa en comparación con todas las variables, sin embargo, la sensibilidad de la medición de ambos equipos está relacionada a diferentes condiciones de evaluación, es decir, el crecimiento, la densidad del cultivo de trigo, así como la fertilización y la diferenciación de especies vegetales, representaron factores importantes para su medición (VELASCO-LÓPEZ *et al.*, 2020). Por ello, esta tecnología podría utilizarse para la medición de herbicidas totales como glifosato o paraquat entre otros, ya que al medir la coloración verde y verde intenso pueden diferenciar probablemente la ausencia o presencia de vegetación en general.

Por otro lado, para el caso de la cámara termográfica se han realizado investigaciones para predicción del estrés a causa de factores abióticos como bióticos, en los primeros destacan estudios enfocados en la medición de estrés hídrico (VARGAS, 2015) y el segundo la detección de estrés provocado por microorganismos de origen fúngico, bacteriano y por virus (SANKARAN *et al.*, 2010; CHAERLE *et al.*, 2004). En ambos casos esta tecnología mide las variaciones en la temperatura de la superficie de la hoja por medio de la relación que existe en la transpiración de plantas saludables con respecto a plantas con problemas fisiológicos como los antes mencionados bajo condiciones controladas (SANKARAN *et al.*, 2010). Sin embargo, la cámara termográfica en este predio solo presentó asociación significativa entre la variable densidad de plantas, esto probablemente se debió a que, al disminuir la vegetación, este equipo haya detectado el calor que emitieron el suelo y el cultivo de trigo, contrario a lo sucedido en los tratamientos donde los herbicidas perdieron su efectividad y aumentó la vegetación (Tabla 3).

Experimento Zona Sur

Los valores registrados por el GreenSeeker en la Zona Sur tuvieron una relación negativa con el porcentaje de control de maleza, mientras que, con la altura de plantas, la correlación fue positiva, es decir, el crecimiento de dicha maleza fue inevitable al perder efectividad los herbicidas sobre *A. fatua*. Es por ello que dicho equipo diferenció el cambio del estrés que se produjo en comparación al testigo sin aplicación. El resto de los equipos y variables no registraron cambios en la vegetación y las asociaciones entre variables fueron muy bajas, aunque existiera diferencia significativa con respecto al porcentaje de control visual (Tabla 4), es decir, predios en los que año con año se han realizado repetitivas y múltiples aplicaciones de herbicidas utilizando el mismo modo y mecanismo de acción, muy probablemente se genere presión de selección a dichos herbicidas (GHERSA y FERRAR, 2012). Si a ello se une la presencia de trigo se puede afectar la medición.

Tabla 4. Coeficientes de correlación del porcentaje de control visual de maleza, equipos digitales y variables cuantitativas.

% Control	NDVI	SPAD	T (°C)	GA	GGA	Altura	Plantas m ⁻²
--------------	------	------	--------	----	-----	--------	-------------------------

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

		-0.41315	-0.12655	0.34055	-0.21202	-0.18739	-0.44251	-0.14291
% Control		<.0001	0.2192	0.0007	0.0381	0.0675	<.0001	0.1648
	-0.41315		0.25379	-0.30197	-0.05767	-0.01309	0.54413	0.21212
NDVI		<.0001	0.0126	0.0028	0.5768	0.8993	<.0001	0.0380
	-0.12655	0.25379		-0.06410	0.02029	0.06445	0.31701	-0.10677
SPAD		0.2192	0.0126		0.5349	0.8444	0.5327	0.0017
	0.34055	-0.30197	-0.06410		0.11865	0.01895	-0.34194	0.05206
Temperatura		0.0007	0.0028	0.5349		0.2496	0.8546	0.0007
	-0.21202	-0.05767	0.02029	0.11865		0.86642	0.07984	0.14071
GA		0.0381	0.5768	0.8444	0.2496		<.0001	0.4394
	-0.18739	-0.01309	0.06445	0.01895	0.86642		0.09495	0.12592
GGA		0.0675	0.8993	0.5327	0.8546	<.0001		0.3574
	-0.44251	0.54413	0.31701	-0.34194	0.07984	0.09495		-0.11400
Altura		<.0001	<.0001	0.0017	0.0007	0.4394	0.3574	
	-0.14291	0.21212	-0.10677	0.05206	0.14071	0.12592	-0.11400	
Plantas m ⁻²		0.1648	0.0380	0.3005	0.6145	0.1715	0.2215	0.2688

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

El uso de herramientas digitales representó una nueva alternativa para la agricultura de precisión en la evaluación de herbicidas inhibidores de la ALS y ACCasa sobre *A. fatua* en el cultivo de trigo. En esta investigación los equipos como medidor SPAD y GreenSeeker fueron los que más se adaptaron en la medición de los efectos producidos por dichos productos en la mayoría de las zonas estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Andrés González Ruiz es estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa y ha recibido una beca para sus estudios por parte del CONACYT, por tal motivo se agradece a dichas instancias el apoyo brindado.

También se agradece al Ing. Modesto Días Meza asesor en cultivos básicos y hortícolas, así como al Ing. Jorge Luis Vázquez Barajas representante de la empresa

Bayer México, Ing. César Alberto López Mápula representante de la empresa UPL Agro, Ing. Ramsés Preciado de la Torre asesor técnico promotor de la empresa Corteva Agriscience de México y a los Ingenieros José Guillermo Manríquez Salcido y Fidel Edgardo Elizalde G. de la empresa Syngenta Agro por sus apoyos al proporcionarnos los herbicidas utilizados en esta investigación.

En el mismo sentido, se agradece al M.C. Duckens Antoine quien por medio de la empresa Agrovisión Integradora facilitaron los predios donde se realizó la investigación, así como a los Ingenieros Gabriel Andrade Ochoa, Mauro Rivera Solano y Eziquio González asesores del cultivo de trigo, quienes apoyaron en la parte técnica profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- ARÉVALO VALENZUELA, A. (1977). Tesis profesional. Estudio sobre la biología y combate de la avena silvestre (*Avena fatua* L.) en el cultivo de trigo en Guanajuato. Universidad de Guadalajara.
- BURRIL, L. C.; CÁRDENAS, J.; y LOCATELLI, E. (1977). Manual de campo para investigación en control de malezas (No. 632.58 B971E). International Plant Protection Center, Corvallis, OR (EUA).
- CIBA-GEIGY AG. (1992). Manual for field trials in plant protection. Third edition. Revised and enlarged. Plant Protection. Printed in Switzerland. p. 240-241.
- COBB, A. H.; y READE, J. P. (2010). Inhibitor of acetolactate Synthasa and Inhibitor ACCasa. Herbicides and plant physiology. Editors: Chris Ka ulbars and Gerard Vaillancourt. Editorial: Alberta, 25-44.
- CHAERLE, L.; HAGENBEEK, D.; DE BRUYNE, E.; VALCKE, R.; y VAN DER STRAETEN, D. (2004). Thermal and chlorophyll-fluorescence imaging distinguish plant-pathogen interactions at an early stage. *Plant and Cell Physiology*, 45(7), 887-896.
- DE ALMEIDA SILVA, M.; DOS SANTOS, C. M.; DOS SANTOS VITORINO, H.; y DE LIMA RHEIN, A. F. (2014). Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. *Bioscience Journal*, 30(1).
- DA CUNHA, A. R.; KATZ, I.; DE PÁDUA SOUSA, A.; y URIBE, R. A. M. (2015). Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas de *lisianthus* en función de diferentes dosis de nitrógeno en ambiente protegido. *Idesia (Chile)*, 33(2), 97-105.
- DE LA VEGA, M. (2013). Resistencia de malezas a herbicidas. *Revista Especial Malezas AAPRESID*, 29-34. <https://www.aapresid.org.ar>.
- DECKER RYMER, C. H.; y RIZZI MAGLIA, A. (2014). Tesis profesional. Efecto del agregado de adyuvantes a herbicidas para el control de malezas gramíneas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*). Universidad de la República. Facultad de Agronomía.
- ESPINOZA, N; DIAZ, J.; GALDAMES, R.; DE PRADO, R.; RODRÍGUEZ, C.; y RUIZ, E. (2009). Estrategias de manejo de malezas gramíneas resistentes a herbicidas en trigo y otros cultivos extensivos en el sur de Chile. Seminario Internacional "Diagnóstico y Manejo de la Resistencia a Herbicidas". Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Serie de Actas de INIA, (44), 92-105.

- FONTES RIAL, F. L.; y HAREAU PEÑA, A. (2001). Tesis profesional. Alternativa de control químico de balango (*Avena fatua* L.) en trigo (*Triticum aestivum*). Universidad de la República. Facultad de Agronomía.
- GONZÁLEZ-TORRES, A.; FIGUEROA-VIRAMONTES, U.; DELGADO, J. A.; NÚÑEZ-HERNÁNDEZ, G.; CUETO-WONG, J. A.; PRECIADO-RANGEL, P.; y PALOMOGIL, A. (2009). Calibración del SPAD-502 para evaluar requerimientos de nitrógeno en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 303-309.
- GHERSA, C. M.; y FERRARO, D. O. (2012). Algunos aspectos acerca de la aparición de resistencia a herbicidas en poblaciones de malezas. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa; Revista Especial de AAPRESID. Revista Especial de AAPRESID. 22-24. https://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12_003.pdf
- GUTIÉRREZ-SOTO, M. V.; CADET-PIEDRA, E.; RODRÍGUEZ-MONTERO, W.; y ARAYA-ALFARO, J. M. (2011). El GreenSeeker TM y el diagnóstico del estado de salud de los cultivos. *Agronomía mesoamericana*, 22(2), 397-403.
- ISHIMWE, R.; ABUTALEB, K.; y AHMED, F. (2014). Applications of thermal imaging in agriculture—A review. *Advances in remote Sensing*, 3(03), 128.
- LEWIS, KA.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D. y GREEN, A. (2016). Una base de datos internacional para la evaluación y gestión de riesgos de plaguicidas. *Evaluación de riesgos humanos y ecológicos: una revista internacional*, 22(4), 1050-1064. DOI: 10.1080 / 10807039.2015.1133242.
- LASA, B.; ARNAL, A. L.; GOIKOA, J. I.; MAEZTU, I; MAISTERRA, A. S.; QUEMADA, M.; y FERNÁNDEZ, E. B. (2005). Optimización de la fertilización nitrogenada mediante el uso de medidores de clorofilas. *Navarra agraria*, (150), 31-35.
- MÁRQUEZ, J.; SALAS, J; FUENTES, C. L.; y PLAZA, G. A. (1996). Determinación del impacto de competencia de diferentes cohortes de avena silvestre (*Avena fatua*) sobre los rendimientos en un cultivo comercial de trigo (*Triticum aestivum*). *Agronomía Colombiana*, 13(1), 30-39.
- SANTACRUZ, R. F. (1990). Tesis profesional. Control químico de gramíneas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) durante los ciclos otoño/invierno 1988-89 y 1989-90 en Atotonilquillo, Jalisco. Universidad de Guadalajara. Facultad de Agronomía.
- SORBET PEZONAGA, S. (2013). Tesis profesional. Utilidad del medidor de clorofilas (SPAD-502®) en los programas de fertilización nitrogenada de trigo (*Triticum aestivum* L.) en regadío. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica superior de ingenieros agrónomos.
- SILVA, M. D. A.; DOS SANTOS, C. M.; Vitorino, H. D. S; y RHEIN, A. D. L. (2014). Photosynthetic pigments and SPAD index as descriptors of water deficit stress intensity in sugar cane. *Bioscience Journal*, 30(1), 173-181.
- SANKARAN, S.; MISHRA, A.; EHSANI, R.; y DAVIS, C. (2010). A review of advanced techniques for detecting plant diseases. *Computers and electronics in agriculture*, 72(1), 1-13.
- VARGAS CRUZ, J. (2015). Tesis profesional. Implementación de imágenes termográficas para la detección de estrés hídrico en hierbabuena (*Mentha spicata*) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola.
- VELASCO-LÓPEZ, J. L.; SOTO-ORTIZ, R.; AIL-CATZIM, C.; GRIMALDO-JUÁREZ, O.; AVILÉS-MARÍN, S. M.; y LOZANO-DEL RÍO, A. J. (2020). Relación de índices

fotográficos y NDVI con la producción de biomasa seca en triticale (× Triticosecale wittmack) en el valle de Mexicali. AGROProductividad, 13(1).

Summary. USE OF DIGITAL TOOLS IN THE ASSESSMENT OF ALS AND ACCase INHIBITOR HERBICIDES ON *Avena fatua* IN WHEAT. An investigation was carried out in three wheat production zones (North, Center and South) with the aim of evaluating the use of different equipment: thermographic camera, GreenSeeker, SPAD, 12.1 MP camera in measuring the effect of herbicides inhibitors of the ALS and ACCase on wild oats, having as variables the plant height, plant density and percentage of visual control at different times. There were five herbicide treatments at commercial doses and one absolute control, under a randomized complete block design. The application of the herbicides was carried out by performing good practices in the operational management of the application and monitoring the meteorological conditions. Data were obtained at 14, 28, 42 and 56 days after application. With the information from the last measurement, a multiple Pearson correlation was performed between variables to analyze the associations between the values recorded by the measurement instruments and the behavior of weeds under the action of herbicides. In the North and Central Zone, statistically significant results were obtained in the variables SPAD index, NDVI, height, plant density, percentage of visual control with the herbicides Fenoxaprop-p-ethyl and Pinoxaden. In the South Zone, the values obtained with the GreenSeeker had a negative relationship with the percentage of weed control, while, with the height of the plants, the correlation was positive. In this research SPAD and GreenSeeker reflected the effects produced by these herbicides and may be a new alternative for the evaluation of graminicides in wheat.

Key words: SPAD, GreenSeeker, precision agriculture, weed control.

HERBICIDAS ORGÁNICOS: ALTERNATIVA SOSTENIBLE AL GLIFOSATO PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN PRE SIEMBRA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Ma. E. Cisneros López¹, E. Rosales Robles², M. Espinosa Ramírez¹, R. Hernández Martínez¹, F. E. Ortiz Chairez¹

¹Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP, Carretera Matamoros-Reynosa km 61 Cd. Río Bravo, Tamaulipas. ²Consultor independiente. [*cisneros.maria@inifap.gob.mx](mailto:cisneros.maria@inifap.gob.mx), enrique 77840@yahoo.com espinosa.martin@inifap.gob.mx, hernandez.rosendo@inifap.gob.mx, ortiz.flor@inifap.gob.mx

Resumen: La agricultura sustentable plantea el uso de compuestos amigables con el ambiente para sustituir los plaguicidas sintéticos. En sorgo el control químico de malezas en pre siembra se basa en herbicidas como el Glifosato. El objetivo general fue probar dos herbicidas orgánicos como posible alternativa al Glifosato. El experimento se estableció en el CERIB, Tam., en el ciclo P-V, 2021. El diseño fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se aplicó Glifosato a 2.5 L ha⁻¹ o 907 g i.a ha⁻¹) y los herbicidas orgánicos HO1 y HO2 a 1.0 L ha⁻¹ en agua con baja y alta salinidad. La combinación de estos factores dio seis tratamientos más el testigo sin herbicida. La efectividad (%) se midió a los 7, 14 y 21 DDA en trompillo (13.0±9.9 m²), quelite (13.0±7.5 m²), zacates (27.2±22.8 m²), hierba de la golondrina (2.5±1.9 m²) y amargosa (1.7±1.4 m²). Estadísticamente ($P < 0.001$) el tipo de herbicida explicó 82 % de los resultados. El T2 (glifosato + agua ligeramente ácida, pH=5.64, blanda CO₃=0 ppm y baja salinidad CE= 0.026 me L⁻¹) fue el mejor tratamiento para control de quelite (90.3 %) y hierba golondrina (72.9 %), en comparación el T3 (Glifosato + agua ligeramente básica pH=7.23, moderada dureza CO₃=98.7 ppm y alta salinidad 3.66 me L⁻¹). Sin diferencias estadísticas entre T2 y T3 en el control de trompillo (93.1 % y 87.5 %) y zacates (88.3 % y 69 %). Los herbicidas orgánicos a 21 DDA (T4, T5, T6 y T7) fueron estadísticamente similares al testigo sin control (T1). Ningún tratamiento con herbicidas orgánicos superó al Glifosato en control de maleza.

Palabras claves: herbicidas, orgánicos, pre siembra.

INTRODUCCIÓN

El estado de Tamaulipas está ubicado en la región noreste de México. Entre las características fisiográficas de esta región, destacan suelos someros con bajos niveles de materia orgánica (ESPINOSA y ORTIZ, 2021), así mismo la disponibilidad y calidad del agua que presenta problemas por su salinidad y dureza (FRAUSTO, 2016). En términos agroeconómicos, el estado de Tamaulipas debe su importancia al cultivo de sorgo para grano por ser el principal productor, con una superficie de 742 mil hectáreas y un volumen de 1, 790, 500.00 t. Por otra parte, en el ciclo agrícola O-I se concentra el

68 % de la superficie distribuida en los municipios del norte del estado: Reynosa, Río Bravo, Matamoros, Valle Hermoso y San Fernando (SIAP, 2020). El manejo agronómico del cultivo desde siembra hasta cosecha es mecanizado, y uno de los componentes más importantes del paquete tecnológico es el control de malezas (MONTES *et al.*, 2013). La maleza se puede controlar a través de medios culturales, mecánicos y químicos. El uso adecuado de estos métodos individuales o una combinación de ellos debe tener como objetivo el control eficaz sin causar pérdidas económicas ni dañar el medio ambiente. Decidir qué práctica utilizar dependerá en gran medida de las malas hierbas que estén presentes, el nivel de infestación y estado fenológico del cultivo (FROMME *et al.*, 2012). El manejo químico de las malezas en sorgo se basa en un grupo de herbicidas sintéticos de preemergencia y postemergencia, para controlar especies de hoja ancha de importancia agronómica tales como: *Solanum elaeagnifolium* (trompillo) *Amaranthus palmeri* (quelite) y polocote (*Helianthus annuus*), (ROSALES *et al.*, 2011). Con la llegada de la agricultura sustentable, en años recientes en el mercado se ha presentado un grupo de herbicidas cuyas moléculas son de origen orgánico derivados de extractos botánicos o bioherbicidas (CHAUDHARY *et al.*, 2017). Por otra parte, casi el 70 % de todos los ingredientes activos de los plaguicidas, recientemente registrados tienen su origen en la investigación de productos naturales, solo el 8 % de los herbicidas convencionales se derivan de compuestos naturales y el 7 % de los bioplaguicidas aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU, son bioherbicidas (CANTRELL *et al.*, 2012). El objetivo general de este experimento fue probar dos herbicidas orgánicos como posible alternativa al Glifosato. Los objetivos particulares fueron evaluar el efecto de la calidad del agua y el efecto del tiempo en la efectividad del herbicida

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el lote C3 Norte bajo labranza convencional del Campo Experimental Río Bravo (CERIB), INIFAP (25° 57' 16.9" N, 98° 01' 05.7" O; altitud 25 msnm), durante el ciclo agrícola P-V 202, bajo condiciones de riego. Durante la conducción del experimento, se tomaron los datos climáticos (precipitación, temperatura y humedad relativa).

Análisis físico-químico del agua. Se tomó una muestra de cinco litros del agua de agua comercial potable o embotellada (QW1) marca comercial Blanquita™ y del agua de pozo del CERIB (QW2) para determinar la calidad del agua por medio de diez parámetros fisicoquímicos. Las variables determinadas fueron la conductividad eléctrica (dS m^{-1}), pH, aniones (me L^{-1}) carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos, cationes (me L^{-1}): calcio, magnesio, sodio y potasio. La determinación analítica se hizo en base a la metodología propuesta por la norma NMX-AA-072-SCFI (2001).

Conducción del experimento. El experimento se estableció desde el 15/08/2021 durante el ciclo P-V. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, y el tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de 0.8 m por 5 metros de largo (16 m^2). Una vez hecho el trazo del diseño en campo se cuantificó tres días antes de la aplicación: el tipo de maleza y el grado de infestación en un cuadrante de un m^2 por cada unidad experimental. Los datos se expresaron en número de malezas

por m², por cada especie presente. Los productos utilizados como herbicidas fueron: el herbicida sintético Faena® o glifosato (sal de potasio N-fosfometil-glicina a 363 g i.a. L⁻¹), aplicado a 2.5 L ha⁻¹ como testigo regional; además, dos herbicidas orgánicos: HO1 a base de extractos vegetales según la etiqueta del producto (aceite de conífera 40%, *Datura stramonium* 10%, plantas alelopáticas 42%, metabolitos de *Puccinia* spp. 2% y aceite de coco hidrogenado 6.0%) y HO2 a base de extractos vegetales como ingredientes activos según la etiqueta (gordolobo 20%, aceite de coco 20%, resina de pino 20%, *Puccinia* spp. 20% y papaína 20%); como coadyuvante se usó Bionex (alcohol tridecílico polioxietilenado 200 g/L + Nonil fenol polioxietilenado 50 g/L + Propilenglicol 54 g/L) a 15 ml por litro de agua. En el Tabla 1 se observa el diseño de tratamientos. La solución de los productos se efectuó utilizando dos tipos de agua: agua comercial potable y del pozo del CERIB. La aplicación de los herbicidas se realizó el 7 de septiembre del 2021, con una aspersora de mochila motorizada con boquillas de abanico plano 8003 con una presión de salida de 275 kPa y un volumen de aspersión equivalente a 230 L ha⁻¹.

Tabla 1. Tratamientos utilizados para el control de maleza en pre siembra. Río Bravo, Tamaulipas CERIB.

Número	Descripción	Dosis	Coadyuvante	Agua
Tratamiento		L ha ⁻¹		
1	Sin tratamiento	0.0	0	0
2	Glifosato	2.5	Bionex	QW1
3	Glifosato	2.5	Bionex	QW2
4	HO1	1.0	Bionex	QW1
5	HO1	1.0	Bionex	QW2
6	HO2	1.0	Bionex	QW1
7	HO2	1.0	Bionex	QW2

HO1:(aceite de conífera 40%, *Datura stramonium* 10%, plantas alelopáticas 42%, metabolitos de *Puccinia* spp. 2% y aceite de coco hidrogenado 6.0%) y HO2:(gordolobo 20%, aceite de coco 20%, resina de pino 20%, *Puccinia* spp. 20% y papaína 20%) QW=calidad del agua. QW1= [agua ácida (pH=5.64); dureza blanda (CO3=0 ppm) y baja salinidad (CE= 0.026 me L⁻¹ o 26 μS cm⁻¹)] y QW2= [agua ligeramente básica (pH=7.23), moderada dureza CO3=98.7 ppm y alta salinidad (3.66 me L⁻¹ o 3660 μS cm⁻¹)].

Se realizaron tres evaluaciones visuales de control por especie de maleza a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA) durante el mes de septiembre, 2021. La toxicidad de los herbicidas a la maleza se evaluó con estimaciones visuales y escala de 0 a 100 %, propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (FRANS *et al.*, 1986; SILVA *et al.*, 2005): donde 0 indica falta de efecto y 100 % muerte de la planta (Tabla 2). Los datos se expresaron en porcentaje según la especie presente. Los análisis estadísticos se realizaron de dos formas: 1) un análisis combinado con los datos de los tres muestreos utilizando un diseño de bloques al azar en arreglo factorial; los factores

fueron: dos herbicidas orgánicos y un sintético (HEB=3), tipo de agua (QW=2) y días después de la aplicación o fecha de muestreo (DDA=3) con cuatro repeticiones y 2) análisis en forma independiente en bloques al azar con cuatro repeticiones, y como fuente de variación los siete tratamientos. El análisis de varianza se realizó con PROC GLM, y la comparación de medias con Tukey por cada fecha de muestreo. El Paquete estadístico fue SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006). Los datos de fitotoxicidad a la maleza fueron transformados por arcoseno de la raíz cuadrada de $X/100$ antes de su análisis para homogeneizar varianzas y los resultados mostrados en las tablas se presentan retransformados por seno (FONT *et al.*, 2007)

Tabla 2. Escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) para evaluar el control de maleza y fitotoxicidad al cultivo por herbicidas.

Valor	Control de maleza (%)	Efecto sobre la maleza
1	99.0-100.0	Muerte
2	96.5-99.0	Muy buen control
3	93.0-96.5	Buen control
4	87.5-93.0	Control suficiente
5	80.0-87.5	Control medio
6	70.0-80.0	Control regular
7	50.0-70.0	Control pobre
8	1.0-50.0	Control muy pobre
9	0.0-1.0	Sin efecto

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos del agua. Un factor que no recibe mucha atención es la calidad del agua utilizada para aplicar el herbicida. El agua a menudo comprende 95 % (o más) de la solución y su calidad tiene efecto en la eficacia y éxito de la aplicación de un herbicida o pesticida (RIDEN y RICHARDS, 2013). En este experimento se usaron dos fuentes de agua. El fundamento técnico se basa en que el agua comercial potable, es baja o libre de sales y por lo tanto se espera, que no influya en la respuesta de la maleza al herbicida. Por otra parte, el agua de pozo CERIB, se utilizó como un tipo de agua representativa de la región.

Los análisis mostraron que hubo una diferencia contrastante, en las propiedades fisicoquímicas de las muestras. La calidad del agua de pozo y agua comercial potable fue

la siguiente: Se obtuvieron valores de 3.66 y 0.026 dSm⁻¹ de conductividad eléctrica y valores de pH de 5.64 y 7.23 para el agua de pozo y agua de garrafón, respectivamente. CORTES *et al.*, (2009), en regiones como el Valle del Yaqui, Sonora, reportan valores promedio más bajos de CE= 2.06±1.29, dS m⁻¹, pero pueden llegar hasta máximos de 6.8 dS m⁻¹, debido a que se encontró un 31 % más de Calcio (7.69±6.22 me L⁻¹). El Ca⁺¹ y Na⁺¹, son dos iones que afectan la CE del agua. Una diferencia importante con respecto a ese estudio, son los niveles Na⁺¹. El agua de pozo del CERIB (24.10 me L⁻¹ o 554 ppm) tuvo casi tres veces más contenido de sodio.

En cuanto a los aniones en el agua de pozo, se detectaron valores de 3.29, 5.48, 24.0 y 3.5 me L⁻¹, los cuales corresponden a carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos; mientras que el agua de agua comercial potable solo tuvo 1.2 me L⁻¹ de cloruros. En cuanto a los cationes, el agua de pozo tuvo: 5.28, 6.82, 24.1 y 0.07 me L⁻¹ de Ca, Mg, Na y K, respectivamente. En comparación con estos resultados, el agua de agua comercial potable solo tuvo 0.20 me L⁻¹ de sodio. Lo anterior indica que la dureza del agua de agua comercial potable es casi nula, en comparación con el agua de pozo del CERIB-CIRNE. De acuerdo a los parámetros analizados, la calidad del agua de pozo en términos químicos se considera de moderada dureza (CORTES *et al.*, 2008). Es más dura cuanto mayor sea la cantidad de minerales disueltos en ella, por lo tanto, las aguas blandas están casi libres de ellos, como ocurrió con el agua proveniente de agua comercial potable. En general, los resultados de los análisis muestran que los parámetros como sulfatos, cloruros y conductividad eléctrica (CE) exceden el límite para uso agrícola (CNA, 2009). En relación con la dureza y los contenidos de Ca y Mg (grados hidrotimétricos franceses), al estar relacionados entre sí, se observa que la muestra de agua de pozo (3.39 me L⁻¹ o 98.7 mgL⁻¹) no excedió los 180 mg L⁻¹ de CaCO₃, para ser clasificada como agua dura (Sarabia *et al.*, 2011). Por otra parte, en lo que se refiere a la CE que representa la salinidad del agua, el agua de pozo fue hasta 140 veces más salina que la de agua comercial potable, superando la referencia de 1 dS m⁻¹ o 1000 μS cm⁻¹ para el agua de riego (CNA, 2009). El pH del agua de pozo fue 7.23, mientras que el agua comercial potable fue más ácida (5.64).

Condiciones climáticas. En el mes de septiembre durante la conducción de este experimento se acumularon 157.4 mm de precipitación, con una temperatura mínima, media y máxima 22.9, 23.4 y 35.4 °C, respectivamente. En comparación con los registros históricos (1961-2007), este mes fue 28 % más lluvioso y la temperatura máxima hasta 2.3 °C sobre el promedio (SILVA *et al.*, 2007).

Manejo de la maleza. La competencia temprana del cultivo versus maleza especialmente en cereales es un punto crítico, sobre todo en sorgo. Se identificaron las malezas presentes en el lote antes de aplicar los tratamientos: trompillo *Solanum elaeagnifolium* L. (13.0±9.9 m²) con una altura variable de planta 3 a 10 cm, Quelite *Amaranthus palmeri* L. (13.0±7.5 m²) con una altura de 3 cm, y zacates varios (27.2±22.8 m²). Los zacates fueron se identificaron en forma posterior como: zacate espiga (*Panicum fasciculatum* Sw), zacate guiador o panizo (*Panicum reptans* L.) y zacate liendrilla (*Leptochloa filiformis* Pers.); ya que en estado de plántula de 2 a 3 hojas verdaderas a una altura entre 3 a 6 cm, estas especies no se pueden identificar fácilmente porque crecen juntos y mezclados, por lo cual son casi indistinguibles. En menor proporción estuvieron: hierba de la golondrina *Euphorbia serpens* (2.5±1.9) desde 1 a 5 cm de

longitud, especie de hoja ancha tipo rastrera, y amargosa *Parthenium hysterophorus* (1.7 ± 1.4) de 2 a 3 cm de altura. Estas especies han sido previamente reportadas en el Norte de Tamaulipas, en cultivos sembrados durante el P-V, como el sorgo, maíz y frijol, las principales especies de maleza que se presentan al inicio del ciclo son la correhuela anual, el quelite y el zacate espiga. (ROSALES *et al.*, 2004).

En términos estadísticos, el factor que más contribuyó a explicar los resultados fue el tipo de herbicida (Tabla 3) con el 82 % de la varianza acumulada ($P < 0.001$), mientras que los otros factores principales, como el tipo de agua, días después de la aplicación o fecha de muestreo y sus respectivas interacciones HEB x QW y HEB x DDA, tuvieron un efecto estadísticamente similar y menor al 6 %. Estos resultados indican que la elección del herbicida es el factor que mayor efecto tuvo en el control de las malezas ya sea hoja ancha u angosta en pre siembra. CUNHA *et al.* (2020), reportan resultados similares al evaluar el control de la maleza *Digitaria horizontalis* (pasto anual de las praderas), según ese estudio el factor que más influye en la efectividad del control es el tipo de herbicida, utilizando Glifosato en dos versiones (sal de amonio y sal de potasio) más que la dureza del agua (70 a 430 ppm de CaCO_3), el pH (3.5 a 6.5) y las posibles interacciones entre la calidad del agua x el herbicida a 7, 14 y 21 días después de la aplicación. En este experimento se encontró que la calidad del agua tuvo efecto significativo ($P < 0.01$) cuando se trata del control de los zacates (Tabla 3). También hubo efecto de la interacción con el herbicida. Además, hubo efecto de interacción herbicida x el tiempo de reacción o días después de la aplicación en trompillo, lo que no ocurrió con las otras especies evaluadas. ESQUEDA y TOSQUY, (2015), reportan que en el control del pasto *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schtdl., hubo efecto significativo de la dosis del i.a ha^{-1} del Glifosato y niveles de pH del agua entre las tres las fechas de evaluación (7, 15, y 30 DAA).

Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de la varianza del control de malezas.

F. V.	gl	Malezas					VA
		Trompillo	Zacates	Quelites	Euphorbia	Amargosa	(%)
HEB	2	3.12**	3.36**	3.15**	1.31**	0.62**	82
QW	1	0.08 ns	0.37*	0.09 ns	0.21 ns	0.08 ns	5.8
DAA	2	0.072 ns	0.01 ns	0.33**	0.06 ns	0.17 ns	4.5
HEB x QW	2	0.08 ns	0.26**	0.00 ns	0.16 ns	0.03 ns	3.8
HEB x DAA	4	0.42**	0.08 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.03 ns	3.8

F.V.= fuente de variación; gl: grados de libertad. HEB= herbicida orgánico o sintético; QW= tipo de agua; DAA= días después de la aplicación; HEB x TA= interacción herbicida tipo de agua y HEB x DAA= interacción herbicida y días después de la aplicación. VA= varianza acumulada. Significancia **($P < 0.001$); *($P < 0.01$) y ns: no significativo.

El agua dura (altas concentraciones de Ca^{2+} y Mg^{2+}) puede actuar sobre algunos herbicidas al integrar al Na^+ y K^+ en su estructura molecular, cambiando sus propiedades y reduciendo su efectividad. Lo mismo ocurre con los valores altos de pH (KISSMANN, 1997). Este es un principio a tomar en consideración en la preparación de la solución con los herbicidas y está enfocado al desconocimiento previo de cómo reaccionarían los herbicidas orgánicos, los cuales son derivados de extractos vegetales, como lo indica su etiqueta. Estos productos están fabricados a base principalmente de aceites naturales (terpenos) y ácidos orgánicos (DAYAN y DUKE, 2012). Los cambios en algunos parámetros fisicoquímicos del agua son responsables de reducir la eficacia de diferentes principios activos, de algunos herbicidas sintéticos (DEVKOTA y JOHNSON, 2016). Lo cual no se observó en este experimento. Estadísticamente el mejor control para trompillo, maleza predominante en el lote experimental, fue el testigo regional (Glifosato), sin importar la calidad del agua (Tabla 4), superando, además, a los herbicidas orgánicos en promedio, en los tres muestreos realizados. A los 21 DDA el testigo regional superó en promedio en proporción de 0.6 y 0.4 a los herbicidas orgánicos HO1 y HO2 en el control de trompillo y similar en el caso de la hierba de la golondrina y pastos, pero aumentó significativamente cuando se trató de los quelites hasta casi 3.8 veces más efectividad. En el muestreo realizado a los 21 DDA, la eficiencia en el control aumentó en el testigo regional, ya que el efecto de los herbicidas orgánicos disminuyó, porque causaron un daño reversible, debido a que las plantas no murieron. Mientras que el daño que causaron los tratamientos con el herbicida sintético fueron acumulativos y letales a la población de maleza sin importar la especie. El efecto de la calidad del agua en los resultados se observó estadísticamente después de 21 DAA (Tabla 4). El tratamiento T2 fue el más efectivo después de 21 DDA, para control del quelite (90.3 %) y hierba de la golondrina (72.9 %). La mejor combinación fue usar el testigo regional (T2) con agua ligeramente ácida (pH=5.64), baja dureza o blanda ($\text{CO}_3=0$ ppm) y salinidad 0.026 me L^{-1} . Por otra parte, no hubo diferencias estadísticas entre T2 y T3 para el control del trompillo (93.1 % y 87.5 %) y zacates (88.3 % y 69 %), utilizando el testigo regional (T3) con agua ligeramente básica (pH=7.23) y moderada dureza ($\text{CO}_3=98.7$ ppm) y alta salinidad 3.66 me L^{-1} o $3660 \mu\text{S cm}^{-1}$ por los niveles de sodio presentes.

Tabla 4. Comparación de media entre tratamientos. CE Río Bravo, Tam. ciclo agrícola P-V 2021.

T/DDA	Trompillo (<i>Solanum elaeagnifolium</i> L.)			Zacates (<i>Panicum fasciculatum</i> , <i>Panicum reptans</i> y <i>Leptochloa filiformis</i>)		
	Control (%)					
	7	14	21	7	14	21
T1	0.0 c	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
T2	55.1 a	90.0 a	93.1 a	76.2 a	90.0 a	88.3 a
T3	48.4 a	77.9 a	87.5 a	53.7 ab	56.7 b	69.0 ab

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

T4	32.5 b	33.1 b	37.8 b	28.3 bc	20.4 c	23.5 b
T5	34.3 b	17.4 b	14.9 bc	25.4 bc	21.8 c	10.6 b
T6	22.6 b	12.5 b	12.5 bc	18.0 bc	14.9 c	7.0 b
T7	20.6 b	10.0 b	14.9 bc	25.5 bc	10.0 c	5.0 c
	Quelite (<i>Amaranthus palmeri</i> L.)			Hierba de la golondrina (<i>Euphorbia serpens</i>)		
T/DDA	7	141	21	7	14	21
T1	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 c
T2	85.9 a	85.9 a	90.3 a	69.3 a	69.3 a	72.9 a
T3	76.7 a	76.7 a	67.8 b	52.2 a	50.6 ab	46.6 b
T4	25.4 b	25.4 b	15.4 c	30.9 ab	30.9 ab	22.8 c
T5	17.6 b	17.6 b	5.0 c	10.0 b	10.0 b	5.0 c
T6	29.1 b	29.1 b	14.9 c	12.5 b	12.5 b	7.5 c
T7	16.3 b	16.3 b	12.5 c	30.7 ab	15.7 ab	7.5 c

T/DAA= tratamiento/días después de la aplicación. T1=testigo sin control químico de malezas. T2= Glifosato + QW1, T3= Glifosato + QW2, T4= HO1 +QW1; T5=HO1+QW2; T6= HO2 + QW1 y T7= HO2 + QW2. Columnas con la misma letra iguales, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Los datos corresponden a análisis independiente por fecha de muestreo.

CUNHA *et al.* (2020) reportaron que en el control de *D. horizontalis* (pasto anual de potreros), el pH del agua en el rango de 3.5 a 6.5 no tiene interferencia en la efectividad del Glifosato sal de amonio y sal de potasio. El aumento de la dureza del agua redujo la efectividad del Glifosato a los 7 DAA, pero sin diferencias en la maleza control después de 21 DAA. Es importante mencionar que los herbicidas orgánicos a los 21 DDA (T4, T5, T6 y T7) tuvieron estadísticamente la misma respuesta que el testigo sin control (T1) en las cuatro especies de malezas presentes en el sitio experimental. Cabe señalar que en los datos presentados no se incluyó la maleza amargosa porque tuvo una muy baja presencia (1.7 ± 1.4) y logró escapar a la aplicación, ya que empezó su establecimiento después de las lluvias. GÓMEZ *et al.* (2006) también encontraron que el pH del agua (4.5, 6.5 y 8.5) no influyó en el control de malezas, con ninguno de los herbicidas, al usar la dosis recomendada por los fabricantes de los herbicidas post emergentes como el Glifosato ($2.5 \text{ kg i.a ha}^{-1}$) y fluazifop-p-butil ($210 \text{ gr i.a. ha}^{-1}$) sobre la maleza la estrella africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderys), para bentazon ($1.2 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$) con la flor amarilla (*Melampodium divaricatum* [Rich.] DC).

ESQUEDA y TOSQUY, (2015) utilizando Glifosato para el control del zacate pitillo [*Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schltld.] especie anual o perenne de vida corta, reportaron que utilizando un pH del agua entre 5 a 8 con dosis de 267 a $712 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ no hubo diferencia estadística en el control de esta maleza después de 30 DAA y se logró una

eficiencia de 94 %. También reportaron que utilizando un volumen de agua entre 217 a 370 L ha⁻¹ a dosis de 712 g i.a ha⁻¹, el control de este pasto fue 88 %. Datos similares se encontraron utilizando el T2 (Tabla 4) para el control de los zacates presentes en este experimento.

CONCLUSIONES

- Las especies de malezas presentes en el sitio experimental fueron trompillo (13.0±9.9 m²), quelite (13.0±7.5 m²), zacates (27.2±22.8 m²) de las especies *P. fasciculatum*, *P. reptans* y *L. filiformis*. En menor proporción estuvieron: hierba de la golondrina (2.5±1.9 m²) y amargosa (1.7±1.4 m²).
- En términos estadísticos el factor que más contribuyó a explicar los resultados fue el tipo de herbicida con el 82 % de la varianza acumulada ($P < 0.001$), mientras que los otros factores, como el tipo de agua, fecha de muestreo y sus respectivas interacciones tuvieron un efecto menor al 6 % respectivamente.
- La calidad del agua y su interacción con el herbicida tuvieron efecto significativo ($P < 0.01$), en el control de los zacates.
- Hubo efecto de interacción de herbicida y tiempo de evaluación en trompillo, lo que no ocurrió con las otras especies presentes en el lote.
- El herbicida Glifosato a 2.5 L ha⁻¹ aplicado en agua ligeramente ácida (pH=5.64), baja dureza o blanda (CO₃=0 ppm) y salinidad 0.026 me L⁻¹, fue el mejor tratamiento para control de quelite (90.3 %) y hierba de la golondrina (72.9 %).
- Por otra parte, no hubo diferencias estadísticas entre la calidad del agua utilizada al aplicar Glifosato para el control de trompillo (93.1 % y 87.5 %) y zacates (88.3 % y 69 %)
- Los herbicidas orgánicos a los 21 DDA (T4, T5, T6 y T7) tuvieron un control muy pobre de las cuatro especies de malezas presentes en el sitio experimental.
- Ningún tratamiento con herbicidas orgánicos a dosis de 1.0 L ha⁻¹ superó al Glifosato o testigo regional [sal potasio de N-(fosfometil glicina)] a dosis comercial de 2.5 L ha⁻¹.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto SIGI: Alternativas al uso del Glifosato para el control de maleza en México.

BIBLIOGRAFIA

- CANTRELL, C. L.; DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. (2012). Natural products as sources for new pesticides. *Journal Natural Products*. 75 (7): 1231–1242.
- CHAUDHARY, S.; KANWAR, R.K.; SEHGAL, A.; CAHILL, D.M.; BARROW, C.J.; SEHGAL, R.; KANWAR J. R. (2017). Progress on *Azadirachta indica* based

- biopesticidas in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontier Plant Science*. 8:610. DOI: 10.3389/fpls.2017.00610.
- CNA. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2009). Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. Diario Oficial de la Federación. 27 de noviembre de 2009. México.
- CORTÉS, J. J. M.; TROYO, D. E.; MURILLO, A. B.; GARCÍA, H. J. L.; GARATUZA-P. J.; SANG, S. L. (2009). Índices de calidad del agua del acuífero del Valle del Yaqui, Sonora. *Terra Latinoamericana*. 27(2): 133-141.
- CUNHA, P. A. R.; PALMA, R. R.; DE OLIVERA A. C.; MARQUES, M. G.; DE ALVARENGA. C. B. (2020). Water hardness and ph in the effectiveness of glyphosate formulations. *Engenharia Agrícola*. 40 (4): 555-560. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n4p555-560/2020>.
- DAYAN, F.E.; DUKE, S. O. (2012). Natural compounds as next-generation herbicides. *Plant Physiology*.166(3):1090-1105. <https://doi:10.1104/pp.114.239061>.
- DEVKOTA, P.; JOHNSON, W. G. (2016). Glufosinate efficacy as influenced by carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate. *Weed Technology* 30(4):848-859. <https://doi.org/10.1614/WT-D-16-00053.1>
- ESPINOSA-RAMÍREZ, M.; ORTIZ-CHAIREZ, F. (2021). Cinco años de agricultura de conservación y su efecto en las propiedades químicas del suelo en río bravo, Tamaulipas. Memoria de XXXIII Semana Internacional de Agronomía, Durango-México: 318-325 pp.
- ESQUEDA, E. V.; TOSQUY VALLE, O. H. (2015). Efecto del volumen y el pH del agua en el control de *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schlttdl. con Glifosato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6: 7-109.
- FONT, H.; TORRES, V. H. M.; RODRÍGUEZ, R. (2007). Cumplimiento de la normalidad y homogeneidad de la varianza en frecuencias de medición acumulada de la variable producción de huevos en gallinas White Leghorn. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 41 (3): 224-236.
- FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D. and CROWLEY, H. (1986). Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant response to weed control practices. In: Camper, N. D. (ed). *Research Methods in Weed Science*. 3rd Edition. Southern Weed Science Society, Champaign, Illinois. USA. pp: 20-46
- FRAUSTO, O. J. (2016). Abasto del agua en la frontera norte de Tamaulipas. *Frontera Norte, México*. 28(55): 153-182.
- FROMME, D, D.; DOTRAY, P.A.; JAMES GRICHAR, W.; FERNANDEZ, C.F. (2012). Weed control and grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) tolerance to Pyrasulfotole plus Bromoxynil. *International Journal of Agronomy*, ID 951454, 10. <https://doi.org/10.1155/2012/951454>
- GÓMEZ, V. M.; PITY, A.; MISELEM, B. J. M. (2006). Efecto del pH del agua en la efectividad de los herbicidas Glifosato y Fluazifop-p-butyl. *Ceiba*. 47(1-2):19-23
- KISSMANN, K. G (1997). Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Palestras.
- MONTES, G. N.; WILLIAMS, A. H.; PECINA, Q. V.; ARCOS, C. G.; VARGAS, V. E.; ESPINOSA, R.M.; HERRERA C. C. (2013). RB-Norteño: Sorgo granífero para áreas de temporal de Tamaulipas y Guanajuato. Folleto Técnico No.55. 26 p.

- NMX-AA-072-SCFI (2001). Análisis de agua - determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba. <http://201.116.60.182/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-072-SCFI-2001.pdf>
- RIDEN, B AND RICHARDS, K. 2013. The Impact of water quality on pesticide performance: The little factor that makes a big difference. http://nydairyadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_90.pdf
- ROSALES-ROBLES, E.; SÁNCHEZ-DE LA CRUZ, R. (2004). Manejo integrado de maleza en sorgo en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Rio Bravo. Folleto Técnico 28. 54 p.
- ROSALES-ROBLES, E.; SÁNCHEZ-DE LA CRUZ, R.; CERDA-GARCÍA, P.A. (2011). Control químico de malezas de hoja ancha en sorgo para grano. Revista Fitotecnia Mexicana. 34 (4): 269-275.
- SARABIA, M. I.F.; CISNEROS, A.F.; ACEVES DE A. J.; DURAN, G. H. M.; CASTRO, L. J. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del valle de San Luis Potosí, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 27 (2) 103-113.
- SAS. Statistical analysis system. (2006). SAS User's Guide; Statistics (Version 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.
- SIAP. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Tamaulipas. Infografía Agroalimentario 2020. Primera edición. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 53
- SILVA, F. M. A.; RODRÍGUEZ, M. J. C.; DÍAZ, G. O.; y BAUTISTA, N. M. (2005). Efectividad biológica de un derivado de ácido graso para el control de *Macrosiphum rosae* L. (Homoptera: Aphididae) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Agrociencia 39: 319-325.
- SILVA, S. M. M.; CANO, M. A.; DÍAZ, G.; SERRANO, V.; RUIZ, J. A.; MEDINA, G. (2007). Estadísticas climatológicas básicas del estado de Tamaulipas (1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo. Libro Técnico No. 2. 307 p.

Summary: Sustainable agriculture raises the use of environmentally friendly compounds that can replace synthetic pesticides. In sorghum the method of chemical weed control during pre-sowing is based on the use of herbicides such as glyphosate. The objective of this experiment was to evaluate organic herbicides as an alternative to glyphosate for the commercial weed control. The experiment was established at CERIB, Tam., during spring cycle, 2021. A randomized block design with four replications was used. Glyphosate at 2.5 L ha⁻¹ and HO1 and HO2 organic herbicides) at 1.0 L ha⁻¹ were sprayed in two types of water. Weed control was evaluated at 7, 14 and 21 days. Weed species in experimental site were: Silverleaf (13.0 ± 9.9 m²); Quelite (13.0 ± 7.5 m²); annual grasses (27.2 ± 22.8 m²) with low incidence also were present Round-leafed (2.5 ± 1.9 m²) and Partenium (1.7 ± 1.4 m²). In statistical terms, the factor that most contributed to explaining the results was herbicide (82 %) of the accumulated variance ($P < 0.001$). Glyphosate in slightly acidic water, pH = 5.64, soft (CO₃ = 0 ppm) was the best treatment

for control of Quelite (90.3 %) and Round-leafed (72.9 %). There were no statistical differences in water quality for glyphosate for the control of Silverleaf (93.1% and 87.5%) and grasses (88.3 % and 69%). Organic herbicides at 21 DAA (T4, T5, T6 and T7) resulted in very poor weed control. No organic herbicide treatment exceeded weed control obtained with Glyphosate.

Keywords: herbicides, organic, pre sowing

MALEZAS HOSPEDERAS DE PIOJO HARINOSO EN EL VALLE DE MEXICALI

Torres-Bojórquez Ariana Isabel¹; Cruz-Villegas Manuel¹; Nuñez-Ramírez Fidel¹; Samaniego-Gámez Blanca Yesenia²; Torres- Bojórquez, Rogelio²; Bojórquez-Bojórquez, Germán Aurelio².

Correspondencia: ariana.torres@uabc.edu.mx

Resumen: *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) es una plaga cosmopolita de interés mundial debido a su carácter invasivo, facilidad y rapidez de dispersión, sus variaciones biológicas y morfológicas, y sus numerosos hospederos; es originaria de América Central, sin embargo, ha colonizado exitosamente 71 países alrededor del mundo, y se reporta en México desde 1992; en el valle de Mexicali se presentó como plaga de importancia económica en el cultivo del algodón en el año 2017. Recientemente, en dicha zona, se observaron malezas con presencia de piojo harinoso del algodón, sin embargo, pese a la importancia de esta plaga, a la fecha no se cuenta con reportes sobre las arvenses que fungen como hospederas de la plaga. En este estudio, se llevó a cabo un muestreo para la identificación de arvenses hospederas de *Phenacoccus solenopsis*, asociadas a campos de cultivo en la zona algodonera del Valle de Mexicali. Los resultados arrojaron que ocho especies de malezas fueron hospederas de piojo harinoso, con un porcentaje de 45.5 de incidencia absoluta de la plaga.

Palabras clave: *Phenacoccus solenopsis*, *Gossypium hirsutum*, malezas hospederas, malezas

INTRODUCCIÓN

Phenacoccus solenopsis Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) es una plaga cosmopolita de interés mundial debido a su carácter invasivo, facilidad y rapidez de dispersión, sus variaciones biológicas y morfológicas, y sus numerosos hospederos; es originaria de América Central (WILLIAMS y GRANARA de WILLINK, 1992), sin embargo, ha colonizado exitosamente 71 países alrededor del mundo (CABI, 2018), y se reporta en México desde el 1992 (GRANARA de WILLINK, 1992); así mismo, en nuestro país se carece de estrategias definidas para su manejo y control efectivo. En el valle de Mexicali se presentó como plaga de importancia económica en el cultivo del algodón en el año 2017. Este insecto provoca daño directo, al succionar la savia de las plantas y el manchado de la fibra de algodón y si no se realizan medidas de control las pérdidas en el cultivo de algodón pueden alcanzar más del 40 % de pérdidas económicas (VENNILA *et al.*, 2010). En el 2017, se reportó la presencia de este insecto en 215 predios con una superficie total de 3,405.99 hectáreas afectadas con presencia de la plaga, confinados a la zona noreste, centro y sur del valle (CESAVEBC, 2018). Recientemente, se observaron malezas con presencia de piojo harinoso del algodón, sin embargo, pese a la

importancia de esta plaga, a la fecha no se cuenta con reportes sobre las arvenses que fungen como hospederas de la plaga en la región, por lo que el objetivo de este estudio fue zona algodонера del Valle de Mexicali, por lo que el objetivo a la identificación de arvenses hospederas de *Phenacoccus solenopsis*, asociadas a campos de cultivo en la fue zona algodонера del Valle de Mexicali.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo en diez localidades pertenecientes al Valle de Mexicali (Cuadro 1) durante el ciclo primavera-verano de 2020. Por cada parcela recorrida, se realizaron colectas de arvenses asociadas al cultivo del algodонера. Las plantas recolectadas fueron divididas en dos muestras por espécimen, una fue montada y acondicionada con la ayuda de una prensa botánica, y los duplicados de las muestras fueron colocados en bolsas de papel estraza, previamente etiquetadas, las cuales se mantuvieron en hieleras a 4°C durante su traslado al laboratorio, donde se llevó a cabo la identificación de las mismas. La identificación de malezas fue realizada por el doctor Manuel Cruz Villegas, responsable del laboratorio de malezas del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), mediante el uso de claves taxonómicas (ESPINOSA-GARCÍA y SARUKHÁN, 1997) y colecciones de referencia existentes en el Herbario ICA-UABC (32°24'26.0"N 115°11'48.2"W).

Selección de los sitios de muestreo

Los sitios considerados para las colectas corresponden a cuatro áreas típicas donde se producen cultivos de interés económico (algodón, trigo y hortalizas) en siembras comerciales y son representativas de la región, además de proveer un rango de condiciones ambientales y agronómicas representativas de las distintas zonas productoras del estado de Baja California.

Colecta del material biológico para identificación

Dentro, y en la periferia, de plantaciones, de algodón, establecidas en los sitios muestreados, se condujo un muestreo en cinco de oros y se recolectaron al azar, malezas de cada especie presente, las cuales fueron acondicionadas y montadas en prensa botánica, y trasladadas a laboratorio para su posterior identificación.

Identificación de piojo mediante reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (RT-PCR)

Para corroborar la identificación de la plaga mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), se formaron muestras compuestas de insectos adultos retirados de los duplicados de las malezas, se procedió a la extracción de ADN con un kit (DNeasy Blood & Tissue Kit, Qiagen, Duesseldorf, Germany). El gen mtDNA COI se amplificó según el protocolo sugerido por PARK *et al.* (2011).

Incidencia de la plaga

Para determinar la incidencia absoluta se calculó el número de plantas infestadas entre el número total de plantas muestreadas (GONZÁLEZ-FRANCO *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Distribución de sitios de muestreo en la zona de producción del Valle de Mexicali

Zona Agrícola	Ubicación	Lote	ha	Coordenadas	
				Longitud	Latitud
Noreste	Col. Osiris	6	7.33	-115.186	32.5596
Sur	Ej. Aguascalientes	32	12.20	-115.12281	32.28031
Sur	Ej. Aguascalientes	33	15.18	-115.11695	32.27768
Sur	Ej. Aguascalientes	42	19.50	-115.12461	32.27821
Centro	Ej. Chiapas	13	21.28	-114.9597	32.4884
Centro	Ej. Chiapas	33	10.00	-114.9716	32.4759
Centro	Ej. Cd. Victoria	19	20.00	-114.9286	32.5967
Noreste	Ej. Cuernavaca	138	9.90	-115.305	32.5472
Noreste	Ej. Islas Agr. "B"	15	7.37	-115.264	32.606
Noreste	Ej. Islas Agr. "B"	15	4.29	-115.294	32.5867

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación taxonómica de especies

Se identificaron un total de 15 especies de malezas silvestres distribuidas en seis familias (Cuadro 2), colectándose un total de 300 plantas, de las cuales, seis especies se infestadas con la plaga.

Identificación de la plaga mediante reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (PCR)

La amplificación arrojó como resultado un fragmento de 649-bp, por lo cual se logró la corroborar la presencia de la plaga mediante PCR.

Identificación de especies hospederas e incidencia de la plaga

De las 15 especies colectadas, sólo siete fueron positivas para la infestación con la plaga (Cuadro 2). Por otro lado, se obtuvo un 45.3% de incidencia absoluta de la plaga.

Cuadro 2. Resultados de la detección de piojo en las malezas colectadas

Especie	Familia	Detección de piojo
<i>Ipomea purpurea</i>	Convolvulaceae	-
<i>Ipomea trifida</i>		-
<i>Convolvulus arvensis</i>		+
<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	+

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	+
<i>Amarantus hybridus</i>		+
<i>Chenopodium murale</i>	Chenopodiaceae	-
<i>Chenopodium album</i>		-
<i>Datura discolor</i>	Solanaceae	+
<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	+
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	+
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	-
<i>Echinochloa colonum</i>		+
<i>Sorghum halepense</i>		-

Se encontraron a los piojos infestando en porcentajes medios. Una posible causa de la ausencia del piojo en algunas arvenses es la preferencia por ciertas familias botánicas sobre otras (VENNILA *et al.*, 2010), así como la asociación temporal entre la planta y la plaga, debido a estacionalidad (BEN-DOV *et al.*, 2009), en este estudio, se colectaron malezas en la época de producción de algodón, por lo que la plaga pudo haber preferido hospedarse sobre el cultivo.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que las malezas son hospederas y reservorios naturales de del piojo harinoso del algodón; se recomienda prestar particular interés en la especie *Convolvulus arvensis*, ya que es una maleza perenne, que se encuentra asociada a un gran rango de cultivos, no solo al algodón y se encuentra distribuida por toda la región. El hecho de conocer los reservorios naturales de esta plaga que infesta a un gran rango de especies de importancia económica permitirá desarrollar y probar diferentes medidas manejo preventivo para su control.

BIBLIOGRAFÍA

- BEN-DOV, Y.; D.R. MILLER; G.A.P. GIBSON. (2009). ScaleNet: A Searchable Information System on Scale Insects. Available online at <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet.htm>.
- CABI. 2018. *Phenacoccus solenopsis*. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International.

- COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE BAJA CALIFORNIA. (2018). Presencia de piojo harinoso del algodnero en el algodón Ciclo P/V 2018. Nota. 5p.
- ESPINOSA-GARCÍA, F. J.; SARUKHÁN, J. (1997). Manual de malezas del Valle de México. Universidad Nacional Autónoma de México - Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. 407 pp.
- GRANARA DE WILLINK MC. (2003). Nuevas citas y huéspedes de *Phenacoccus* para la Argentina (Hemiptera: Pseudococcidae). (In Spanish; Summary In English). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 62(3/4): 80-82.
- PARK D S, SUH S J, HEBERT P D N, OH H W, HONG K J. (2011). DNA barcodes for two scale insect families, mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and armored scales (Hemiptera: Diaspididae). Bulletin of Entomological Research, 101, 429–434.
- VENNILA S., DESHMUKH A.J., PINJARKAR D., AGARWAL M., RAMAMURTHY V.V., JOSHI S., KRANTHI K.R., BAMBAWALE O.M. (2010). Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. Journal of Insect Science 10 (115): 1-9.

Summary: Cotton mealybug's host weeds in Valle de Mexicali. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) is a world wide interest's cosmopolitan pest due its invasiveness, fast and ease of dispersion, biological and morphological variability and wide range of host plants; it is native from Central America, however, has successfully colonized 71 countries around the world, it has been reported in Mexico since 1992. In 2017, it was found in Valle de Mexicali as an economic importance's pest. Recently, weeds with presence of cotton mealybug were observed in the area, despite of its importance, to this date, there are no reports on the range of *Phenacoccus solenopsis* host weeds, associated to cotton fields in the production zone in Valle de Mexicali. In the present study, a survey to detect the weed host range in the cotton production zone of Valle de Mexicali was carried out. The results shown eight weed species as cotton mealybug hosts, with a 45.5 percentage of absolute incidence of the pest.

Keywords. *Phenacoccus solenopsis*, *Gossypium hirsutum*, host weeds, noxious weeds

UNA ALTA RESISTENCIA DEL ZACATE PITILLO (*Ixophorus unisetus* (J. Presl) Schlttdl) A HERBICIDAS INHIBIDORES DE LA ALS, ES DEBIDO A UNA MUTACION POCO COMÚN EN GRAMÍNEAS

José G. Vázquez-García¹, Patricia Castro², Candelario Palma-Bautista¹, José Alfredo Domínguez-Valenzuela³, Hugo E. Cruz-Hipólito⁴ y Rafael De Prado¹

¹Departamento de Química Agrícola, Edafología y Microbiología, Universidad de Córdoba 14014, Córdoba, España.

²Departamento de Genética, Universidad de Córdoba 14014, Córdoba, España.

³Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, 56230, Texcoco de Mora, Edo. De México.

⁴FMC Agroquímica de México, 45010 Zapopan, México

RESUMEN

Un estudio de resistencia fue realizado en parcelas donde el control de zacate pitillo (*Ixophorus unisetus*) es cada vez más difícil. Un total de 22 parcelas se trataron con la dosis de 50 g ia de nicosulfuron. El porcentaje de cobertura con respecto al testigo 90 días después de la aplicación (DDA). En 15 parcelas, el control de *I. unisetus* fue superior al 85%. Sin embargo, en otras siete poblaciones el control fue muy deficiente (<10% de control). Se colectó una población etiquetada como sensible (IxS1) y dos poblaciones provenientes del lugar donde el control fue deficiente (IxR1 y IxR2). Por otro lado, estudios de curva dosis respuesta realizados en la Universidad de Córdoba, España, confirmaron altos niveles de resistencia del zacate pitillo, con una ED₅₀ de 25.6, 187.98 y 214 g ia ha⁻¹ en IxS, IxR1 e IxR2, respectivamente. Paralelamente, ensayos realizados con malatión (inhibidor del citocromo P450) mostró que mecanismos fuera del sitio de acción (NTSR-basado en metabolismo mejorado) podrían estar implicados en la resistencia de IxR2 ya que su ED₅₀ disminuía a 154.65 g ai ha⁻¹. Por otro lado, se observó que no había diferencias en cuanto a la retención foliar del herbicida en las tres poblaciones. Con respecto a mecanismos de resistencia en el sitio de acción (TSR), mediante estudios moleculares se encontró que en la secuencia parcial de la enzima ALS existe una mutación en la posición 376 sustituyendo Asp por Glu. Esta mutación se encontró en las dos poblaciones resistentes. Los mecanismos NTSR y TSR están implicados en la baja susceptibilidad del zacate pitillo al herbicida nicosulfuron, por lo que otro tipo de control, además del químico, deberá de ser empleado dentro de un manejo integrado de malezas. **Palabras clave:** resistencia cruzada, acetolactato sintasa, actividad enzimática, malezas en maíz

SUMMARY

A resistance study was carried out in plots where the control of “pitillo” grass (*Ixophorus unisetus*) is increasingly difficult. A total of 22 plots were treated with 50 g ia ha⁻¹ of nicosulfuron. The percent cover with respect to the control 90 days after application (DDA) was evaluated. In 15 plots, *I. unisetus* control was greater than 85%. However, in seven populations control was very poor (<10% control). One population labeled as sensitive (IxS1) and two populations from the sites where the control was poor (IxR1 and IxR2) were collected. On the other hand, dose-response curve studies conducted at the University of Cordoba, Spain, confirmed high levels of resistance of “pitillo” grass, with an

ED₅₀ of 25.6, 187.98 and 214 g ia ha⁻¹ in IxS, IxR1 and IxR2, respectively. In parallel, trials conducted with malathion (cytochrome P450 inhibitor) showed that Non-target site mechanisms (NTSR-based enhanced metabolism) could be involved in the resistance of IxR2 as its ED₅₀ decreased to 154.65 g ai ha⁻¹. In addition, no differences were observed in foliar retention of the herbicide in the three populations. Regarding to target site resistance (TSR) mechanisms, molecular studies showed that in the partial sequence of the ALS enzyme there is a mutation at position 376, substituting Asp for Glu. This mutation was found in both resistant populations. The NTSR and TSR mechanisms are implicated in the low susceptibility of “pitillo” grass to the herbicide nicosulfuron, so another type of control, besides the chemical one, should be used within an integrated weed management.

Keywords: Cross-resistance, acetolactate synthase, enzyme activity, corn weeds

CONTROL DE MALEZA CON ACOLCHADO PLÁSTICO Y APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LIMÓN MEXICANO

M. Orozco-Santos¹, K. García-Mariscal²

¹Campo Experimental Tecomán-CIRPAC-INIFAP. Km 35 carretera Colima-Manzanillo. Tecomán, Col. orozco.mario@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Tecomán-CIRPAC-INIFAP. Km 35 carretera Colima-Manzanillo. Tecomán, Col. garcia.karina@inifap.gob.mx

Resumen: De julio a octubre del 2021 se evaluó el uso de acolchado (ACO) plástico de color blanco combinado con la aplicación de herbicidas pre y postemergentes para el control de maleza en limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México. Los tratamientos evaluados fueron: 1) ACO + paraquat a 0.2% de i.a., 2) ACO + glufosinato de amonio a 0.173%, 3) ACO + mezcla de paraquat/indaziflam a 0.03%, 4) ACO + mezcla de glufosinato de amonio/indaziflam a 0.03%, 5) Suelo desnudo + glifosato a 0.363% y 6) Testigo sin aplicación. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y se realizaron evaluaciones a los 15, 30, 60 y 84 días después de la aplicación (DDA). Los herbicidas postemergentes (paraquat, glufosinato de amonio y glifosato) proporcionaron un control adecuado de maleza durante los primeros 27 a 30 días DDA (90 a 99%) y fueron necesarias tres aplicaciones de cada molécula durante el período de estudio. En cambio, una sola aplicación de la mezcla de paraquat + indaziflam o glufosinato de amonio + indaziflam proporcionó en excelente control (93 a 100%) durante 84 días, lo cual se atribuye al efecto residual del indaziflam. Además, el acolchado plástico evito la germinación y crecimiento de maleza a lo largo de las hileras de árboles, reduciendo en un 40-50% el uso de herbicidas. Esta tecnología se visualiza como una alternativa de control de maleza, empleando este método físico en combinación con los herbicidas paraquat, glufosinato de amonio e indaziflam.

Palabras clave: *Citrus aurantifolia*, arvenses, control físico, control químico

INTRODUCCIÓN

México es el primer productor de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] en el mundo. Para el año 2020, se cultivaron 95,697 hectáreas de este frutal con una producción de 1.222 millones de toneladas de fruta. En la región tropical seca del Pacífico-Centro, que comprende los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca se cultiva el 96.8% de la superficie nacional (SIAP, 2021). En la región del trópico seco de México, la maleza representa un serio problema en huertos de limón mexicano, principalmente en plantaciones recién establecidas, ya que el crecimiento de estos frutales es lento en comparación al de las malas hierbas. El rápido crecimiento y

desarrollo de la maleza en huertos se debe a las excelentes condiciones de humedad durante las lluvias que ocurren en la época de verano y a los riegos constantes que se dan en la época seca, favoreciendo la germinación, crecimiento y fructificación de diferentes arvenses (OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014). Su control está basado en métodos manuales, mecánicos y químicos (MEDINA *et al.*, 2001; OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014) y recientemente físicos (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2019). En este frutal, el herbicida más utilizado desde hace varias décadas ha sido el glifosato (VALDÉZ *et al.*, 1981). Sin embargo, otras alternativas químicas son el glufosinato de amonio y el paraquat, los cuales han demostrado una buena eficacia en el control de la maleza presente en limón mexicano (OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014). También, el herbicida preemergente indaziflam ha resultado promisorio en el control de arvenses en diversos cultivos agrícolas (KAAPRO y HALL, 2012; SEBASTIAN *et al.*, 2017), incluyendo limón persa (ESQUEDA, 2012) y limón mexicano (OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014). El 31 de diciembre de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación un decreto, mediante el cual se establecen acciones del gobierno federal para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato, por el uso de alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente (SEGOB, 2020). Esta disposición, hace necesario buscar alternativas de manejo de maleza que permita remplazar el uso del glifosato en cítricos. Estudios recientes han demostrado la viabilidad de un nuevo sistema de producción de limón mexicano con el uso de acolchado plástico, el cual ofrece diversas ventajas en comparación al sistema tradicional de suelo desnudo. Los beneficios más importantes son precocidad en la producción, incremento del rendimiento y control de maleza (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2019). En el presente trabajo se presentan resultados de la validación de un sistema de producción con acolchado plástico y aplicación de herbicidas pre y post-emergentes para el control de maleza en limón mexicano en el estado de Colima, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un huerto de limón mexicano variedad 'Colimex' en el ejido Caleras, municipio de Tecomán en el estado de Colima, México. La ubicación del huerto es: 18° 59' 57" latitud N, 103° 53' 5" longitud y a una altura de 50 msnm. El clima predominante es cálido subhúmedo Aw0, temperatura media anual de 26 °C y precipitación promedio de 810 mm anuales, siendo el régimen de lluvias principalmente en verano. En este trabajo se validó el efecto del acolchado plástico color blanco en combinación con la aplicación de diferentes tratamientos de herbicidas preemergentes (paraquat y glufosinato de amonio) y su mezcla con postemergentes (indaziflam) en comparación al sistema tradicional de suelo desnudo y empleo de glifosato (Tabla 1).

En junio del 2021 se realizó la preparación del terreno (dos pasos de rastra) y formación de bordos. El 7 de julio se colocó el plástico con una acolchadora mecánica jalada por un tractor agrícola. El plástico fue de color blanco/negro (superior/inferior) con un espesor de 150 μ y colocado en bordos de 1.5 m de ancho y 0.4 m de alto. El 10 de julio se realizó la plantación del limón mexicano variedad 'Colimex' sobre las hileras

acolchadas a una distancia de plantación 5 x 3.5 m (571 árboles/ha). Solo el tratamiento del sistema tradicional con glifosato se estableció en suelo desnudo.

Tabla 1. Tratamientos evaluados para el control de maleza en limón mexicano en Tecomán, Colima, México.

Tratamientos	Dosis del herbicida (% de i.a.)	Aplicaciones del herbicida (No) ^z
1. Acolchado + paraquat	0.2	3
2. Acolchado + glufosinato de amonio	0.173	3
3. Acolchado + mezcla 1 (paraquat + indaziflam)	0.2 + 0.03	1
4. Acolchado + mezcla 2 (glufosinato de amonio + indaziflam)	0.173 + 0.03	1
5. Suelo desnudo + glifosato	0.363	3
6. Testigo sin aplicación	-	-

^z Se realizaron tres aplicaciones de herbicidas en los tratamientos 1, 2 y 5: 14/Jul/21, 7/Ago/21 y 13/Sep/21. En los tratamientos 3 y 4 se hizo una sola aplicación: 14/Jul/21.

La parcela de validación consistió de 0.6 ha, utilizando dos hileras de árboles de 80 metros de longitud por cada tratamiento. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición consistió de dos hileras de 11 árboles cada una (424 m²). Los tratamientos de herbicidas fueron aplicados el 14 de julio del 2021 con una bomba de mochila manual con boquilla de cerámica tipo abanico 110-8003. A todos los tratamientos se les agregó el surfactante no iónico Inex A[®], en dosis de 1.0 mL por cada L de agua. La zona de aplicación fue una banda de 1.2 a 1.5 m de ancho en ambos lados de las hileras de árboles (Fig. 1). En el caso del glifosato, la aplicación fue total: en las bandas y sobre la cama de suelo desnudo. De julio a octubre del 2021, se realizaron tres aplicaciones de los tratamientos de herbicidas solos (glufosinato de amonio, paraquat y glifosato), mientras que con las mezclas (glufosinato de amonio + indaziflam y paraquat + indaziflam) fue una aplicación. El control de maleza en las calles se realizó con desbrozadora. Las prácticas de manejo agronómico del cultivo de limón mexicano como riego, nutrición, poda, control de maleza, plagas y enfermedades se realizan de acuerdo al paquete tecnológico del INIFAP (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2014).

Al establecimiento del trabajo, se realizó un muestreo por toda la parcela experimental para determinar las especies de maleza predominantes. A los 15, 30, 60 y 84 días después de la aplicación (DDA) se realizaron evaluaciones visuales del porcentaje de control de la maleza presente en cada tratamiento y la posible toxicidad

provocada al cultivo de limón mexicano, de acuerdo a lo indicado por ALEMÁN (2004). Se utilizó la escala porcentual 0 a 100%, en donde 0 significa que no hubo ningún efecto en el control de la maleza y 100 que fueron completamente eliminados (CARMONA *et al.*, 2001). Los datos se sometieron a un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$).



Figura 1. Zona de aplicación de los tratamientos de herbicidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de maleza predominantes en orden de importancia fueron: *Amaranthus spinosus* L., *Panicum maximum* Jacq., *Ixophorus unisetus* Presl. Schtdl., *Malvastrum* sp., *Euphorbia nutans* Lag., *Trianthema portulacastrum* L., *Portulaca oleracea* L., *Boerhavia erecta* L., *Merremia* sp. e *Ipomoea* sp. En la Tabla 2 se presenta información del efecto de los tratamientos sobre el control de maleza en las diferentes fechas de evaluación. A los 15 DDA, todos los tratamientos de herbicidas mostraron un control adecuado de todas las malezas, registrando una eficacia superior al 90% en comparación al testigo sin aplicación. El control se atribuye al efecto postemergente del paraquat, glufosinato de amonio y glifosato. A los 30 DDA, las parcelas con acolchado que incluyeron aplicación de los herbicidas postemergentes tuvieron un control superior al 90%, producto de dos aplicaciones. Asimismo, los tratamientos que incluyeron una aplicación de la mezcla 1 (paraquat + indaziflam) y mezcla 2 (glufosinato de amonio + indaziflam) presentaron un control similar a dos aplicaciones de postemergentes. A los 45 DDA, los herbicidas postemergentes registraron de 85 a 88% de control, mientras que las mezclas 1 y 2 tuvieron una eficacia del 99-100% de la maleza. A los 60 DDA, los tratamientos de paraquat, glufosinato de amonio y glifosato registraron una eficacia del 28 al 33%, lo cual demandó una tercera aplicación de estos herbicidas. Las parcelas tratadas con las mezclas 1 y 2 continuaron mostrando un excelente control de la maleza (98 a 100%). En el muestreo realizado a los 84 DDA, los tratamientos de acolchado con cualquiera de los herbicidas postemergentes presentaron de 35 a 44% de control de

maleza, producto de tres aplicaciones realizadas a los 0, 27 y 60 días de establecido el estudio. En cambio, la combinación del acolchado con una sola aplicación de la mezcla de herbicidas pre y postemergentes ofrecieron una eficacia de 93 y 99% para paraquat + indaziflam y glifosato de amonio + indaziflam, respectivamente.

Los resultados del presente trabajo demuestran la eficacia de los herbicidas paraquat y glufosinato de amonio en el control de maleza en limón mexicano, siendo su comportamiento muy similar al registrado con el glifosato. Los tres herbicidas controlaron eficientemente la maleza presente y fue necesario realizar aplicaciones cada 27-30 días para mantener un control adecuado. Estas evidencias confirman las recomendaciones que se tienen en el manual de manejo de maleza en este frutal (OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014). Asimismo, los herbicidas paraquat y glufosinato de amonio en mezcla con indaziflam controlaron la maleza activa al momento de la aplicación por el efecto postemergente de los dos primeros y evitaron la germinación de semillas durante 84 días por la acción residual del indaziflam. El Indaziflam es un herbicida preemergente y su eficacia ha sido demostrada en limón persa (ESQUEDA, 2012) y limón mexicano (OROZCO-SANTOS y FARÍAS-LARIOS, 2014). Por otra parte, el empleo del acolchado plástico registró un control total de maleza a lo largo de las hileras de limón mexicano, actuando como una barrera física que evita la germinación de semillas y crecimiento de la maleza. Esta tecnología, además del control de maleza, se reduce en un 40-50% el uso de herbicidas en comparación al sistema tradicional de suelo desnudo. También, se ha demostrado que proporciona precocidad y duplica el rendimiento (33.4 contra 15.8 ton/ha) comparado con un suelo sin acolchar (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2021), lo cual la hace altamente rentable y competitiva. Los resultados permiten proponer un sistema de manejo integrado de maleza en limón mexicano, combinando el control físico, químico y mecánico: empleo de acolchado plástico para controlar la maleza a lo largo de la hilera de árboles, los herbicidas glufosinato de amonio o paraquat aplicado en las bandas laterales del acolchado y desbrozadora o desvaradora para eliminar la maleza entre las calles o hileras de árboles.

Tabla 2. Efecto de tratamientos de acolchado plástico y herbicidas sobre el control de maleza en limón mexicano variedad 'Colimex'.

Tratamientos ^y	Control de maleza (%) ^z				
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA	84 DDA
1. Aco + paraquat	90 a	96 a	85 a	33 b	35 b
2. Aco + glufosinato de amonio	92 a	99 a	86 a	28 b	44 b
3. Aco + mezcla 1 (par + ind)	90 a	93 a	99 a	98 a	93 a
4. Aco + mezcla 2 (glu + ind)	99 a	98 a	100 a	100 a	99 a
5. Suelo desnudo + glifosato	90 a	90 a	88 a	28 b	40 b

6. Testigo sin aplicación 0 b 0 b 0 b 0 c 0 c

^zSeparación de medias según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^yAco = Acolchado; par = paraquat; glu = glufosinato de amonio; ind = indaziflam. Se realizaron tres aplicaciones de herbicidas en los tratamientos 1, 2 y 5: 14/Jul/21, 7/Ago/21 y 13/Sep/21.

CONCLUSIONES

- Los tratamientos de glufosinato de amonio y paraquat tuvieron un control eficiente de las especies de maleza presentes en el huerto de limón mexicano. Ambos herbicidas registraron un control adecuado, por lo que es factible su empleo como alternativa al glifosato.

- El uso de acolchado plástico de color blanco/negro (superior/inferior) proporcionó un control eficaz de la maleza a lo largo de la hilera de árboles, lo cual permite reducir en un 40-50% los herbicidas empleados.

AGRADECIMIENTOS

Estos resultados son parte de la actividad No. 19: Validar alternativas al glifosato para el control de maleza en frutales tropicales en Colima, del proyecto "ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO PARA EL CONTROL DE MALEZA EN MÉXICO".

BIBLIOGRAFÍA

- ALEMÁN, F. (2004). Manual de investigación agronómica: con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- ESQUEDA, E.V.A. 2012. Control preemergente de malezas en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) con indaziflam. P. 172-178. In: Memoria del XXXIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. Villahermosa, Tab., México.
- CARMONA, R.; SAYÃO, C.A.N.B.; CARVALHO, P.R. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36 (10):1301-1307.
- KAAPRO, J.; HALL, J. 2012. Indaziflam – a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. Pakistan Journal of Weed Science Research 18:267-270.
- MEDINA, U.V.M.; ROBLES, G.M.M.; BECERRA, R.S.; OROZCO, R.J.; OROZCO, S.M.; GARZA, L.J.G.; OVANDO, C.M.E.; CHÁVEZ, C.X.; FÉLIX, C.F.A. 2001. El cultivo del limón mexicano. INIFAP. Libro Técnico Núm. 1. México. 188 p.
- OROZCO-SANTOS, M.; ROBLES-GONZÁLEZ, M.M.; VELÁZQUEZ-MONREAL, J.J.; MANZANILLA-RAMÍREZ, M.A.; BERMÚDEZ-GUZMÁN, M.J.; CARRILLO-MEDRANO, S.H.; MEDINA-URRUTIA, V.M.; HERNÁNDEZ-FUENTES, L.M.; GÓMEZ-JAIMES, R.; MANZO-SÁNCHEZ, G.; FARIÁS-LARIOS, J.; NIETO-ÁNGEL, D.; MIJANGOS-HERNÁNDEZ, E.; SÁNCHEZ-DE LA TORRE, J.A.;

- VARELA-FUENTES, S. 2014. El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.
- OROZCO-SANTOS, M.; FARIAS-LARIOS, J. 2014. Manejo Integrado de Maleza. p. 398-417. *In: El limón mexicano (Citrus aurantifolia)*. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.
- OROZCO-SANTOS, M.; GARCÍA-PRECIADO, J.C.; VELÁZQUEZ-MONREAL, J.J.; MANZANILLA-RAMÍREZ, M.A.; GARCÍA-MARISCAL, K.P.; ROBLES-GONZÁLEZ, M.M.; HERNÁNDEZ-FUENTES, L.M. 2019. Uso de acolchados plásticos para reducir el impacto del huanglongbing y promover precocidad de la producción en limón mexicano. Folleto Técnico No. 21. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 29 p.
- OROZCO-SANTOS, M.; GARCÍA-PRECIADO, J.C.; ROBLES-GONZÁLEZ, M.; VELÁZQUEZ-MONREAL, J.J.; MANZANILLA-RAMÍREZ, M.A. 2021. Uso de acolchados plásticos para reducir el impacto del huanglongbing e incrementar el rendimiento de fruta en limón mexicano. Memorias del XXIII Congreso Internacional y XLVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen.
- SEBASTIAN, D.J.; FLEMING, M.B.; PATTERSON, E.L.; SEBASTIAN, J.R.; NISSEN, S.J. 2017. Indaziflam: A new cellulose biosynthesis inhibiting herbicide provides long term controls of invasive winter annual grasses. *Pest Management Science* 73:2149-2162.
- SEGOB 2020. Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020. Consultado el 15 de mayo de 2021.
- SIAP 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consulta el 15 de mayo del 2021.
- VÁLDEZ, V.J.; MEDINA-U., V.M.; OROZCO, R.J.; BECERRA, R.S. 1981. El cultivo del limón en el estado de Colima. Folleto para productores No. 1. SARH.INIA. Campo Agrícola Experimental Tecomán. 17 p.

Summary: From July to October 2021, the use of white plastic mulch (WPM) combined with the application of pre and postemergence herbicides for weed control in Mexican lime (*Citrus aurantifolia*) was validated in the state of Colima, Mexico. The treatments evaluated were: 1) WPM + paraquat at 0.2% ai, 2) WPM + glufosinate ammonium at 0.173%, 3) WPM + mixture of paraquat/indaziflam at 0.03%, 4) WPM + mixture glufosinate ammonium/indaziflam at 0.03%, 5) Bare soil + glyphosate at 0.363% ai and 6) control without application. A randomized block design with four repetitions was used and evaluations were made at 15, 30, 60 and 84 days after application (DAA). Postemergence herbicides (paraquat, glufosinate ammonium, and glyphosate) provided adequate weed control during the first 27 to 30 DAA (90 to 99%), and three applications of each molecule were required during all the study. In contrast, a single application of the mixture of paraquat + indaziflam or glufosinate ammonium + indaziflam provided excellent control (93 to

100%) for 84 days, which is attributed to the residual effect of indaziflam. In addition, the use of plastic mulch prevent the seed germination and growth of weeds along the rows of trees, reducing the use of herbicides by 40-50%. This technology is an alternative for weed control in Mexican lime, using this physical method (WPM) in combination with herbicides as paraquat and glufosinate ammonium alone or mixed with indaziflam.

Keywords: *Citrus aurantifolia*, weed, physical control, chemical control

APLICACIÓN EN PRESIEMBRA DE HERBICIDAS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL BAJÍO

¹T. Medina-Cazares*, ¹S. Montes-Hernández, ¹M. Hernández-Martínez,
¹S.S. González-Figueroa.

¹Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-SMA km 6.5,
Celaya, Gto. México. medina.tomas@inifap.gob.mx.

Resumen: En el cultivo de maíz el método para control de maleza más utilizado por los productores es el químico, pero su uso excesivo ha ocasionado que su eficiencia disminuya. Por lo cual el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de nuevas alternativas para el control de maleza, mediante el uso de herbicidas orgánicos comparando con los testigos: químicos tradicionales, deshierbes mecánicos y manuales. Se estableció en el CEBAJ-INIFAP un lote experimental de maíz con la variedad H-383 C, la preparación del terreno y fertilización se realizó según las recomendaciones de INIFAP. Se utilizó un diseño experimental de franjas con un arreglo completamente al azar con 4 repeticiones. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue en postemergencia a la maleza y preemergencia al cultivo. Se realizaron dos evaluaciones: 1ª al momento de la aplicación y 2ª 15 días después de aplicación (dda). Se evaluaron las siguientes variables: conteo de malezas y porcentaje de control de malezas por estimación visual. Se identificaron cuatro especies de malezas de hoja angosta y ocho especies de malezas de hoja ancha. Los mejores tratamientos para el control de maleza fueron los testigos control manual y control mecánico con 99.99 % de control, seguidos del testigo regional con 92.84 % y 90.05 % de control de hoja ancha y angosta respectivamente. Los herbicidas orgánicos tienen controles deficientes pero se puede mejorar su comportamiento evaluándolos en distintas etapas de aplicación y con diferentes adherentes y dosis.

Palabras Clave: *Zea mays*, glifosato, Herbitech, Secnatural, Finale.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en nuestro país es importante a nivel alimentario, industrial, económico, cultural y social. En 2019 la superficie sembrada fue de 7,481,136 ha, con una producción de 21,885,170 t de grano (SIAP, 2020). Los cinco principales estados productores de maíz del país son: Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México y Guanajuato. En la región centro occidente del estado de Guanajuato conocida como El Bajío se reportó

una producción de 1,556,131 toneladas en el año agrícola 2020 (SIAP, 2020), donde c.a. del 79% corresponde a la siembra de maíz blanco de riego (SADER-Gto, 2020).

Este cultivo durante su desarrollo puede ser afectado por diferentes plagas entre las más determinantes están las malezas que, si no se controlan en los primeros 30 días pueden llegar a ocasionar pérdidas de entre 10-84% (DERAS-FLORES, 2020), además, limita el desarrollo y vigor, lo que ocasiona que el cultivo tenga menor resistencia a otras plagas o enfermedades (ROSALES *et al.*, 2011).

Los controles para el manejo de las malezas en esta región son labores culturales antes de la siembra (barbecho, rastreo y surcado) lo que contribuye a disminuir la población de malezas presentes en el cultivo y durante el desarrollo del cultivo mediante escardas y deshierbe manual. Sin embargo, actualmente el método más utilizado por los productores de maíz es el químico, debido a su practicidad por costos y momento de aplicación (PONS, 2013).

Actualmente debido al uso excesivo de los controles químicos, la eficiencia de los mismos está disminuyendo, por lo cual es imperante evaluar las opciones que oferta el mercado de herbicidas en la región donde se comercializan tanto herbicidas químicos como orgánicos. Por lo cual el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de nuevas alternativas para el control de maleza, mediante el uso de herbicidas orgánicos comparando con los testigos: químicos tradicionales, deshierbes mecánicos y manuales sobre el control de malezas en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental Bajío, ubicado en Celaya, Gto., en el ciclo primavera-verano 2021, se estableció un lote experimental de maíz con la variedad H-383 C en el cual se están probando nuevas alternativas para el control de maleza.

La preparación del terreno consistió en dos rastras, nivelación, surcado, siembra, fertilización y riego de nacencia. Se fertilizó con la fórmula 240-60-00, aplicando la mitad de nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y el resto a los 35 días. La densidad de siembra fue de 20 kg de semilla por hectárea. El 05-IX-2021 se llevó a cabo el riego de presiembra para que emergiera toda la maleza, la siembra del cultivo se realizó el 10-IX-2021.

Se utilizó un diseño experimental de franjas con un arreglo completamente al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió en 8 surcos de 20 metros de largo. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue en postemergencia a la maleza y preemergencia al cultivo, la aplicación se realizó el 15-IX-2021, con una aspersora de motor Robin RSO3, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm una de otra, con una presión de 40 PSI y un gasto de agua de 230 L ha⁻¹.

Los tratamientos que se aplicaron al cultivo de maíz se muestran en la Tabla 1, donde se observa el uso de 3 herbicidas orgánicos, 3 químicos y los testigos (enhierbado, control mecánico y control manual).

Tabla 1. Tratamientos alternativos y testigos aplicados en maíz. Ciclo PV 2021, Lote 19; Campo Experimental Bajío.

No.	Tratamientos	Dosis ha ⁻¹
1	Testigo enhierbado	
2	Gramoxone	2.0 L
3	Sec Bios (herbicida orgánico)	2.0 L
4	Finale	2.0 L
5	Testigo control manual	No. de jornales
6	Sec Natural (herbicida orgánico)	15 ml/L de agua
7	Glifosato: Testigo regional	3.0 L
8	Herbitech (herbicida orgánico)	15 ml/L de agua
9	Testigo Control mecánico	2 a los 15 y 30 días

Se realizaron dos evaluaciones: 1^a al momento de la aplicación y 2^a 15 días después de la aplicación (dda). En cada evaluación se registraron las siguientes variables: conteo de malezas con cuadrante de 25 cm x 50 cm (en ambas evaluaciones) y porcentaje de control de malezas por estimación visual (2^a evaluación), utilizando la escala 0-100, donde 0= cero control y 100= muerte completa de la planta. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza, previa transformación de los datos de porcentaje de control de maleza con la función arcoseno y cuando la prueba de F resulto significativa, se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de medias Tukey (DSH) con $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presenta el número especies y la población de malezas por m² antes de la aplicación de los tratamientos y 15 días después, se identificaron cuatro especies de malezas de hoja angosta y ocho especies de malezas de hoja ancha. Se puede observar la reducción de población de cada especie después de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 2. Cuantificación de malezas en el cultivo de maíz en cada tratamiento aplicado, CEBAJ. Lote 19. Ciclo P-V 2021.

Especies de Malezas			Antes de la aplicación (Plantas m ⁻²)									15 dda (Plantas m ⁻²)								
Nombre común	Nombre científico	Familia	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Jhonson	<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae	10	72	8	12	10	38	22	10	8	2	8	20	20	0	6	4	38	0
Pegarropa	<i>Setaria adhaerens</i> Chiov.	Poaceae	10	6	8	8	8	6	8	8	8	0	4	0	0	0	4	0	0	0
Bledo	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	6	6	8	8	8	6	10	6	8	0	2	0	0	0	2	4	2	0
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	10	8	8	8	10	10	6	8	10	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Rosa amarilla	<i>M. perfoliatum</i> L.	Asteraceae	24	33	8	10	12	26	11	10	12	26	33	12	6	0	0	0	2	0
Olotillo	<i>Acalypha ostryifolia</i> Argemone	Euphorbiaceae	10	6	8	6	6	8	8	8	8	2	8	2	0	0	0	2	0	0
Chicalote	<i>mexicana</i> L.	Papaveraceae	16	6	12	8	8	10	8	8	8	10	0	0	8	0	0	0	0	0

T1= Testigo Enhierbado; T2= Gramoxone; T3= Herbicida Orgánico Sec Bios; T4=Finale; T5= Control manual; T6=Herbicida Orgánico Sec Natural; T7= Testigo Regional; T8= Herbicida Orgánico Herbitech; T9= Control mecánico; dda= Días después de la aplicación.

En la Tabla 3 se presenta la comparación de medias de la variable porcentaje de control de malezas de hoja ancha y hoja angosta a los 15 dda de los tratamientos, donde podemos observar que los mejores tratamientos son los testigos control manual y control mecánico con 99.99 % de control, seguidos del testigo regional con 92.84 % y 90.05 % de control de hoja ancha y angosta respectivamente. Los otros tratamientos obtuvieron valores menores a 73% en control de hoja ancha e inferiores a 63% en angosta, por lo cual basándose en la escala para el evaluar el control de maleza propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) (URZÚA, 2001), se consideran de regular a muy pobre control y para que un producto pueda catalogarse como control aceptable debe de presentar valores por arriba del 85%.

Tabla 3. Comparación de medias de porcentajes de control de maleza de hoja ancha y angosta en maíz, CEBAJ. Lote 19. Ciclo P-V 2021.

Tratamiento	Control de maleza (%)	
	Hoja Ancha	Hoja Angosta
Testigo enhierbado	0 e*	0 e
Gramoxone 2 L ha ⁻¹ + INEX	60.38 d	65.69 c

H. O. Sec Bios 2 L ha ⁻¹ + INEX	75.24 cd	65.21 c
Finale 2L ha ⁻¹ + INEX	80.62 c	73.05 c
Control manual	99.99 a	99.9 a
H. O. Sec Natural 15 mL L ⁻¹ de agua	73.05 cd	77.78 c
Testigo Regional (Glifosato) 3 L ha ⁻¹ + INEX	94.07 b	95.20 b
H. O. Herbitech 2 L ha ⁻¹ + INEX	80.62 c	75.24 c
Control Mecánico	99.9 a	99.99 a
DSH	5.74	5.16
C.V.	6.48	5.80

*Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales; H.O. = Herbicida orgánico; DSH $p < 0.05$; C.V.= Coeficiente de variación. INEX aplicado al 1 % v/v.

CONCLUSIONES

- Los mejores tratamientos fueron el control manual y el mecánico con 99.99% de control y el testigo regional con 92.84% y 90.05% de control de hoja ancha y angosta respectivamente.
- Los herbicidas orgánicos tienen controles deficientes pero se puede mejorar su comportamiento evaluándolos en distintas etapas de aplicación y con diferentes adherentes y dosis.

BIBLIOGRAFÍA

- DERAS-FLORES, H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz.
- PONS-HERNÁNDEZ, J. L.; TÉRRON-IBARRA, A. D.; PAREDES-MELESIO, R.; MEDINA-CÁZAREZ, T. (2013). Guía para la producción de maíz. *In* Guía para la producción de maíz, frijol, trigo y sorgo en Guanajuato. Libro Técnico No. 4. Instituto Nacional de Investigaciones forestales Agrícolas y Pecuarias.
- ROSALES, R. E.; SÁNCHEZ-DE LA CRUZ, R.; CERDA-GARCÍA, P. A. (2011). Control químico de malezas de hoja ancha en sorgo para grano. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 34(4):269-275.
- SADER-Gto. (2020). Reporte de avance de siembra de maíz del ciclo pv-2020, en Guanajuato. https://sdayr.guanajuato.gob.mx/contenido/adjuntos/publicaciones/2020/MONITOREO_MAIZ_SORGO_PV_2020_11062020.pdf
- SIAP (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Producción mensual Agrícola. <http://nube.siap.gob.mx/avence:agricola/>
- URZÚA, S. F. (2001). Estudios de efectividad biológica con herbicidas. En Bautista. N.; Díaz, O. (Eds.) Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. pp.85-94.

Summary: Pre-plant application of chemical and organic herbicides for weed control in corn crops in El Bajío. In the cultivation of corn, the method for weed control most used by producers is the chemical one, but its excessive use has caused its efficiency to decrease. Therefore, the objective of this work is to evaluate the behavior of new alternatives for weed control, through the use of organic herbicides, comparing with the controls: traditional chemicals, mechanical and manual weeding. An experimental corn lot with the H-383 C variety was established at EBAJ-INIFAP, the preparation of the land and fertilization were carried out according to the INIFAP recommendations. An experimental strip design was used with a completely randomized arrangement with 4 repetitions. The application of herbicide treatments was post-emergent to the weed and pre-emergent to the crop. Two evaluations were carried out: 1st at the time of application and 2nd 15 days after application (dda). The following variables were evaluated: weed content and percentage of weed control by visual estimation. Four species of narrowleaf weeds and eight species of broadleaf weeds were identified. The best treatments for weed control were the manual control and mechanical control with 99.99% control, followed by the regional control with 92.84% and 90.05% broad and narrow leaf control respectively. Organic herbicides have poor control but their performance can be improved by evaluating them at different application stages and with different adherents and doses.

Key words: *Zea mays*, glyphosate, Herbitech, Secnatural, Finale.

EFFECTO DE HERBICIDAS ALTERNATIVOS AL GLIFOSATO EN EL CONTROL DE ZACATE BERMUDA EN NOGAL PECANERO

Martínez Díaz Gerardo¹, López Carbajal Arturo¹, Fierros Leyva Gustavo¹, Burboa Cabrera Félix¹, Núñez Moreno Humberto¹, Vieira de Figueiredo Fernando¹

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

Resumen: El zacate bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) es una de las especies de maleza perenne más importantes en la Costa de Hermosillo en las plantaciones de frutales. El objetivo de este trabajo fue determinar el control de esta maleza por herbicidas que podrían ser alternativos al glifosato. El experimento se llevó a cabo en un huerto de dos años de nogal pecanero en la Costa de Hermosillo, Sonora. Los tratamientos fueron escarda, poda, paraquat, bioherbicida 1, bioherbicida 2, clethodim, glufosinato, MSMA, glifosato y Testigo sin control de maleza. Los herbicidas se aplicaron con la dosis comercial recomendada en la etiqueta. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental midió 2 x 24 m y contenía cuatro árboles. Antes de la aplicación los árboles se protegieron de las aplicaciones de herbicidas cubriendo el tronco con láminas de cartón a 60 cm de altura. Se realizaron tres evaluaciones de control utilizando una escala porcentual a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación. El control de zacate bermuda más alto en las tres evaluaciones se obtuvo con la escarda, poda, glifosato, y clethodim (mayor de 70%), siendo similares los controles en las dos primeras evaluaciones ($p \leq 0.05$). Paraquat, glufosinato, los dos bioherbicidas y MSMA presentaron un bajo control (menos de 50%). Los herbicidas no mostraron fitotoxicidad a los árboles de nogal.

Palabras claves: Maleza, herbicidas, nogal pecanero, control manual, gramínea.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de frutales más importantes son vid (*Vitis vinifera*), nogal (*Carya illinoensis*) y naranjo (*Citrus sinensis*); los de hortalizas son melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*), cabocha (*Cucurbita maxima*) y calabacita (*Cucurbita pepo*) y los cultivos básicos son trigo (*Triticum aestivum*), maíz (*Zea mays*), garbanzo (*Cicer arietinum*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). En los muestreos del otoño de 1997 se encontraron predominando especies perennes y anuales. En el grupo de malezas perennes, la correhuela perenne, zacate Johnson y zacate Bermuda fueron predominantes. El zacate Johnson presentó una alta incidencia (63%) y cobertura en frutales (17%), mientras que el zacate Bermuda tuvo una alta infestación en frutales (53%)

de incidencia y 15% de cobertura) (Ozuna *et al.*, 1999), Estas especies presentan una amplia distribución mundial y están dentro del grupo de las que se consideran las peores malezas del mundo (HOLM *et al.*, 1977).

El zacate Bermuda se reproduce principalmente por rizomas y puede ser altamente susceptible al laboreo, el cual se practica en menor escala en los huertos de frutales.

La maleza no tuvo efectos en el rendimiento del nogal en estado adulto (MARTÍNEZ, 2010), pero interfiere en la cosecha. Por otro lado, la maleza retrasa el desarrollo y la producción inicial del nogal si está compitiendo desde su plantación (NORTON y STOREY, 1970).

La maleza perenne normalmente se ha combatido con glifosato. Sin embargo, con la prohibición de este herbicida es necesario buscar herbicidas opcionales.

El objetivo de este trabajo fue determinar el control de zacate Bermuda con herbicidas alternativos al glifosato.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en un huerto de dos años de nogal pecanero en la Costa de Hermosillo, Sonora. Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos aplicados para el control de zacate bermuda en nogal pecanero.

Tratamiento	Actividad y/o Dosis del herbicida en g i.a. ha ⁻¹
Testigo absoluto	Se permitió crecer la maleza libremente
Escarda	Se realizó manualmente con azadón
Poda	Se podó con desbrozadora a 2 cm de altura
Paraquat	600
Bioherbicida 1	500 g extracto <i>D. stramonium</i> + 2100 g extracto plantas alelopáticas+ 100 g metabolitos de <i>Puccinia</i> + 300 g aceite de coco
Clethodim	336
Glifosato	2130
MSMA	888
Bioherbicida 2	500 g extracto <i>D. stramonium</i> + 1900 g extracto plantas alelopáticas+ 750 g toxinas de <i>Puccinia</i> + 1000 g resina de pino no iónica

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue de 2 x 24 m y contenía cuatro árboles de dos años de plantados. Antes de la aplicación los árboles se protegieron de las aplicaciones de herbicidas cubriendo el tronco con láminas de cartón a 60 cm de altura. Las aplicaciones se realizaron el 24 de agosto de 2021 con una mochila motorizada equipada con dos boquillas Teejet 8002. La cantidad de agua aplicada fue de 340 litros por ha. Al momento de la aplicación el zacate bermuda tenía 30 cm de altura.

Se realizaron tres evaluaciones de control utilizando una escala porcentual a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación.

Se realizó el análisis de varianza de los datos y la prueba de separación de medias aplicando la prueba DMS al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se formaron cuatro grupos estadísticos para la primera evaluación de maleza realizada a los 15 días después de la aplicación de los tratamientos. Los valores más altos de control se alcanzaron con los tratamientos de escarda, poda, glifosato y clethodim, siendo estos tratamientos similares entre sí (Tabla 2). El tratamiento que le siguió en porcentaje de control fue el paraquat con 53%. Los tratamientos con los bioherbicidas y glufosinato presentaron un bajo control y fueron similares entre sí. MSMA no presentó un control relevante del zacate bermuda.

En la evaluación realizada a los 30 días después de la aplicación también se formaron cuatro grupos estadísticos. Al igual que en la primera evaluación, los valores más altos de control se alcanzaron con los tratamientos de escarda, poda, glifosato y clethodim, siendo estos tratamientos similares entre sí (Tabla 2). Los tratamientos de paraquat, bioherbicidas y glufosinato formaron un grupo estadístico. MSMA y el testigo absoluto fueron similares estadísticamente.

En la evaluación realizada a los 45 días después de la aplicación también se formaron cinco grupos estadísticos. A diferencia de la primera y segunda evaluación los valores más altos de control se alcanzaron con los tratamientos de escarda, poda y glifosato, siendo estos tratamientos similares entre sí (Tabla 2). Los tratamientos de paraquat, el bioherbicida 2 y glufosinato formaron del siguiente un grupo estadístico. MSMA, el bioherbicida 1 y glufosinato aportaron los controles de zacate bermuda más bajos y estuvieron en el mismo grupo estadístico del testigo absoluto.

Los resultados de este estudio indican que solo clethodim tiene potencial para ser una alternativa viable al uso de glifosato para el control de zacate bermuda bajo las condiciones en que se desarrolla esta maleza en los huertos jóvenes de nogal pecanero, durante el primer mes después de la aplicación.

Es posible que otros herbicidas con el mismo modo de acción del clethodim (inhibidores de la ACCasa) puedan ser opciones al glifosato para el control de zacate bermuda. A la vez se necesita estudiar dosificaciones de este y otros herbicidas con el mismo modo de acción, en otras etapas fenológicas de esta maleza. Estos herbicidas

tienen un mayor costo que el glifosato, pero es posible que éste se reduzca al paso del tiempo, como ha sucedido con otros parasiticidas al convertirse en genéricos.

Tabla 2. Control de zacate bermuda días después de la aplicación (DDA) bajo los tratamientos herbicidas.

Tratamiento	Control de maleza (%)		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
Glifosato	95 a	99 a	98 a
Poda	95 a	91 a	92 a
Escarda	89 a	96 a	99 a
Clethodim	81 a	74 ab	46 b
Paraquat	53 b	53 bc	26 bcd
Bioherbicida 2	30 c	55 bc	36 bc
Glufosinato	26 c	53 bc	23 bcde
Bioherbicida 1	23 c	43 c	13 cde
MSMA	12 cd	5 d	10 de
Testigo	0 d	0 d	0 e

*Medias seguidas por letra diferente difieren entre sí según la prueba DMS al 0.05.

CONCLUSIONES

- El herbicida clethodim, las escardas y la poda pueden ser alternativas al uso del glifosato para el control de zacate bermuda en las huertas de nogal pecanero.
- Los bioherbicidas evaluados, paraquat, glufosinato y MSMA mostraron un bajo control de zacate bermuda en el periodo de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

BEFFA, R.; MENNE, H.; KOCHER, H. (2019). Herbicide resistance action committee (HRAC): Herbicide classification. Resistance evolution, survey, and resistance

- mitigation activities. In Modern Crop protection compounds. Ed. Jeschke P., Witschel M, Kramer W and Schirmer U. 3a Ed. Wiley-VCH. Verlag. Pp:1-28.
- HOLM, L.G.; D.L. PLUCKNETT; J.V. PANCHO; J.P. HERBERGER. (1977). The world worst weeds. Distribution and biology. Hawaii Univ. Press.
- MARTÍNEZ, D.G. 1992. Control de zacate bermuda: efecto de trifluralina y glifosato. XIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. ASOMECEMA. P:47.
- MARTÍNEZ, D.G. 2007. Composición florística de las huertas de nogal en México. CECH-CIRNO-INIFAP. Libro técnico No 8. 180 p.
- MARTÍNEZ, D.G. 2019. Efecto de la maleza como cobertera en la fertilidad del suelo y el rendimiento de nogal pecanero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 10(1):123-130
- NORTON, J.A.; J.B. STOREY. 1970. Effect of herbicides on weed control and growth of pecan trees. Weed Sci. 18:522-524.
- OZUNA, B.G.; N.A. YOCUPICIO; R.F., OCHOA; F.C., SILVA; G. MARTÍNEZ. 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.

Summary: Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) is one of the most important perennial weed species in fruit crops from La Costa de Hermosillo, Sonora. The aim of this work was to determine the bermudagrass control by herbicides that might be options to glyphosate. The experiment was carried out in a two years pecan orchard in La Costa de Hermosillo, Sonora. Treatments were hoeing, mowing, paraquat, bioherbicide 1, bioherbicide 2, clethodim, glufosinate, MSMA, glyphosate and chek without weed control. Herbicide rates were applied according to the label. Treatments were distributed under a completely randomized block design with three replications. The experimental unit was 2 x 24 m and contained four pecan trees. Pecan stems were protected with cardboard at 60 cm height before herbicide applications. Evaluations of bermudagrass control were made 15, 30 and 45 days after the applications. The highest bermudagrass control in the three evaluations (more than 70%) was achieved by hoeing, mowing, glyphosate and clethodim, being the control statistically similar in the first two evaluations ($p \leq 0.05$). Paraquat, glufosinate, the two bioherbicides and MSMA showed low bermudagrass control (lower than 50%). Herbicides were no phytotoxic to pecan trees.

Key words: Weed, herbicides, pecan, manual weeding, grass.

AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE MALEZAS DE INTERÉS AGRÍCOLA EN EL NORTE DE SINALOA

J.C. Martínez-Álvarez¹, N.D. Sotelo-Cerón¹, I.E. Maldonado-Mendoza¹, G.A. Mora Romero², K.Y. Leyva Madrigal², R.A. Fierro-Coronado¹

¹Departamento de Biotecnología Agrícola. IPN, CIIDIR Unidad Sinaloa

²Unidad de Investigación en Ambiente y Salud, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Los Mochis, Sinaloa
jcmartinezal@ipn.mx

Resumen: En este estudio se muestran los avances en las investigaciones relacionadas con el control biológico de malezas en la región norte de Sinaloa. Por una parte, se ha evaluado el potencial bioherbicida de microorganismos como algunas bacterias con potencial para el control biológico de *Amaranthus palmeri*, así como el potencial bioherbicida de algunos hongos en el control biológico de *Convolvulus arvensis*. Por otro lado, se ha evaluado *in vitro* el efecto alelopático de extractos de las plantas de *Ricinus communis* y *Helianthus annuus* L. sobre la germinación de *A. palmeri*. Fueron seleccionados aquellos aislados y extractos que cumplieron con las condiciones de producir una inhibición en la germinación y/o desarrollo de la maleza igual o mayor al 50%.

Palabras clave: control biológico, malezas, bioherbicidas.

INTRODUCCIÓN

En los campos agrícolas de México, la presencia de malezas representa uno de los factores de mayor importancia debido a que estas reducen los rendimientos y pueden causar pérdidas que van del 10% al 30% en la producción. Esto debido a que compiten por disponibilidad de espacio, agua, luz y nutrientes; a la vez que pueden actuar como reservorio de plagas y enfermedades. La creciente prevalencia de malezas resistentes a herbicidas ha creado un fuerte impulso para desarrollar estrategias novedosas para su control. El control biológico de malezas representa una herramienta de apoyo para el manejo integrado de los cultivos. Algunas de las alternativas son la utilización de microorganismos tales como bacterias y hongos, así como de extractos de plantas con propiedades alelopáticas, los cuales pueden tener efectos deletéreos sobre la germinación y desarrollo de las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento de bacterias

Se recolectaron muestras de la rizósfera de plantas de *A. palmeri* presentes en campos de cultivos agrícolas en Guasave, Sinaloa. Las raíces y el suelo adherido se

retiraron, se colocaron en bolsas y se mantuvieron a 4 °C hasta su procesamiento (FLORES VARGAS y O'HARA, 2006; LAKSHMI *et al.*, 2015; PATIL, 2014). Las muestras recolectadas se colocaron en tubos de polipropileno de 50 ml conteniendo 30 ml de agua destilada estéril, luego se removió la tierra adherida a las raíces mediante agitación vigorosa. Posteriormente, se realizaron diluciones seriadas con solución salina (0.85% p/v). El cultivo de bacterias se realizó mediante el método de extensión de placa en placas de medio Agar King B (SIGMA-ALDRICH Cat. No: 60786-500G) suplementadas con glicerina al 1% y se incubaron a 30 °C durante 24-48 h hasta que se observó el crecimiento de colonias. Las colonias obtenidas se purificaron en placas de medio King B Agar y se incubaron en las condiciones antes mencionadas.

Aislamiento de hongos

Se seleccionaron hojas de *C. arvensis* con síntomas de enfermedades por hongos, se esterilizaron superficialmente mediante por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl), seguido de enjuague en agua destilada estéril. Las hojas, se colocaron en una cámara húmeda con papel filtro estéril, humedecido con agua destilada estéril y fueron mantenidas por 5 a 7 d a 25 °C en oscuridad. La purificación de los hongos fitopatógenos se realizó por el método de punta de hifa, realizando un raspado en las lesiones de las hojas, las hifas obtenidas fueron colocadas en placas de Petri conteniendo medio de cultivo de agar papa dextrosa (PDA), que y se incubó a 28 °C durante 7 d (SOUZA *et al.*, 2017).

Obtención de extractos vegetales

Las muestras de hoja de plantas de *R. communis* y *H. annuus* fueron colectadas en campos de cultivo en el municipio de Guasave, Sinaloa, se colocaron en bolsas de plástico y se almacenaron a 4 °C para su posterior utilización. Posteriormente, se enjuagaron con agua corriente y agua destilada para retirar el polvo. Después fueron colocadas a temperatura ambiente durante 30 min para eliminar el exceso de humedad y por último se colocaron en un horno a 40 °C durante 48 horas para su secado, una vez secas, las hojas se cortaron en trozos de 2 cm y fueron pulverizadas (HASIB *et al.*, 2016). Para la realización del extracto, se preparó una suspensión a una concentración del 10% (p/v) del polvo de cada uno de los extractos en agua destilada. Posteriormente se incubaron a temperatura ambiente durante 24 horas y se filtraron con papel Whatman N°1 (EZZEDDINE *et al.*, 2015).

Ensayos *in vitro*

Para la evaluación con las bacterias, las colonias seleccionadas fueron crecidas en medio líquido, se esparcieron 0.5 mL de cada cultivo bacteriano en placas Petri con medio agua-agar estéril (0.8%) y se mantuvieron en una campana de flujo laminar hasta que el cultivo fue absorbido por el medio (Kennedy, 2016). Semillas de *A. palmeri* se desinfectaron sumergiéndolas en una solución de NaOCl al 1% durante tres minutos, seguido de tres lavados con abundante agua destilada estéril (FLORES-VARGAS y O'HARA, 2006; PACHECO-HERNÁNDEZ *et al.*, 2015). A continuación, las semillas se depositaron en las placas de Petri con medio agua-agar conteniendo los cultivos bacterianos. Los bioensayos se incubaron en la oscuridad a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) durante 6 días (Kennedy, 2016). Las placas de control por ensayo fueron semillas depositadas en medio agua-agar sin bacteria. La germinación y el porcentaje de longitud

total de la plántula se calcularon utilizando las ecuaciones (1) y (2), respectivamente (ALMAGHRABI *et al.*, 2014; PATIL, 2014). Se seleccionaron los aislamientos que inhibieron la germinación de las semillas y la longitud de las plántulas en un valor $\geq 50\%$.

% de germinación = (semillas germinadas) / (semillas totales) $\times 100$ (1)

Longitud% = (Longitud total) / (Longitud de los controles) $\times 100$ (2)

El potencial de los aislados fúngicos fue evaluada *in vitro* por el método de hoja desprendida. Para ello se seleccionaron hojas de plantas sanas de correhuela en campo. Las hojas seleccionadas se esterilizaron superficialmente y los peciolo de cada hoja fueron cubiertos con una compresa de algodón humedecida con agua destilada estéril, las hojas desinfectadas fueron colocadas en cajas Petri y se inocularon por el haz con un disco de PDA (5 mm de diámetro), conteniendo micelio de cada aislado fúngico. La severidad de la enfermedad causada a las hojas se midió de acuerdo a la escala establecida por RAZAGHI y ZAFARI (2017), se seleccionaron los aislados fúngicos que mostraron mayor definir qué es mayor severidad de la enfermedad (ZHANG *et al.*, 2016).

Para evaluar el efecto de los extractos vegetales, se colocaron semillas esterilizadas superficialmente, por el método antes mencionado, en placas Petri conteniendo una capa de papel filtro estéril humedecido con 2 ml de cada extracto. Se evaluaron tres concentraciones: 25 %, 50 % y 100 %. Posteriormente, se incubaron a temperatura ambiente en ausencia de luz durante 72 horas. El control se trató con 2 ml de agua destilada estéril (SAADAoui *et al.*, 2015). Por último, se calculó el porcentaje de germinación de las semillas mediante la fórmula antes mencionada.

Ensayos *in planta*

Las bacterias se cultivaron por 24 h en medio LB. Se depositaron semillas de *A. palmeri* desinfectadas en bandejas de germinación de poliestireno conteniendo una mezcla de sustrato de arena/vermiculita estéril (1:1 v/v). Las bandejas de germinación se incubaron en la oscuridad a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) durante 48 h hasta la germinación de la semilla. A continuación, se inocularon los pocillos con 1 mL de cada cultivo bacteriano ($1.3-2.8 \times 10^8$ UFC mL⁻¹). Las bandejas de germinación se mantuvieron a 28 °C bajo un fotoperiodo de 14 h de luz/10 h de oscuridad durante dos semanas. Después se midió la longitud de los brotes y las raíces y se registró el peso fresco de las plantas (FLORES-VARGAS y O'HARA, 2006; LAKSHMI *et al.*, 2015; PATIL, 2014).

Para la prueba de patogenicidad en plántulas con extractos de los hongos, semillas de *C. arvensis* fueron desinfectadas y transferidas a una placa de Petri con papel absorbente estéril. Las semillas se inocularon con 5 μ L de filtrado libre de células para cada uno de los tratamientos. Después de siete días de incubación en la oscuridad, a 28 ± 1 °C, se tomaron imágenes de las semillas, y se tomaron los datos de porcentaje de germinación, biomasa y longitud de la plántula.

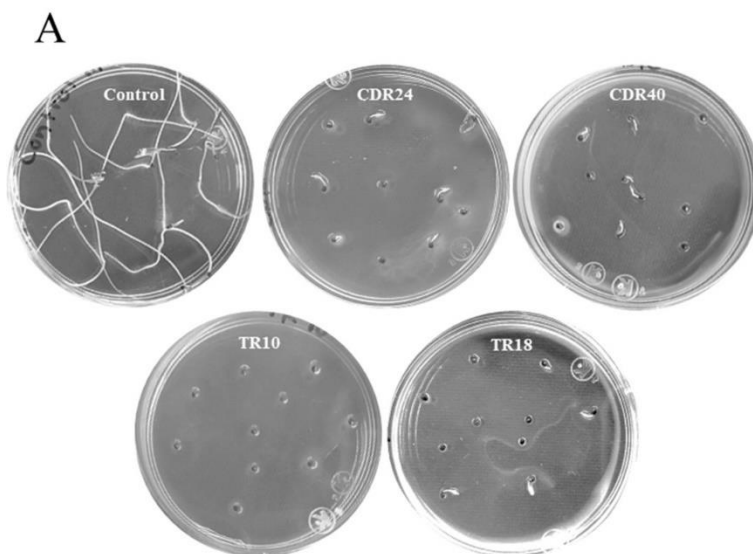
Identificación molecular

Los aislados bacterianos se cultivaron en tubos de ensayo con medio de cultivo LB y se incubaron en un agitador orbital. El ADN genómico se extrajo usando DNAzol (Invitrogen, Cat. No. 10503-027, EE.UU.), siguiendo las instrucciones del fabricante. Una vez realizada la extracción, se llevó a cabo la amplificación por PCR del gen ARNr 16S. Para ello, se utilizaron los oligonucleótidos F₂C (5'AGAGTTTGATCATGGCTC 3') y C (5

'ACGGGCGGTGTGTAC 3') (Shi et al., 1997). Posteriormente, se realizó la cuantificación de los productos, utilizando el kit Quant-iT dsDNA HS Assay para su envío a secuenciación. Las secuencias obtenidas fueron comparadas con el banco de datos del NCBI, utilizando la plataforma BLASTn para identificar las secuencias con mayor similitud.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se obtuvieron un total de 436 aislamientos de muestras de raíces recolectadas de tres campos de cultivo. Cuatro cepas (CDR24, CDR40, TR10 y TR18) identificadas como *Pseudomonas* sp. (TR10 and TR36), *Enterobacter* sp. (TR18) y *Bacillus* sp. (TR25), inhibieron la germinación de semillas en *A. palmeri* (Figura 1A-B) con porcentajes de inhibición superiores al 50%. Además, quince aislamientos provocaron una reducción en la longitud de las plántulas en *A. palmeri* de más del 50% (Cuadro 1). Para determinar el efecto de las bacterias en el desarrollo de las plántulas *A. palmeri*, se seleccionaron los quince aislados que inhibieron la germinación o redujeron el crecimiento de las plántulas en la evaluación *in vitro*. Dos aislados mostraron un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de las plántulas (Figura 2A-D).



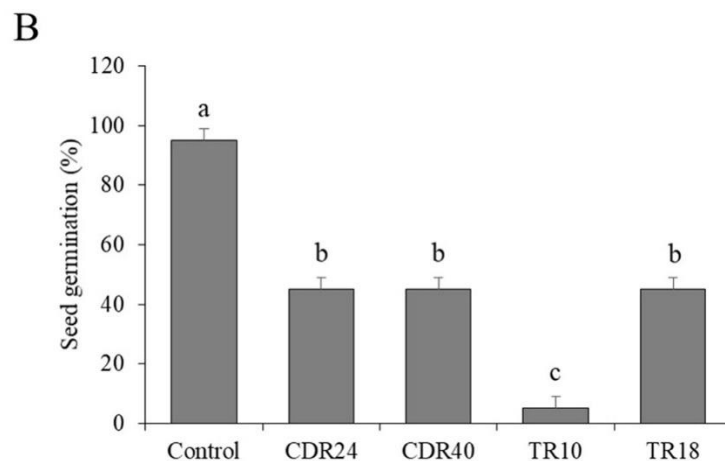


Figura 1. Efecto inhibitor de los aislados bacterianos CDR24, CDR40, TR10 y TR18 sobre la germinación de semillas de *A. palmeri in vitro*, seis días después de la siembra. (A) Ensayo en placa de agar con aislados seleccionados; (B) efecto de inhibición en la germinación.

Cuadro 1. Efecto de los aislados bacterianos sobre la germinación de semillas y la longitud de las plántulas de *A. palmeri in vitro*, seis días después de la siembra.

Aislado	Germinación (%)	Longitud de la planta (cm)	Inhibición de longitud (%)
Control	95.00	7.0	0
CDR01	89.47	1.8	74.28
CDR07	95.00	3.2	54.28
CDR24	47.36	2.8	60.00
CDR25	89.47	3.1	55.71
CDR39	89.47	2.7	61.42
CDR40	47.36	1.2	82.85
CDR43	84.21	1.8	74.28
CDR46	89.47	2.8	60.00
TR01	89.47	3.4	51.42
TR10	5.26	0.5	92.85
TR18	47.36	0.7	90.00
TR20	94.73	2.9	58.57
TR25	73.68	2.3	67.14
TR35	78.94	0.8	88.57
TR36	63.15	0.5	92.85

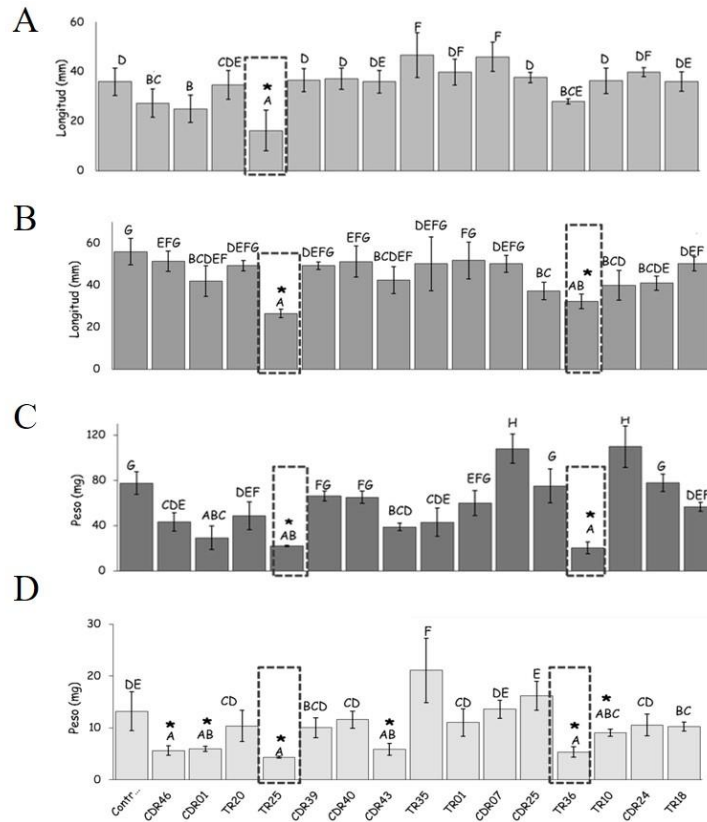


Figura 2. Efecto inhibitor de los aislados bacterianos sobre el desarrollo de plántulas de *A. palmeri* in vitro, dos semanas después de la siembra. (A) Efecto en la longitud del tallo; (B) efecto en la longitud de la raíz; (C) efecto en el peso fresco; (D) efecto en el peso seco.

Por otra parte, se obtuvieron 68 aislados de hongos, de los cuales, siete mostraron actividad fitopatógena en correhuela (Figura 3); se realizó la evaluación de los metabolitos producidos por estos hongos en el desarrollo de plántula de la maleza, mostrando las cepas AM1 y G2, los mejores resultados de inhibición longitud de plántula (Figura 4). La identificación morfológica y molecular arroja similitud de AM1 con *Macrophomina phaseolina* y G2 con *Alternaria alternata*. Los resultados mencionados revelan que los metabolitos generados por estas cepas pueden ser determinantes en su potencial efecto bioherbicida.

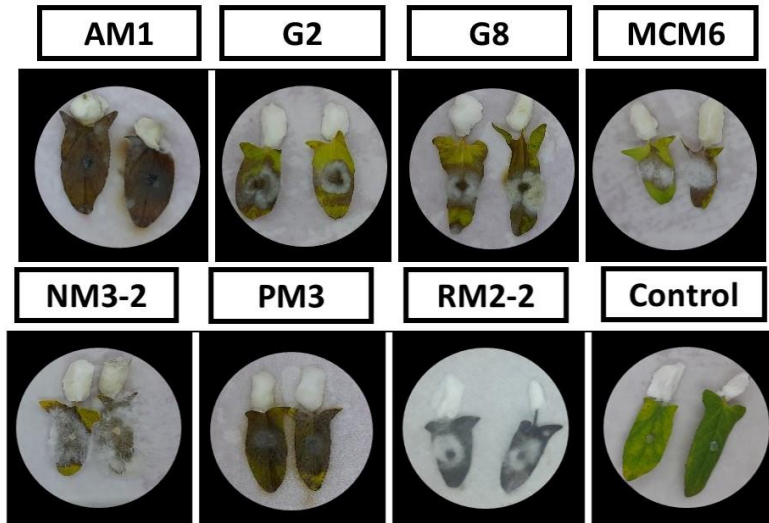


Figura 3. Efecto de los aislados fúngicos con actividad fitopatógena en hojas desprendidas de *C. arvensis* siete días post inoculación.



Figura 4. Efecto de los extractos fúngicos en la germinación y desarrollo de semillas de *C. arvensis* siete días post inoculación

En la evaluación de los extractos vegetales se obtuvo un mayor porcentaje de inhibición (100% de inhibición de la germinación) con el extracto *H. annuus* a las concentraciones de 50 y 100%; mientras que a una concentración de 25% del extracto, se mostró un porcentaje de inhibición del 85% de la germinación de las semillas de la maleza. Por otra parte, el extracto de *R. communis* presentó un 100% de inhibición de la

germinación a una concentración del 50 y 100% y un 25% de inhibición a la concentración del 25% (Fig. 5A-C)

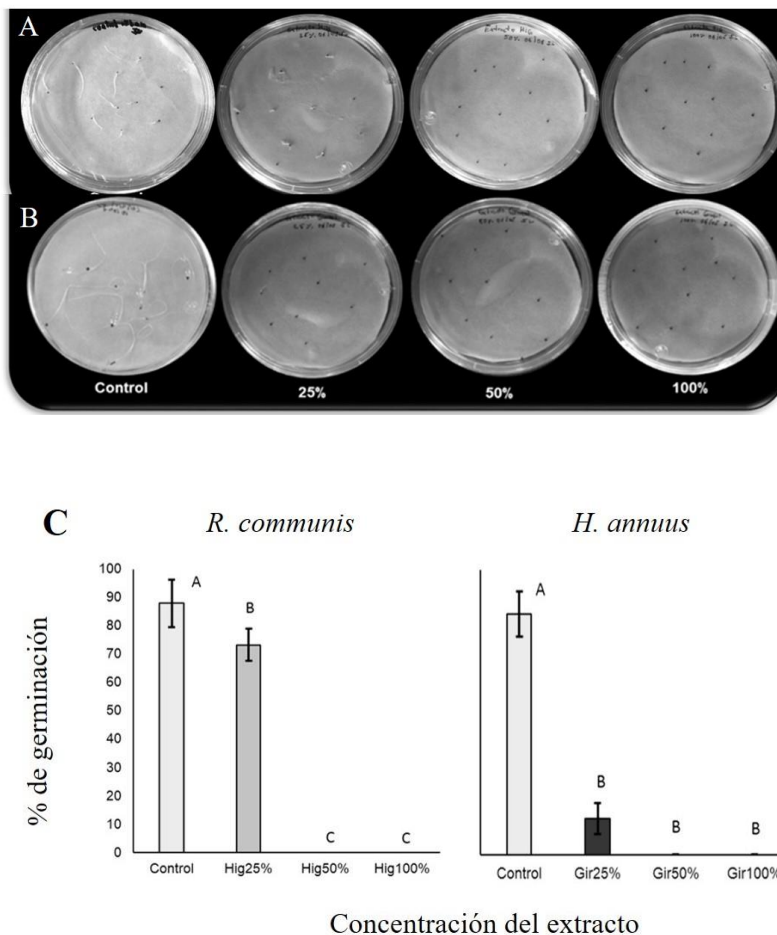


Figura 5. Efecto inhibitor de los extractos de *R. communis* y *H. annuus* a diferentes concentraciones sobre la germinación de semillas de *A. palmeri* *in vitro*, seis días después de la siembra. (A) ensayo en placa con extracto de *R. communis*; (B) ensayo en placa con extracto de *H. annuus*, (C) Efecto inhibitor de los extractos sobre la germinación de semillas de *A. palmeri* *in vitro*, dos semanas después de la siembra

CONCLUSIONES

- Las bacterias aisladas identificadas como *Pseudomonas* sp. (TR10 and TR36), *Enterobacter* sp. (TR18) y *Bacillus* sp. (TR25), los hongos identificados como *M. phaseolina* (AM1) y *A. alternata* (G1), así como los extractos acuosos de *R. communis* y *H. annuus* son posibles agentes de control biológico debido a la inhibición de la germinación y desarrollo de la maleza *A. palmeri* y *C. arvensis*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional (SIP 20180963, SIP 20196294, SIP 20201952, SIP 20211643) por apoyar esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGHRABI, O. A., ABDELMONEIM, T. S., ALBISHRI, H. M., MOUSSA, T. A. (2014). Enhancement of maize growth using some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) under laboratory conditions. *Life Science Journal*, 11, 764-772.
- EZZEDDINE SAADAoui, JOSÉ J. MARTÍN, NAZIHA GHAZEL, CHOKRI BEN ROMDHANE, NOUMAN MASSOUDI AND EMILIO CERVANTES (2015). Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of *Ricinus communis* L. on the Germination of Six Cultivated Species. *International Journal of Plant & Soil Science* 7(4): 220-227, 2015; Article no. IJPSS.2015.148
- FLORES-VARGAS, R. D., O'HARA, G. W. (2006). Isolation and characterization of rhizosphere bacteria with potential for biological control of weeds in vineyards. *Journal of applied microbiology*, 100(5), 946-954.
- HASIB BIN SAIF, MD. NASIMUL BARI, MD. RAFIQUL ISLAM, MD. ABIAR RAHMAN (2016). Allelopathic potential of sunflower extract on weed control and wheat yield under subtropical conditions. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*. Vol. 2, No. 4, 2016, pp. 44-48.
- KENNEDY, A. C. (2016). *Pseudomonas fluorescens* strains selectively suppress annual bluegrass (*Poa annua* L.). *Biological Control*, 103, 210-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.012>
- LAKSHMI, V., KUMARI, S., SINGH, A., PRABHA, C. (2015). Isolation and characterization of deleterious *Pseudomonas aeruginosa* KC1 from rhizospheric soils and its interaction with weed seedlings. *Journal of King Saud University - Science*, 27(2), 113-119.
- PACHECO-HERNÁNDEZ, X. J., RODRÍGUEZ-DORANTES, A., GONZÁLEZ-RIVERA, R., AMORA-LAZCANO, E., GUERRERO-ZÚÑIGA, L. A., RODRÍGUEZ-TOVAR, A. V. (2015). Evaluación del efecto fitotóxico de rizobacterias deletéreas sobre el crecimiento radical de *Axonopus affinis* (Chase) y *Lens esculenta* (Moench). *Polibotánica*, 137-152. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.40.9>
- PATIL, V. S. (2014). Isoaltion, characterization and identification of rhizospheric bacteria with the potential for biological control of *Sida acuta*. *Journal of Environmental Research and Development*, 8(3), 411.
- RAZAGHI, P., & ZAFARI, D. (2017). *Phoma crystallifera* with phytotoxic effects and pathogenic potential against field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) in Iran. *Journal of Applied Microbiology*, 122.
- SHI, T., REEVES, R. H., GILICHINSKY, D. A., FRIEDMANN, E. I. (1997). Characterization of viable bacteria from siberian permafrost by 16S rDNA sequencing. *Microbial Ecology*, 33(3), 169-179.

- SOUZA, A. R. C. D., BALDONI, D. B., LIMA, J., PORTO, V., MARCUZ, C., MACHADO, C., MAZUTTI, M. A. (2017). Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48, 101-108.
- ZHANG, X., XI, H., LIN, K., LIU, Z., YU, Y., SUN, Y., & ZHAO, J. (2016). *Aspergillus* leaf spot of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) caused by *Aspergillus niger* in China. *Springerplus*, 5, 605-605.

Summary: Advances in the biological control of weeds of agricultural interest in the northern region of Sinaloa. This study shows the advances in research related to the biological control of weeds in the northern region of Sinaloa. On the one hand, the bioherbicidal potential of microorganisms such as some bacteria with potential for the biological control of *Amaranthus palmeri* has been evaluated, as well as the bioherbicidal potential of some fungi in the biological control of *C. arvensis*. On the other hand, the allelopathic effect of water extracts from *Ricinus communis* and *Helianthus annuus* L. plants on *A. palmeri* germination has been evaluated *in vitro*. Those isolates and extracts that produced an inhibition in the germination and / or development of the weed equal to or greater than 50% were selected.

Keywords: weed, biological control, fungi, bioherbicide.

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZA EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN EL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

W. I. Avilés B.¹, J. Jasso A.¹, R. Guerrero M.¹
¹Campo Experimental Mocochoá. CIRSE. INIFAP.
aviles.wilson@inifap.gob.mx

Resumen. La maleza es uno de los problemas fitosanitarios comunes en las zonas productoras de chile habanero en el estado de Yucatán. Con el objeto de conocer el efecto de la aplicación de diferentes herbicidas, tanto en el control de la maleza como en sus características fitotóxicas y sobre el desarrollo del cultivo, se evaluaron 16 tratamientos (15 herbicidas y un Testigo Enhierbado) en el municipio de Muna, Yucatán en los meses de septiembre y octubre de 2021. Se registraron las variables: Cobertura de la maleza, fitotoxicidad, crecimiento del cultivo y costos de los tratamientos. Los resultados indicaron que todos los herbicidas evaluados generaron un efecto de control significativo en la maleza, destacando los herbicidas Pendimetalín, Glufosinato de amonio, Trifluralín y Clortal Dimetil. Únicamente el herbicida Oxadiazón registró un efecto fitotóxico sobre el chile habanero a los 14 dda pero pesar de ello, el crecimiento del cultivo no se vio afectado en lo general, en ninguno de los tratamientos. El costo más bajo se registró en los tratamientos a base de Glifosato y Paraquat.

Palabras clave: Etapa de desarrollo, Costos, Eficiencia.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Yucatán, México se cultivan actualmente alrededor de 230 hectáreas anuales de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) (SIAP, 2021), las cuales representan una inversión de 57 a 60 millones de pesos; generan aproximadamente 700 fuentes de trabajo fijas y de 50 a 55 mil jornales para el mantenimiento del cultivo, en un ciclo de seis meses.

Los principales problemas fitosanitarios del chile habanero en la región son las plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y el picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano), enfermedades virales diversas entre las que destaca TYLCV, enfermedades fungosas como *Fusarium* spp. y, las infestaciones continuas por maleza en las plantaciones (RAMÍREZ *et al*, 1993).

La presencia de la maleza es un problema constante debido a la rapidez con que infesta el cultivo y la intensidad con que ejerce la competencia tanto por nutrientes y agua como por luz y espacio, estos últimos, factores a los cuales el chile habanero es particularmente susceptible, sobre todo cuando se cultiva en micro túneles para aislar las plántulas de los ataques tempranos de mosca blanca.

Si bien la maleza no genera pérdidas espectaculares como las plagas o las enfermedades en este cultivo, las actividades de control durante el ciclo pueden

representar, dependiendo de la temporada del año y la zona de producción, entre el 20 y el 25% del costo total (AVILÉS y DZIB, 2008), lo cual es significativo considerando que en una hectárea se invierten aproximadamente de 200 a 250 mil pesos en un ciclo de seis meses, con un rendimiento promedio de 20 Ton/Ha.

Los altos costos se deben a que la maleza se tiene que controlar durante todo el ciclo para evitar, además de la competencia, el papel que juega como hospedera de mosca blanca y virus (DÍAZ, 2003) y para no entorpecer y encarecer más las labores operativas y de cosecha.

Por otra parte, tradicionalmente las actividades de control se han basado en el uso de mano de obra para la eliminación parcial de la maleza en las líneas del cultivo y la combinación con herbicidas como Paraquat y Glifosato principalmente, ante el desconocimiento de herbicidas más efectivos, lo cual encarece fuertemente esta práctica.

En este contexto, el objetivo del estudio fue conocer el efecto de la aplicación de diferentes herbicidas en el cultivo de chile habanero, tanto en el control de la maleza asociada, como en sus características fitotóxicas y sobre el desarrollo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Agrícola “Leopoldo Arana Cabrera”, del municipio de Muna, Yucatán, ubicada en las coordenadas: 20° 24' 52'' N y 89° 44' 31'' W, aproximadamente a 100 km de la ciudad de Mérida, en el tramo de carretera Muna – Uxmal, en un suelo clasificado como K'ankab lu'um en la clasificación maya y Luvisol en la clasificación de la Base de Referencia Mundial de los suelos (WRB) (BAUTISTA y ZINCK, 2012), anteriormente sembrado con un cultivo de cacahuete (*Arachys hypogaea*). El estudio se realizó del mes de septiembre a octubre de 2021, preparando el terreno mediante un chapeo manual en la tercera semana de septiembre y posteriormente (2 de octubre) aplicando el herbicida Paraquat (200 g de i. a./L) en dosis de 10 ml de material comercial/L de agua para eliminar de manera rápida la maleza presente. Una vez que la maleza inició su recuperación, se aplicaron los tratamientos el día 9 de octubre y el trasplante se realizó el día 11 de octubre, dos días después de la aplicación (dda).

Se establecieron 16 tratamientos, 15 de ellos a base de diferentes herbicidas y un Testigo Enhierbado. Las dosis utilizadas se describen en el Cuadro 1. Dichas dosis se determinaron con base en las fichas técnicas de los herbicidas publicadas por el fabricante, disponibles en internet, así como en experiencias previas con algunos de ellos en el INIFAP (AVILÉS *et al.*, 2010). También se consideró su autorización de uso en México y en Estados Unidos para el cultivo de chiles (*Capsicum* spp.).

Cuadro 1. Tratamientos para el control de maleza en chile habanero. Muna, Yuc. Ciclo OI/2021-22.

T	Herbicida	i. a./ kg o l	Dosis Comercial (kg o l.Ha ⁻¹)	Dosis (kg de i.a.kg ⁻¹ o l ⁻¹)	Grupo Químico (HRAC)	CT
1	Pendimetalín	328	6.76	2.21	Dinitroanilinas	V
2	Glifosato	360	3.60	1.29	Glycinas	IV
3	Herb. Natural 1 (SN)	84%*	5.41	4.54	No clasificado	V
4	Glufosinato Amonio	280	4.50	1.26	Ácidos fosfínicos	IV
5	Bensulide	480	18.02	8.65	Fosforoditioatos	IV
6	Paraquat	200	4.50	0.90	Pyridiniums	II
7	Trifluralin	600	4.05	2.43	Dinitroanilinas	IV
8	Fomesafén	250	2.03	0.50	Difenil éteres	IV
9	Ethalfuralin	371	4.05	1.50	Dinitroanilinas	IV
10	Carfentrazone etil	240	0.81	0.19	H-Feniltriazolinonas	IV
11	Clorthal Dimetil	750	5.63	4.22	Ácidos benzoicos	IV
12	Herb. Natural 2 (SB)	73%*	5.41	3.94	No clasificado	V
13	Oxadiazón	250	2.25	0.56	N-Fenil- Oxadiazolonas	
14	Metolaclor	960	2.70	2.59	Alfa- Cloroacetamidas	IV
15	Clomazone	360	3.60	1.29	Isoxasolidinonas	IV
16	Testigo Enhierbado					

* Porcentaje en peso de los principales componentes.

CT = Categoría toxicológica

HRAC = Herbicides Resistance Action Committee 2020

Calibración: 411 l.Ha⁻¹

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar donde el factor de bloqueo fue la variedad y la edad de las plántulas (Híbrido Prime, 45 días y variedad Jaguar 30 días). La unidad experimental fue de 14.25 m² (1.5 x 9.5 m). Cada unidad experimental incluyó una línea de riego con cintilla calibre 8,000, goteros cada 10 cm con un gasto nominal de 1.0 L/h. Las plántulas de chile habanero se trasplantaron a 40 cm de distancia, con lo cual la unidad experimental incluyó 23 plántulas (16,750 plantas/Ha), con un total de 92 plantas por tratamiento. La superficie total de investigación considerando la separación entre bloques de un metro, fue de 1,080 m² (40 x 27 m) (Figura 1).

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de AVILÉS *et al.* (2010) para el cultivo del chile habanero en Yucatán a campo abierto.



Figura 1. Distribución de tratamientos en la parcela de investigación en chile habanero. Muna, Yuc. OI-2021/22.

Registro de Variables

Se registraron las siguientes variables antes de la aplicación de los tratamientos, a los siete y 14 días después de la aplicación (dda) (16 y 23 de octubre). Los datos fueron posteriormente analizados con el programa Statgraphics Centurion XVI.I:

En la maleza:

- i. Especies presentes en las áreas de estudio: Se identificaron las especies presentes una semana antes del establecimiento de los tratamientos (1° de octubre de 2021). Se utilizaron 12 cuadros de 50 x 50 cm (0.25 m²) y se registró la cobertura de cada especie, frecuencia de aparición, abundancia y dominancia, para con ello determinar el valor de importancia relativa (VIR) de cada una, de acuerdo con la metodología descrita por GÁMEZ *et al.*, (2011) para la caracterización de arvenses.
- ii. Cobertura total de la maleza (%). Se midió el porcentaje de cobertura de manera visual adaptando la metodología descrita por RODRÍGUEZ *et al.* (2008) y GÁMEZ *et al.* (2011) para la medición de poblaciones de arvenses a través de la cobertura y otros parámetros. Se utilizaron 16 cuadros de 50 x 50 cm (0.25 m²) por tratamiento (cuatro cuadros por repetición) a los siete y 14 dda. Los datos fueron posteriormente transformados a arco seno raíz de x para su análisis estadístico (BARRERA *et al.*, 2019).

En el cultivo:

- iii. Fitotoxicidad (%). Se registró el porcentaje de toxicidad causado por los herbicidas de acuerdo con la escala de la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWS) citada por PÉREZ *et al.*, (2014), tomando en cuenta a todas las plantas de chile habanero en la unidad experimental, midiendo la mortalidad y la sintomatología del daño.
- iv. Altura de plantas (cm): Con el objeto de detectar algún efecto sobre el crecimiento del cultivo, se midió la altura Inicial (11 de octubre) y a los 14 dda (23 de octubre), midiendo de la superficie del suelo a la hoja más alta de las plántulas. Se utilizaron 16 plantas al azar por tratamiento (cuatro plantas por repetición).

- v. Análisis de costos. Se realizó un análisis preliminar de costos por tratamiento considerando los costos de los productos y de jornales de aplicación por hectárea, comparándolos con el costo estimado de control que realiza el productor (Combinación de control manual y control químico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies presentes en el área de estudio

Se detectaron 14 especies de maleza dominantes en la vegetación presente, de las cuales el 85.7% (12) son especies de hoja ancha y el 14.3% (2) son de hoja angosta (Figura 2). Destacaron las especies: *Euphorbia hyssopifolia* (Euphorbiaceae), *Megathyrus maximus* (Poaceae) y *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae) con valores de importancia relativa (VIR) de 61.8, 52.4 y 33.7%, respectivamente.



Cobertura total de la maleza (%)

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos a los siete y 14 dda. A los siete días, la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) identificó al herbicida Clomazone como el único estadísticamente similar al Testigo Enhierbado con una cobertura de 2.78% contra 3.75% del Testigo. Por otra parte, los demás tratamientos fueron estadísticamente diferentes con valores que van de 0.28 a 2.22%, destacando Pendimetalín, Glifosato, Herb. Natural 1, Glufosinato de amonio, Bensulide, Paraquat, Carfentrazone etil, Oxadiazón y Metolaclor. Particularmente Pendimetalín y Glufosinato de amonio registraron los valores más bajos de cobertura con 0.28 y 0.31%, respectivamente (Cuadro 2).

A los 14 dda, las coberturas de la maleza en todos los tratamientos a base de herbicidas fueron estadísticamente diferentes al Testigo Enhierbado, con valores que van de 0.25 a 8.13%, destacando Pendimetalín (0.25%), Glufosinato de amonio (1.13%), Trifluralín (1.5%) y Clortal dimetil (1.88%) con los valores más bajos. A excepción de

Pendimetalín, estos herbicidas se han recomendado para el control de maleza en chile habanero en Yucatán por AVILÉS *et al* (2010), como alternativas para reducir los costos de control que genera el uso de mano de obra para realizar esta práctica, con lo cual se confirmó su buen efecto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de Tukey para la cobertura de maleza en chile habanero a los siete y 14 días después de la aplicación (dda).

N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS	COBERTURA (%)	
		COMERCIAL Ha ^{-kg} o Ha ^{-l}	7 dda	14 dda
1	Pendimetalín	6.76	0.28 a	0.25 a
2	Glifosato	3.60	0.94 abc	4.06 a
3	Herb. Natural 1 (SN)	5.41	0.48 ab	2.75 a
4	Glufosinato de amonio	4.50	0.31 a	1.13 a
5	Bensulide	18.02	0.76 ab	4.50 a
6	Paraquat	4.50	1.18 abc	8.13 a
7	Trifluralín	4.05	2.22 cd	1.50 a
8	Fomesafén	2.03	1.76 bcd	6.94 a
9	Ethalfuralín	4.05	2.09 cd	6.31 a
10	Carfentrazone Etil	0.81	1.45 abc	3.44 a
11	Clortal Dimetil	5.63	1.76 bcd	1.88 a
12	Herb. Natural 2 (SB)	5.41	1.58 abcd	7.76 a
13	Oxadiazón	2.25	0.76 ab	6.19 a
14	Metolaclor	2.70	1.51 abcd	3.00 a
15	Clomazone	3.60	2.78 de	4.44 a
16	Enhierbado		3.75 e	25.25 c

Valores con la misma literal no difieren estadísticamente. Tukey ($p \leq 0.05$)

Fitotoxicidad (%).

En los muestreos realizados a los siete y 14 dda, únicamente se detectaron efectos fitotóxicos con el herbicida Oxadiazón a los 14 dda, El porcentaje de plantas afectadas fue de 1.3% (tres plantas de un total de 21 plantas/parcela) y el porcentaje de afectación por planta fue de 28.0%, El síntoma visible fue una decoloración marcada en las hojas, principalmente en las hojas nuevas, cercanas a la yema apical. No se observó mortalidad en las plantas por efecto del herbicida.

Altura de plantas (cm).

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas en la altura inicial de las plantas ni tampoco a los 14 dda, con lo cual no parece haber una afectación significativa en este parámetro en las primeras dos semanas del desarrollo. En esta etapa el chile habanero se caracteriza principalmente por la generación de nuevas raíces y

cambio de color en las hojas de verde pálido a verde oscuro, con un lento crecimiento vertical a través de la emisión de nuevas hojas en la parte apical. Considerando que el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos a pesar de la toxicidad registrada con Oxadiazón, se puede inferir que el crecimiento de las plantas hasta esta etapa no resultó afectado por la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 3. Altura de planta en chile habanero a los siete y 14 días después de la aplicación (dda).				
N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS COMERCIAL	ALTURA (cm)*	
		Ha^{-kg} o Ha^{-l}	Inicial	14 dda
1	Pendimetalín	6.76	12.9	14.9
2	Glifosato	3.60	13.3	14.5
3	Herb. Natural 1 (SN)	5.41	12.7	14.0
4	Glufosinato de amonio	4.50	12.3	13.3
5	Bensulide	18.02	11.6	13.3
6	Paraquat	4.50	12.5	14.2
7	Trifluralín	4.05	12.4	14.2
8	Fomesafén	2.03	12.3	14.6
9	Ethalfuralín	4.05	11.5	13.8
10	Carfentrazone Etil	0.81	10.9	12.6
11	Clortal Dimetil	5.63	11.6	13.2
12	Herb. Natural 2 (SB)	5.41	11.9	13.1
13	Oxadiazón	2.25	12.3	13.8
14	Metolaclor	2.70	12.5	13.3
15	Clomazone	3.60	12.2	14.4
16	Enhierbado		13.1	14.3

*Diferencias no significativas

Análisis de costos.

En el Cuadro 4 se describen los costos unitarios de los herbicidas y tratamientos de acuerdo con las dosis por hectárea utilizadas y se comparan con los costos estimados del control combinado que normalmente realiza el productor en los primeros 30 días después del trasplante. Se observa que los tratamientos más económicos con respecto a la práctica del productor fueron Paraquat (\$ 1,987.00^{-Ha}) Glifosato (\$ 2,210.2^{-Ha}) debido principalmente a que tienen los costos unitarios más bajos, con una reducción del costo entre 70.4 (Glifosato) y 73.4 % (Paraquat); sin embargo, debido al sistema de producción bajo túneles de polipropileno, no es posible utilizarlos directamente sin dañar al cultivo. Por otra parte, a excepción de Bensulide (18.0 l^{-Ha}), que resultó el tratamiento con el costo más elevado (\$19,521.61^{-Ha}) y Clortal Dimetil que solo redujo el costo en 7.1 %, todos los demás tratamientos resultaron también significativamente más económicos con

reducciones entre 45.5% (Glufosinato de amonio) y 68.7% (Ethalfuralín), con lo cual son también razonablemente competitivos en este aspecto.

Cuadro 4. Costo de tratamientos para el control de maleza en chile habanero Muna, Yuc. Ciclo OI/2021-22.

N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS	\$/unidad (\$/kg o l)	Costo Total ^{-Ha} (\$)*	% de Reducción de costos
		COMERCIAL Ha ^{-kg} o Ha ^{-l}			
1	Pendimetalín	6.76	390.91	\$3,442.55	53.96
2	Glifosato	3.60	169.50	\$2,210.20	70.44
3	Herb. Natural 1 (SN)	5.41	507.25	\$3,544.22	52.60
4	Glufosinato de amonio	4.50	550.04	\$4,075.18	45.50
5	Bensulide	18.02	1,083.33	\$20,321.61	-171.75
6	Paraquat	4.50	86.00	\$1,987.00	73.43
7	Trifluralín	4.05	411.85	\$2,467.99	67.00
8	Fomesafén	2.03	762.50	\$2,347.88	68.60
9	Ethalfuralín	4.05	380.00	\$2,339.00	68.72
10	Carfentrazone Etil	0.81	3,000.00	\$3,230.00	56.81
11	Clortal Dimetil	5.63	1,091.29	\$6,943.96	7.14
12	Herb. Natural 2 (SB)	5.41	345.00	\$2,666.45	64.34
13	Oxadiazón	2.25	900.00	\$2,825.00	62.22
14	Metolaclor	2.70	990.00	\$3,473.00	53.56
15	Clomazone	3.60	730.00	\$3,428.00	54.16
16	Enhierbado			-----	
	Deshierbe + Herbicida			\$ 7,478.00**	

*Costo total incluyendo herbicidas y jornales de aplicación.

**Costo estimado de un deshierbe manual en las líneas de cultivo con cubierta de polipropileno y una aplicación de Glifosato en dosis de 4 l^{-Ha}. Precios de septiembre de 2021.

CONCLUSIONES

A pesar del corto período de evaluación del efecto de los herbicidas, la información registrada permite concluir lo siguiente:

- Todos los herbicidas evaluados generaron un efecto de control significativo en la maleza.
- Destacaron en el control los herbicidas Pendimetalín, Glufosinato de amonio, Trifluralín y Clortal dimetil.
- Únicamente el herbicida Oxadiazón registró un efecto fitotóxico sobre el chile habanero a los 14 dda.
- A pesar de ello, el crecimiento del cultivo no se vio afectado en lo general, en ninguno de los tratamientos.

- Los herbicidas con el menor costo del tratamiento fueron Glifosato y Paraquat y el de mayor costo fue Bensulide.
- A excepción de este último, todos los herbicidas redujeron los costos de manera significativa con respecto a la práctica del productor.

BIBLIOGRAFÍA

- AVILÉS B., W. I.; DZIB E., R. 2008. Validación de tecnología para la producción de chile habanero en suelos mecanizables. Informe Técnico Anual. Campo Experimental Mocochoá. CIRSE. INIFAP. Sp.
- AVILÉS B., W. I.; DZIB E., R.; PEREYDA P., G. 2010. Manual para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a campo abierto y bajo estructuras de protección. Folleto Técnico S/N. CE Mocochoá. CIRSE. INIFAP. 26 p.
- BAUTISTA, F.; ZINCK, J. A. 2012. La clasificación maya de suelos. Ciencia y Desarrollo. Julio-Agosto: 65-70.
- BARRERA F., M.; CERVERA D., G. J.; PEÑA R., L.; COBAS E., A.; PEÑA P., M.; BARQUIÉ P., O. 2019. Poblaciones de arvenses en suelos tratados con diferentes técnicas de manejo en caña de azúcar. Centro Agrícola. 46(3):76-85.
- DÍAZ P., R. 2003. Distribución de geminivirus en la Península de Yucatán y estrategias moleculares para su control. Tesis de Doctorado. CINVESTAV-IPN. Unidad Irapuato. Irapuato, Gto. México. 118 p.
- GÁMEZ L., A. J.; HERNÁNDEZ, M.; DÍAZ, R.; VARGAS, J. 2011. Caracterización de la flora arvense asociada a un cultivo de maíz bajo riego para la producción de jojotos. Agronomía Trop. 61(2):133-139.
- RAMÍREZ C., J. L.; DÍAZ P., R.; AVILÉS B., W. I. 1993. Mosquita blanca. *Bemisia tabaci* Genn. Avances de investigación en Yucatán. Folleto Técnico. INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Zona Henequenera. Mérida, Yuc., 16 p.
- RODRÍGUEZ, M.; PLAZA, G.; GIL, R.; CHAVES, F.; JIMÉNEZ, J. 2008. Reconocimiento y fluctuación poblacional arvense en el cultivo de espinaca (*Espinacea oleracea* L.) para el municipio de Cota, Cundinamarca. Agronomía Colombiana 16(1):87-96.
- PÉREZ M., L.; CASTAÑEDA C., C.; RAMOS T., M.; TAFOYA R., J. A. 2014. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. Interciencia. 39(6):42-427.
- SIAP. 2021. www.gob.mx/siap.

Summary. Herbicides assesment for weed control on habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in Yucatan State, Mexico. Weeds are one of the common phytosanitary problems in the producing areas of habanero pepper in Yucatán State, Mexico. In order to study the effect of different herbicides on weed control and its phytotoxic characteristics on habanero pepper, 16 treatments were evaluated (15 herbicides and a No Weeding Control) in the municipality of Muna, Yucatán during the months of September and October 2021. The variables recorded were soil coverage, phytotoxicity, crop growth and treatment costs. The

results indicated that all the herbicides evaluated generated a significant control effect on the weed, highlighting the herbicides Pendimethalin, Glufosinate ammonium, Trifluralin and Chlorthal dimethyl. The herbicide Oxadiazon was the only registering a phytotoxic effect on habanero pepper plants at 14 days after spraying (das), but despite this, the growth of the crop was not affected in general, in any of the treatments. The lowest cost was registered in the treatments based on Glyphosate and Paraquat.

Key words: Development stage, Costs, Efficiency.

VALIDACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE MALEZA EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN YUCATÁN, MÉXICO

W. I. Avilés B.¹, J. Jasso A.¹, R. Guerrero M.¹
¹Campo Experimental Mocochoá. CIRSE. INIFAP.
aviles.wilson@inifap.gob.mx

Resumen. El INIFAP ha generado información que puede ser utilizada para controlar de manera más eficiente el problema de la maleza en el chile habanero, utilizando herbicidas que permiten controlarla desde la germinación, complementando los efectos de control de herbicidas postemergentes, reduciendo el costo y disminuyendo o eliminando la dependencia de la mano de obra. Con el objeto de validar la tecnología previamente generada se evaluaron los herbicidas Clorthal Dimetil y Trifluralín en dos dosis comerciales y se compararon con los testigos Glifosato, Paraquat y un Testigo Enhierbado en el municipio de Muna, Yucatán en los meses de septiembre y octubre de 2021. Se registraron las variables: Cobertura de la maleza, fitotoxicidad, crecimiento del cultivo y costos de los tratamientos. Los resultados mostraron que todos los herbicidas evaluados (Clorthal Dimetil, Trifluralín, Glifosato y Paraquat) generaron un efecto de control significativo en la maleza, no causaron ningún síntoma de fitotoxicidad y el crecimiento del cultivo no se vio afectado en ninguno de los tratamientos. Los tratamientos con el menor costo fueron Glifosato y Paraquat y el de mayor costo fue Clorthal Dimetil 5.71 kg^{-Ha}. A excepción de este último, todos los tratamientos redujeron los costos de manera significativa con respecto a la práctica del productor.

Palabras clave: Etapa de desarrollo, Costos, Eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Los principales problemas fitosanitarios del chile habanero en el estado de Yucatán son las plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y el picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano), enfermedades virales diversas entre las que destaca el TYLCV, enfermedades fungosas como *Fusarium* spp. y las infestaciones continuas por maleza en las plantaciones (RAMÍREZ *et al.*, 1993).

La presencia de la maleza es un problema constante debido a la rapidez con que infesta el cultivo y la intensidad con que ejerce la competencia tanto por nutrientes y agua como por luz y espacio, estos últimos, factores a los cuales el chile habanero es particularmente susceptible, sobre todo cuando se cultiva en micro túneles para aislar las plántulas de los ataques tempranos de mosca blanca.

Se ha estimado que las actividades de control durante el ciclo pueden representar, dependiendo de la temporada del año y la zona de producción, entre el 20 y el 25% del costo total (AVILÉS y DZIB, 2008), lo cual es significativo considerando que en una

hectárea se invierten aproximadamente de 200 a 250 mil pesos en un ciclo de seis meses, con un rendimiento promedio de 20 Ton/Ha. Los altos costos se deben a que la maleza se tiene que controlar durante todo el ciclo para evitar, además de la competencia, el papel que juega como hospedera de mosca blanca y virus (DÍAZ, 2003) y para no entorpecer y encarecer más las labores operativas y de cosecha.

El manejo de este problema por parte del productor está basado en la combinación de deshierbes en las líneas de cultivo y aplicación de herbicidas como Glifosato y Paraquat, tanto en las líneas como en las calles. Esta práctica es lenta, poco efectiva y representa un alto costo y dependencia de la mano de obra, cada vez más escasa en zona. Por otra parte, esta estrategia solo se enfoca a controlar la maleza emergida, por lo que la recuperación de la vegetación es muy rápida, obligando a repetir la actividad cada dos o tres semanas, dependiendo de las condiciones ambientales.

El INIFAP ha generado información que puede ser utilizada para controlar de manera más eficiente el problema de la maleza, incorporando a la estrategia otros herbicidas que permitan controlar la maleza desde la germinación, complementando los efectos de control, reduciendo el costo y disminuyendo o eliminando la dependencia de la mano de obra (AVILÉS *et al.*, 2010).

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue validar la tecnología generada por el INIFAP para el control químico de maleza en chile habanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Agrícola “Leopoldo Arana Cabrera”, del municipio de Muna, Yucatán, ubicada en las coordenadas: 20° 24' 52'' N y 89° 44' 31'' W, aproximadamente a 100 km de la ciudad de Mérida, en el tramo de carretera Muna – Uxmal, en un suelo clasificado como K'ankab lu'um en la clasificación maya y Luvisol en la clasificación de la Base de Referencia Mundial de los suelos (WRB) (BAUTISTA y ZINCK, 2012), anteriormente sembrado con un cultivo de cacahuete (*Arachys hypogaea*). El estudio se realizó del mes de septiembre a octubre de 2021, preparando el terreno mediante un chapeo manual en la tercera semana de septiembre y posteriormente (2 de octubre) aplicando el herbicida Paraquat (200 g de i. a./L) en dosis de 10 ml de material comercial/L de agua para eliminar de manera rápida la maleza presente. Una vez que la maleza inició su recuperación, se aplicaron los tratamientos el día 9 de octubre y el trasplante se realizó el día 11 de octubre, dos días después de la aplicación (dda).

Se establecieron siete tratamientos, 6 de ellos a base de diferentes herbicidas y un Testigo Enhierbado. Las dosis utilizadas se describen en el Cuadro 1. Dichas dosis se determinaron con base en las experiencias previas en el INIFAP y del productor local. También se consideró su autorización de uso en México y en Estados Unidos para el cultivo de chiles (*Capsicum* spp.).

Cuadro 1. Tratamientos validados en el control de maleza en chile habanero. Muna, Yuc. Ciclo OI/2021-22.

T	Herbicida	i. a./ kg o l	Dosis Comercial (kg o l.Ha ⁻¹)	Dosis (kg de i.a.kg ⁻¹ o l ⁻¹)	Grupo Químico (HRAC)	CT
1	Clorthal Dimetil	750	3.81	2.85	Ácidos benzoicos	IV
2	Clorthal Dimetil	750	5.71	4.28	Ácidos benzoicos	IV
3	Trifluralin	600	3.42	2.05	Dinitroanilinas	IV
4	Trifluralin	600	4.57	2.74	Dinitroanilinas	IV
5	Glifosato	360	4.57	1.64	Glycinas	IV
6	Paraquat	200	4.57	0.91	Pyridiniums	II
7	Enhierbado					

CT = Categoría toxicológica
 HRAC = Herbicides Resistance Action Committee 2020
 Calibración: 444 l.Ha⁻¹

Para establecer cada tratamiento se utilizaron parcelas de 14.6 m de largo por 4.5 m de ancho (65.7 m²). Cada parcela estuvo conformada por tres líneas de riego con cintilla calibre 8,000, goteros cada 10 cm con un gasto nominal de 1.0 L/h. Se utilizó la variedad Jaguar con una edad al trasplante de 30 días después de la siembra, las plántulas se trasplantaron a 40 cm de distancia, con lo cual cada parcela incluyó un mínimo de 110 plántulas (16,750 plantas/Ha). La superficie total de validación fue de 460 m² (Figura 1). El análisis de los datos se realizó utilizando un diseño experimental completamente al azar, tomando cada punto de muestreo como repetición, mediante el programa Statgraphics Centurion XVI.I.

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de AVILÉS *et al.* (2010) para el cultivo del chile habanero en Yucatán a campo abierto.

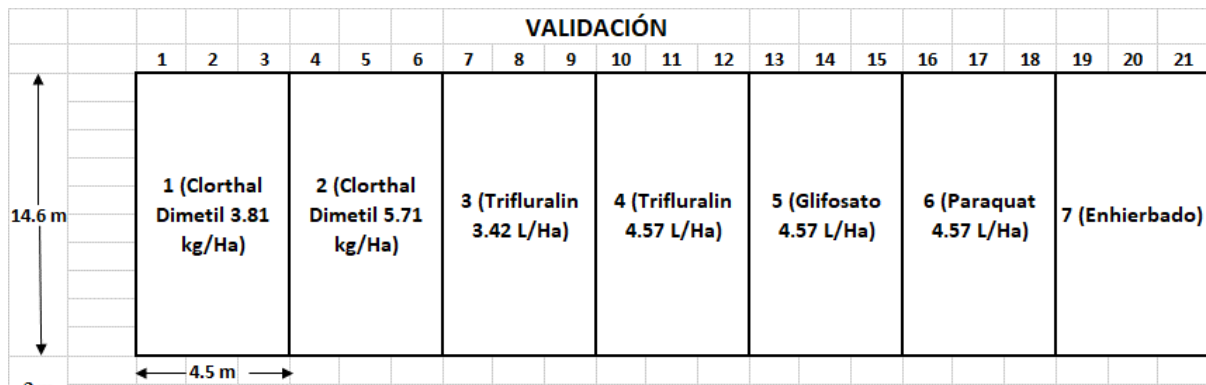


Figura 1. Distribución de tratamientos en la parcela de validación en chile habanero. Muna, Yuc. OI-2021/22.

Registro de Variables

Se registraron las siguientes variables antes de la aplicación de los tratamientos, a los siete y 14 días después de la aplicación (dda) (16 y 23 de octubre):

En la maleza:

- i. Especies presentes en las áreas de estudio: Se identificaron las especies presentes una semana antes del establecimiento de los tratamientos (1° de octubre de 2021). Se utilizaron 12 cuadros de 50 x 50 cm (0.25 m²) y se registró la cobertura de cada especie, frecuencia de aparición, abundancia y dominancia, para con ello determinar el valor de importancia relativa (VIR) de cada una, de acuerdo con la metodología descrita por GÁMEZ *et al.*, (2011) para la caracterización de arvenses.
- ii. Cobertura total de la maleza. Se midió el porcentaje de cobertura de manera visual adaptando la metodología descrita por RODRÍGUEZ *et al.* (2008) y GÁMEZ *et al.* (2011) para la medición de poblaciones de arvenses a través de la cobertura y otros parámetros. Se utilizaron nueve cuadros de 50 x 50 cm (0.25 m²) por tratamiento a los siete y 14 dda. Los datos fueron posteriormente transformados a arcoseno raíz de x para su análisis estadístico (BARRERA *et al.*, 2019).

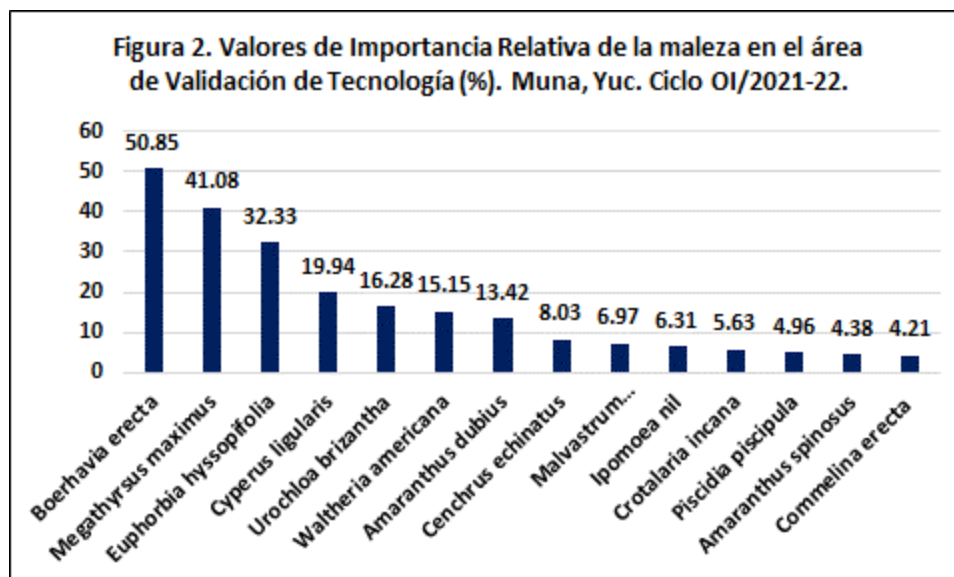
En el cultivo:

- iii. Fitotoxicidad (%). Se registró el porcentaje de toxicidad causado por los herbicidas de acuerdo con la escala de la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) citada por PÉREZ *et al.*, (2014), tomando en cuenta a todas las plantas de chile habanero en la unidad experimental, midiendo la mortalidad y la sintomatología del daño.
- iv. Altura de plantas (cm): Con el objeto de detectar algún efecto sobre el crecimiento del cultivo, se midió la altura Inicial (11 de octubre) y a los 14 dda (23 de octubre), midiendo de la superficie del suelo a la hoja más alta de las plántulas. Se utilizaron nueve plantas al azar por tratamiento.
- v. Análisis de costos. Se realizó un análisis preliminar de costos por tratamiento considerando los costos de los productos y de jornales de aplicación por hectárea, comparándolos con el costo estimado de control que realiza el productor (Combinación de control manual y control químico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies presentes en el área de estudio.

Se detectaron 14 especies de maleza dominantes en la vegetación presente, de las cuales el 64.3 % (9) fueron especies de hoja ancha y el 35.7% (5) fueron de hoja angosta (Figura 2). Destacaron las especies: *Boerhavia erecta* (Nyctaginaceae), *Megathyrus maximus* (Poaceae) y *Euphorbia hyssopifolia* (Euphorbiaceae) con valores de importancia relativa (VIR) de 50.8, 41.0 y 32.3%, respectivamente.



Cobertura total de la maleza (%).

El análisis de varianza no detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos a los siete dda, aunque numéricamente se observó una diferencia notoria entre el Testigo Enhierbado y los demás tratamientos, especialmente Clorthal Dimetil 3.81 kg^{-Ha} (1.33%), Glifosato 4.57 l^{-Ha} (1.67%) y Trifluralín 3.42 l^{-Ha} (1.75%). El Coeficiente de Variación en el análisis de varianza fue de 109.3%, debido a la fuerte variabilidad en los datos, lo cual seguramente dificultó la detección de significancia.

Por el contrario, a los 14 dda, el análisis detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos y la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) identificó a los herbicidas Trifluralín 3.42 l^{-Ha} y Paraquat 4.57 l^{-Ha} como los únicos que no difieren estadísticamente del Testigo con una cobertura de 5.78 y 6.22%, respectivamente, contra 21.44% del Testigo. El Coeficiente de Variación fue de 191.3%, lo cual explica que el análisis no considere significativas las diferencias evidentes entre los valores registrados.

Los tratamientos cuya cobertura de maleza fue más baja y estadísticamente diferente del Testigo, registraron valores de 1.33% (Clorthal Dimetil 5.71 kg^{-Ha}) a 4.67% (Trifluralín 4.57 l^{-Ha}). Este comportamiento confirma las recomendaciones generadas por el INIFAP en Yucatán, donde se menciona el uso de Trifluralín y Clorthal Dimetil como alternativas para el manejo de la maleza en chile habanero (AVILÉS *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Prueba de Tukey para la cobertura de maleza en chile habanero a los siete y 14 días después de la aplicación (dda).

N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS	COBERTURA (%)	
		COMERCIAL Ha ^{-kg} o Ha ^{-l}	7 dda*	14 dda
1	Clorthal Dimetil	3.81	1.33	1.67 a
2	Clorthal Dimetil	5.71	2.42	1.33 a
3	Trifluralin	3.42	1.75	5.78 ab
4	Trifluralin	4.57	2.08	4.67 a
5	Glifosato	4.57	1.67	3.17 a
6	Paraquat	4.57	3.17	6.22 ab
7	Enhierbado		5.00	21.44 b

*Diferencias no significativas

Valores con la misma literal no difieren estadísticamente. Tukey ($p \leq 0.05$)

Fitotoxicidad (%).

No se encontraron efectos fitotóxicos en los muestreos realizados a los siete y 14 dda.

Altura de plantas (cm).

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas en la altura inicial de las plantas ni tampoco a los 14 dda, con lo cual no parece haber una afectación significativa en este parámetro en las primeras dos semanas del desarrollo. En esta etapa el chile habanero se caracteriza principalmente por la generación de nuevas raíces y cambio de color en las hojas de verde pálido a verde oscuro, con un lento crecimiento vertical a través de la emisión de nuevas hojas en la parte apical. Considerando que el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, se puede inferir que el crecimiento de las plantas hasta esta etapa no resultó afectado por la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 3. Altura de planta en chile habanero a los siete y 14 días después de la aplicación (dda).

N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS	ALTURA (cm)	
		COMERCIAL Ha ^{-kg} o Ha ^{-l}	Inicial*	14 dda*
1	Clorthal Dimetil	3.81	9.6	11.33
2	Clorthal Dimetil	5.71	9.6	11.44
3	Trifluralin	3.42	9.7	11.56
4	Trifluralin	4.57	9.9	11.33
5	Glifosato	4.57	9.7	12.22
6	Paraquat	4.57	10.2	10.89
7	Enhierbado		9.2	11.56

*Diferencias no significativas.

Análisis de costos

En el Cuadro 4 se describen los costos unitarios de los herbicidas y tratamientos de acuerdo con las dosis por hectárea utilizadas, y se comparan con los costos estimados del control combinado que normalmente realiza el productor en los primeros 30 días después del trasplante. Se observa que los tratamientos más económicos con respecto a la práctica del productor fueron Paraquat (\$ 1,993.02^{-Ha}) y Glifosato (\$ 2,374.62^{-Ha}) debido principalmente a que tienen los costos unitarios más bajos, con una reducción del costo entre 68.25% (Glifosato) y 73.35% (Paraquat); sin embargo, debido al sistema de producción bajo túneles de polipropileno, no es posible utilizarlos directamente sin dañar al cultivo.

Por otra parte, a excepción de Clorthal Dimetil 5.71 kg^{-Ha} que solo redujo el costo en 5.97%, todos los demás tratamientos resultaron también significativamente más económicos con reducciones entre 33.7% (Clorthal Dimetil 3.81 kg^{-Ha}) y 70.47% (Trifluralín 3,42 l^{-Ha}), con lo cual son también razonablemente competitivos en este aspecto.

N° T	TRATAMIENTOS	DOSIS	\$/unidad (\$/kg o l)	Costo Total ^{-Ha} (\$)*	% de Reducción de costo
		COMERCIAL Ha ^{-kg} o Ha ^{-l}			
1	Clorthal Dimetil	3.81	390.91	\$4,957.81	33.70
2	Clorthal Dimetil	5.71	169.50	\$7,031.27	5.97
3	Trifluralin	3.42	507.25	\$2,208.53	70.47
4	Trifluralin	4.57	550.04	\$2,682.15	64.13
5	Glifosato	4.57	1,083.33	\$2,374.62	68.25
6	Paraquat	4.57	86.00	\$1,993.02	73.35
7	Enhierbado				
	Deshierbe + Herbicida			\$ 7,478.00**	

*Costo total incluyendo herbicidas y jornales de aplicación.
 **Costo estimado de un deshierbe manual en las líneas de cultivo con cubierta de polipropileno y una aplicación de Glifosato en dosis de 4 l-Ha. Precios de septiembre de 2021.

CONCLUSIONES

A pesar del corto período de evaluación del efecto de los herbicidas, la información registrada permite concluir lo siguiente:

- Todos los herbicidas evaluados (Clorthal Dimetil, Trifluralín, Glifosato y Paraquat) generaron un efecto de control significativo en la maleza.
- Los herbicidas no causaron ningún síntoma de fitotoxicidad en el cultivo y el crecimiento de este no se vio afectado en ninguno de los tratamientos.
- Los herbicidas con el menor costo del tratamiento fueron Glifosato y Paraquat y el de mayor costo fue Clorthal Dimetil 5.71 kg^{-Ha}.

- A excepción de este último, todos los herbicidas redujeron los costos de manera significativa con respecto a la práctica del productor.

BIBLIOGRAFÍA

- AVILÉS B., W. I.; DZIB E., R. 2008. Validación de tecnología para la producción de chile habanero en suelos mecanizables. Informe Técnico Anual. Campo Experimental Mochochá. CIRSE. INIFAP. Sp.
- AVILÉS B., W. I.; DZIB E., R.; PEREYDA P., G. 2010. Manual para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a campo abierto y bajo estructuras de protección. Folleto Técnico S/N. CE Mochochá. CIRSE. INIFAP. 26 p.
- BAUTISTA, F.; ZINCK, J. A. 2012. La clasificación maya de suelos. Ciencia y Desarrollo. Julio-Agosto: 65-70.
- BARRERA F., M.; CERVERA D., G. J.; PEÑA R., L.; COBAS E., A.; PEÑA P., M.; BARQUIÉ P., O. 2019. Poblaciones de arvenses en suelos tratados con diferentes técnicas de manejo en caña de azúcar. Centro Agrícola. 46(3):76-85.
- DÍAZ P., R. 2003. Distribución de geminivirus en la Península de Yucatán y estrategias moleculares para su control. Tesis de Doctorado. CINVESTAV-IPN. Unidad Irapuato. Irapuato, Gto. México. 118 p.
- GÁMEZ L., A. J.; HERNÁNDEZ, M.; DÍAZ, R.; VARGAS, J. 2011. Caracterización de la flora arvense asociada a un cultivo de maíz bajo riego para la producción de jojotos. Agronomía Trop. 61(2):133-139.
- RAMÍREZ C., J. L.; DÍAZ P., R.; AVILÉS B., W. I. 1993. Mosquita blanca. *Bemisia tabaci* Genn. Avances de investigación en Yucatán. Folleto Técnico. INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Zona Henequenera. Mérida, Yuc., 16 p.
- RODRÍGUEZ, M.; PLAZA, G.; GIL, R.; CHAVES, F.; JIMÉNEZ, J. 2008. Reconocimiento y fluctuación poblacional arvense en el cultivo de espinaca (*Espinacea oleracea* L.) para el municipio de Cota, Cundinamarca. Agronomía Colombiana 16(1):87-96.
- PÉREZ M., L.; CASTAÑEDA C., C.; RAMOS T., M.; TAFOYA R., J. A. 2014. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. Interciencia. 39(6):42-427.

Summary. Validation of chemical weed control on habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in Yucatan, Mexico. INIFAP has developed information that can be used to more efficiently control the weed problem in habanero pepper, using herbicides that allow weed control from germination, complementing the post-emergent herbicide control effects, reducing the cost and reducing or eliminating dependency on labor hand. In order to validate the previously developed information, the herbicides Clorthal Dimetil and Trifluralín were evaluated in two commercial doses and compared with the controls Glyphosate, Paraquat and a No Weeding Control in the municipality of Muna, Yucatán, Mexico, during the months of September and October 2021. Variables recorded were: weed cover, phytotoxicity, crop growth and

treatment costs. The results showed that all the herbicides evaluated (Clorthal Dimethyl, Trifluralin, Glyphosate and Paraquat) generated a significant control effect on the weeds, did not cause any symptoms of phytotoxicity on the crop and the growth of habanero pepper was not affected in any of the treatments. The treatments with the lowest cost were Glyphosate and Paraquat. Clorthal Dimethyl 5.71 kg^{-Ha}.showed the highest costs. With the exception of the latter, all treatments significantly reduced costs relative to the producer's practice.

Keywords: Development stage, Costs, Efficiency.

CONTROL QUÍMICO Y ORGÁNICO DE MALEZAS EN AGUACATE, EN MICHOACAN

¹S. Montes-Hernández, ¹T. Medina-Cázares*, ¹M. Hernández-Martínez,
¹S.S. González-Figueroa.

¹Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-SMA km 6.5,
Celaya, Gto. México. montes.salvador@inifap.gob.mx.

Resumen: La región aguacatera michoacana, es una zona con una boyante producción de este fruto; para este cultivo, el control de malezas es imperante para cumplir con parte de la normativa fitosanitaria para exportación a Estados Unidos. Por lo tanto, es necesario el uso de estrategias eficientes en el control de malezas, por lo que el objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar la eficiencia de productos químicos y orgánicos en el control de maleza, en el cultivo de aguacate en la región productora de Michoacán. El experimento se llevó a cabo en una huerta establecida de un agricultor cooperante en Uruapan, Mich., en el ciclo primavera-verano 2021, y se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue en postemergencia a la maleza, los tratamientos fueron: Testigo enhierbado, Gramoxone, Finale, testigo regional (Glifosato), Sec Bios, Sec Natural, Herbitech y controles manual y mecánico. Se identificó una especie de maleza de hoja angosta y tres especies de malezas de hoja ancha. Los tratamientos más eficientes para el control fueron control manual y control mecánico con 99.99% de control, seguido de Gramoxone (con 92.84% y 84.72% de control de hoja ancha y angosta respectivamente), testigo regional (con 90.05% y 88.82% de control, respectivamente). Los mejores tratamientos fueron el control manual y el mecánico, Gramoxone, el testigo regional y el Finale. Palabras Clave: *Persea americana*, normativas fitosanitarias, Glifosato.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) es uno de los cultivos de mayor importancia económica en el país, hasta el mes de agosto del año agrícola 2021 la producción obtenida de aguacate en México fue de 1,570,892.62 t, donde el estado Michoacán aportó 1,246,635.81 (SIAP, 2021), lo que equivale al 79.36% del total nacional, lo cual lo posiciona como el principal productor del país y el mayor productor y exportador de aguacate Hass a nivel mundial (MARTÍN, 2016; Atlasbig, 2021).

En la “franja aguacatera” michoacana, hay una creciente producción de aguacate con rendimientos estables, que se refleja en el incremento de la superficie cultivada. Esta situación pone en evidencia el éxito del cultivo para la región, con un crecimiento mediante expansión territorial y no por incremento del rendimiento (ORTIZ, 2017). Por otro lado, la apertura al mercado estadounidense impulsó el ritmo de crecimiento desde el año 2000, de tal forma que desde el 2010 el 90 por ciento de las exportaciones de

aguacate producido en México se dirigen a Estados Unidos (FAO, 2017), siendo Michoacán el único estado que ha obtenido certificación para exportar aguacate mexicano a Estados Unidos desde la década de 1990 (AGUILAR, 2000; DE LA TEJERA *et al.*, 2013; BORREGO y ALLENDE 2021).

El manejo del cultivo de aguacate es muy heterogéneo, mientras la producción de algunos huertos se dirige al mercado internacional (con normativas fitosanitarias más exigentes), otros huertos producen para consumo doméstico. Por otra parte, el manejo puede ser convencional, o bien, orgánico, de riego o temporal. Sin embargo, el cultivo exige un buen control de plagas y maleza (BORREGO y ALLENDE, 2021). En cuanto al control de malezas las normativas fitosanitarias para exportación a Estados Unidos exigen que toda maleza en el área de goteo deberá mantenerse a una altura menor a 10 cm, y fuera del área de goteo, las huertas deberán estar libres de maleza (SENASICA-SADER y USDA-APHIS, 2020). Dicha regulación hace necesario el uso de estrategias eficientes para su control, por lo cual el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la eficiencia de productos químicos y orgánicos en el control de maleza para el cultivo de aguacate en la región productora de Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una huerta del Sr. Mauro Anguiano Toral, agricultor cooperante en Uruapan, Mich. en el ciclo primavera-verano 2021, se estableció un lote experimental en aguacate en el cual se están probando nuevas alternativas para el control de maleza.

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió en un árbol de aguacate. Las aplicaciones se realizaron en el área de goteo del árbol con un radio de 3.0 m a partir del tronco. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue en postemergencia a la maleza, la aplicación se realizó el 22-IX-2021, con una aspersora de motor Robin RSO3, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm una de otra, con una presión de 40 PSI y un gasto de agua de 230 L ha⁻¹.

Los tratamientos que se aplicaron al aguacate se muestran en la Tabla 1, donde se observa el uso de 3 herbicidas orgánicos, 3 químicos y los testigos (enhierbado, control mecánico y control manual).

Tabla 1. Tratamientos alternativos y testigos aplicados en maíz. Ciclo PV 2021, Lote 19; Campo Experimental Bajío.

No.	Tratamientos	Dosis ha ⁻¹
1	Testigo enhierbado	
2	Gramoxone	2.0 L
3	Sec Bios (herbicida orgánico)	2.0 L
4	Finale	2.0 L
5	Testigo control manual	No. de jornales
6	Sec Natural (herbicida orgánico)	15 mL/L de agua
7	Testigo regional (Glifosato)	3.0 L
8	Herbitech (herbicida orgánico)	15 mL/L de agua
9	Testigo Control mecánico	2, a los 15 y 30 días

Se realizaron dos evaluaciones: 1ª al momento de la aplicación (22-IX-2021) y 2ª 15 días después de aplicación (dda) (07-X-2021). En cada evaluación se registraron las siguientes variables: recuento de malezas en un cuadrante de 25 cm x 50 cm (en ambas evaluaciones) y porcentaje de control de malezas por estimación visual (2ª evaluación), utilizando la escala 0-100, donde 0= cero control y 100= muerte completa de la planta. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza, previa transformación de los datos de porcentaje de control de maleza con la función arcoseno y cuando la prueba de F resultó significativa, se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de medias Tukey (DSH) con $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presenta el número especies y la población de malezas por m², presentes antes de la aplicación de los tratamientos y 15 días después, se identificó una especie de maleza de hoja angosta y tres especies de malezas de hoja ancha. Se puede observar la reducción de población de cada especie después de la aplicación de los tratamientos. La diversidad de especies de malezas es poca, principalmente porque el periodo de lluvias estaba muy avanzado cuando se estableció el experimento, y ya se han realizado diversos pasos de control mecánico.

Tabla 2. Cuantificación de malezas en el cultivo de aguacate en cada tratamiento aplicado, Uruapan, Mich. Ciclo P-V 2021.

Especies de Malezas		Antes de la aplicación (Plantas m ⁻²)									15 dda (Plantas m ⁻²)								
Nombre común	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Z. grama	<i>Cynodon dactylon</i> L.	8	22	8	6	0	6	16	8	0	28	10	20	4	0	6	10	6	0
Tripa de pollo	<i>Commelina coelestis</i>	112	78	124	138	0	128	244	112	0	112	68	112	50	0	104	118	96	0
Manzanilla silvestre	<i>Galinsoga parviflora</i>	24	34	32	28	0	34	38	30	0	28	8	8	4	0	8	4	8	0
	<i>Abutilon dugesii</i>	88	102	94	172	0	118	98	66	0	88	30	38	32	0	45	18	26	0

T1= Testigo Enhierbado; T2= Gramoxone; T3= Herbicida Orgánico Sec Bios; T4=Finale; T5= Control manual; T6=Herbicida Orgánico Sec Natural; T7= Testigo Regional; T8= Herbicida Orgánico Herbitech; T9= Control mecánico; dda= Días después de la aplicación.

En la Tabla 3 se presenta la comparación de medias de la variable porcentaje de control de malezas de hoja ancha y hoja angosta, de la evaluación a los 15 dda de la aplicación de los tratamientos, donde podemos observar que los mejores tratamientos son los testigos control manual y control mecánico con 99.99 % de control, seguidos del Gramoxone, con 92.84% y 84.72 % de control de hoja ancha y angosta respectivamente, del testigo regional con 90.05 % y 88.82 % del control de hoja ancha y angosta, respectivamente. Los otros tratamientos obtuvieron valores menores a 85 % en control de hoja ancha y angosta, por lo cual basándose en la escala para avaluar el control de

maleza propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) (URZÚA, 2001), se consideran de regular a muy pobre control y para que un producto pueda catalogarse como control aceptable debe de presentar valores por arriba del 85%.

Tabla 3. Comparación de medias de porcentajes de control de maleza de hoja ancha y angosta en aguacate, Uruapan, Mich. Ciclo P-V 2021.

Tratamiento	Control de maleza (%)	
	Hoja Ancha	Hoja Angosta
Control mecánico	99.99 a	99.99 a
Control manual	99.99 a	99.99 a
Gramoxone 2L ha ⁻¹ + INEX	92.84 b	84.72 b
Testigo Regional (Glifosato) 3L ha ⁻¹ + INEX	90.05 b	88.82 b
Finale 2L ha ⁻¹ + INEX	87.57 b	81.01 c
H. O. Herbitech 2L ha ⁻¹ + INEX	82.56 d	80.22 c
H. O. Sec Bios 2L ha ⁻¹ + INEX	78.61 d	70.80 d
H. O. Sec Natural 15 mL L ⁻¹ de agua	76.94 d	72.60 d
Testigo enhierbado	0 e*	0 e
DSH	1.11	0.68
C.V.	3.91	5.80

*Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales; H.O. = Herbicida orgánico; DSH $p < 0.05$; C.V.= Coeficiente de variación. INEX aplicado al 1% v/v.

CONCLUSIONES

- Los mejores tratamientos fueron el control manual y el mecánico, Gramoxone, el testigo regional y Finale.
- Los herbicidas orgánicos tienen controles deficientes, pero se puede mejorar su comportamiento evaluándolos en distintas etapas de aplicación y con diferentes adherentes y dosis.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, G. (2000). La producción de aguacate en Michoacán ante su próxima liberalización arancelaria en el TLCAN. *Economía Regional*, 13(73), 15-19. <http://cartaeconomicaregional.cucea.udg.mx/index.php/CER/article/view/6222/5592>
- ATLASBIG (2021). Producción mundial de aguacate por país. <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-aguacate>
- BORREGO, A.; ALLENDE, T. C. (2021). Principales detonantes y efectos socioambientales del boom del aguacate en México. *Journal of Latin American Geography*, 20(1), 154-184.
- DE LA TEJERA, B.; SANTOS, A.; SANTAMARÍA, H.; GÓMEZ, T.; OLIVARES, C. (2013). El oro verde en Michoacán: ¿Un crecimiento sin fronteras? *Acercamiento a la*

- problemática y retos del sector aguacatero para el Estado y la sociedad. *Economía y Sociedad*, XVII (29), 15-40. <https://doi.org/1870-414X>
- FAO. (2017). Crops. FAOSTAT statistical database. [Rome] FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- MARTÍN, M. de la L. (2016). La formación histórica del sistema de innovación de la industria del aguacate en Michoacán. Tzintzun. *Revista de Estudios Históricos*, (63), 268–304. <http://www.scielo.org.mx/pdf/treh/n63/2007-963X-treh-63-00268.pdf>
- ORTÍZ, C. (2017). Agricultura de exportación de aguacate y turismo en Michoacán. Una perspectiva desde los servicios ecosistémicos. *El Periplo Sustentable*, (33), 452–485. <https://doi.org/10.21854/eps.v0i33.3651>
- SENASICA-SADER y USDA-APHIS. (2020). Work plan for the exportation of hass avocados from Mexico to the United States of America. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/568318/Plan_de_Trabajo_para_Exportar_Aguacate04-08-2020-150309.pdf
- SIAP (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Producción mensual Agrícola. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- URZÚA, S. F. (2001). Estudios de efectividad biológica con herbicidas. En: Bautista. N.; Díaz, O. (Eds.) Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. pp.85-94.

Summary: Chemical and organic control of weed in avocado, in Michoacán. La Franja aguacatera michoacana is a region with a growing avocado production, for this crop weed control is imperative to comply with phytosanitary regulations for export to the United States. Therefore, it is necessary to use efficient strategies in weed control, for which the objective of this research work is to evaluate the efficiency of chemical and organic products in weed control for avocado cultivation in the region of Michoacan. The experiment was developed in an orchard of a cooperating farmer in Uruapan, Michigan in the spring-summer cycle 202, an experimental design of random blocks with 4 repetitions was used. The herbicide treatments were applied post-emergence to the weed, the treatments were: Grass control, Gramoxone, Finale, Glyphosate, Sec Bios, Sec Natural, Herbitech and manual and mechanical controls. One species of narrow-leaved weed and three species of broad-leaved weeds were identified. The most efficient treatments for the control were manual control and mechanical control with 99.99% of control, followed by Gramoxone (with 92.84% and 84.72% of broad and narrow leaf control, respectively), Glyphosate (with 90.05% and 88.82% of broad and narrow leaf control, respectively), the other treatments showed values less than 80%. The best treatments were manual and mechanical control, Gramoxone, Glyphosate and Finale.

Key words: *Persea americana*, phytosanitary regulations, Glyphosate.

APLICACIÓN DE RESIDUOS DE GIRASOL PARA EL MANEJO DE MALEZA EN BETABEL

Ma. Teresa Rodríguez González†¹, J. Alberto S. Escalante Estrada¹, Yolanda I. Escalante Estrada², Cid Aguilar Carpio¹

¹Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo Méx. e-mail:mate@colposmx; jasee@colpos.mx, aguilar.cid@colpos.mx

²Instituto de Investigación Científica, Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Gro., México y_escalante@yahoo.com.mx

Resumen: Una alternativa para el control de maleza en el cultivo, es la incorporación al suelo de residuos de cosecha con efecto alelopático. El betabel es importante por su valor nutricional y medicinal. Su producción y calidad se afecta por la presencia de la maleza. El objetivo del presente estudio fue determinar en betabel el efecto de la aplicación al suelo de receptáculo seco y molido de girasol (ARG) y la fecha de siembra (FS) del betabel sobre: a) las especies de maleza, la densidad, materia seca y dominancia y; b) la producción de betabel. Se aplicó residuo de girasol y un testigo con fecha de siembra del betabel en Julio 17 (momento de la incorporación del residuo), 24 y 31 (una y dos semanas después de la incorporación, respectivamente) en Montecillo, Méx., bajo régimen de lluvia y clima templado. Las especies de maleza encontradas en el cultivo en orden de dominancia fueron: *Chenopodium album*, seguido de las gramíneas como *Bromus catharticus*, *Eleusine multiflora*, *Setaria adhaerens* y *Cynodon dactylon*; *Amaranthus hybridus*, *Portulaca oleracea*, *Brassica campestris*, *Simsia amplexicaulis*, *Galinsoga parviflora*, *Acalypha mexicana* y *Malva parviflora*. La FS del betabel y la ARG afectaron la densidad y acumulación de materia seca en la maleza. La población de maleza se redujo en relación a lo tardía de la siembra y con la ARG. En contraste, con la siembra tardía el betabel mostró un mayor número de plantas y producción por m⁻².

Palabras clave: *Beta vulgaris*, *Helianthus annuus*, materia seca de maleza, densidad de maleza, producción de betabel.

INTRODUCCIÓN

Para el control de maleza en los cultivos se utilizan por lo general agroquímicos los cuales pueden contaminar el ambiente. En la actualidad se proponen alternativas para el manejo de la maleza como el uso de productos de origen vegetal puesto son de menor contaminación. Una alternativa es utilizar residuos de cosecha, que al contener sustancias alelopáticas pueden inhibir la germinación la actividad fotosintética. De esta manera se puede reducir la población, crecimiento de la maleza y presentar menos competencia al cultivo. La incorporación al suelo de residuos de girasol ha sido propuesta por RODRÍGUEZ *et al.* (1998) para el manejo de maleza y productores de pequeñas

extensiones. Además, los residuos de origen vegetal pueden reducir la fluctuación de la temperatura, favorecer la retención de humedad (HERRERA *et al.*, 2003) y proteger de la erosión al suelo (BLACKSHAW Y MOLINAR, 2008). Además, puede mejorar la estructura del suelo, lo que facilitaría el crecimiento de las estructuras subterráneas del cultivo. El betabel es una hortaliza de importancia por su valor nutricional y medicinal. Su producción y calidad puede ser afectada por la presencia de la maleza y puede incrementarse con la incorporación de residuos de girasol por las ventajas señaladas anteriormente. El objetivo del presente estudio fue determinar en betabel el efecto de la aplicación al suelo de receptáculo seco y molido sobre: a) las especies de maleza, la densidad, materia seca y dominancia que ocurren en el cultivo; b) la producción de betabel.

MATERIALES Y MÉTODO

Localidad de estudio

El estudio se realizó en Montecillo, Méx., (19°29' N, 98° 45'W , 2,250 m de altitud) de clima templado (GARCÍA,2005) durante la estación lluviosa (de mayo a septiembre de 2018), en suelo franco-arcillo-limoso, pH 6.9, CE de 0.5 dS m⁻¹, MO de 2 %, 0.01% de N total, 9.5 mg de NO₃ kg⁻¹.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos consistieron en la incorporación al suelo de 2.5 kg de receptáculo de girasol seco y molido (ARG) y un testigo (sin aplicación de residuos) y tres fechas de siembra (FS) para el betabel: 17 de julio, en el momento de la incorporación del residuo; 24 de julio, una semana después de la incorporación y 31 de julio, dos semanas después de la incorporación. El arreglo topológico fue de 0.10 m x 0.10 m con una densidad de población de 100 plantas m⁻². El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones.

Variables en estudio

Después de la cosecha del betabel (77 a 92 días después de la siembra, dds), en un cuadrante de 50 cm X 50 cm por cada unidad experimental se evaluó para la maleza: el número de especies, la densidad (DM, plantas m⁻²) y la acumulación de biomasa o materia seca (g m⁻², AMS). Además se calculó la dominancia relativa [DOR=(MS de los individuos de una especie/MS de los individuos de todas las especies)*100]. En el betabel se cuantificó el número de plantas y el rendimiento de campo (peso fresco).

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA), la prueba de Tukey y un análisis de correlación mediante el paquete SAS 9.0 (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Maleza

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* (35%), seguida de las gramíneas (25%) como *Bromus catharticus*, *Eleusine multiflora*, *Setaria adhaerens* y *Cynodon dactylon*, *Amaranthus hybridus* (11%), *Portulaca oleracea* (9%); *Brassica campestris* (6%), *Simsia amplexicaulis* (5%), *Galinsoga parviflora* (4%), *Acalypha mexicana* (2%) y *Malva parviflora* (1%) (figura 1).

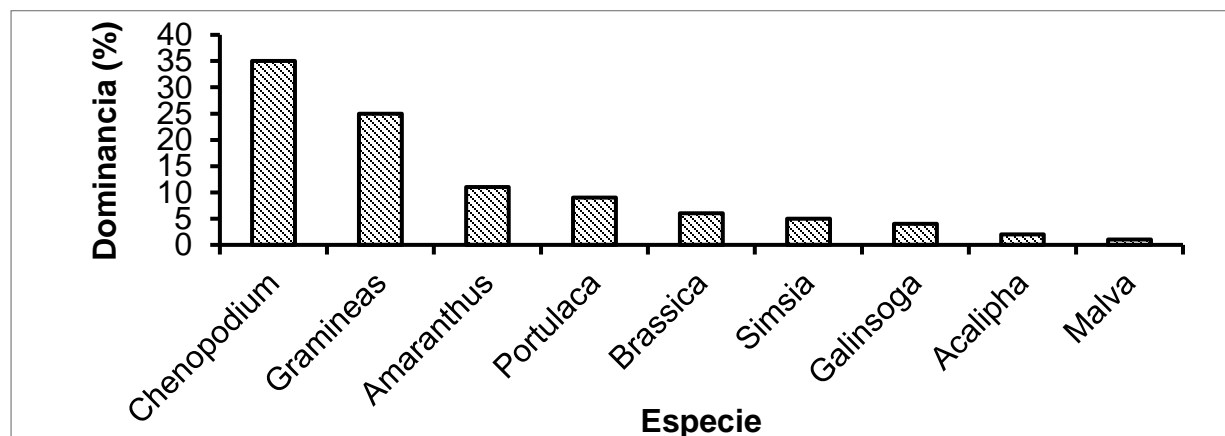


Figura 1.-Valor de dominancia (%) de las especies de maleza que ocurren en el cultivo del betabel en diferentes fechas de siembra y aplicación de residuos de girasol. Valores promedio. Montecillo, Méx. Verano 2018.

Densidad (DM) y acumulación de materia seca (AMS) de maleza

El análisis de varianza mostró diferencias significativas solamente por FS y ARG para la DM y AMS de la maleza (cuadro 1). En cada FS, la ARG redujo la DM. En relación al testigo (sin ARG), la reducción más alta (80%) fue el 17 julio; seguida del 24 julio (65%) y la más baja el 31 de julio (47%). Esto indica que el efecto sobre DM es más bajo en cuanto la siembra del cultivo es más tardía después de la ARG (figura 2). La mayor DM (56 plantas m⁻²) y AMS (583 g m⁻²) se encontró en la FS del 17 de julio; seguida de la del 24 de julio (27 plantas m⁻² y 330 g m⁻²) y la más baja correspondió a la del 31 de julio (26 plantas m⁻² y 330g m⁻²). En todas las FS la ARG redujo la DM y la AMS en la maleza (figura 3). Estos resultados sugieren un efecto del residuo de girasol sobre la germinación y actividad fotosintética de la maleza y que este efecto fue más significativo con la siembra del 17 de julio.

Cuadro 1. Densidad de maleza (DM) y acumulación de materia seca total (g m⁻²) de la maleza en función de la fecha de siembra del betabel con y sin aplicación de residuo de girasol. Montecillo Méx.2018.

Tratamiento	Aplicación de girasol (ARG)	Número de plantas m ⁻²	Materia seca total (gm ⁻²)
17 julio		56 a	583 a
24 julio		27 b	498 b
31 julio		25 b	330 c
Promedio	CG	18 b	336 b
	sg	54 a	605 a
Promedio general		36	470

Prob. F	FS	**	**
	AG	**	**

CG=con residuo de girasol; sg = sin aplicación de residuo de girasol (testigo); FS = fecha de siembra; AG= tratamientos de girasol; ** diferencias significativas al 0.01 de probabilidad. En columnas valores con letra diferente son estadísticamente diferentes según Tukey 0.05.

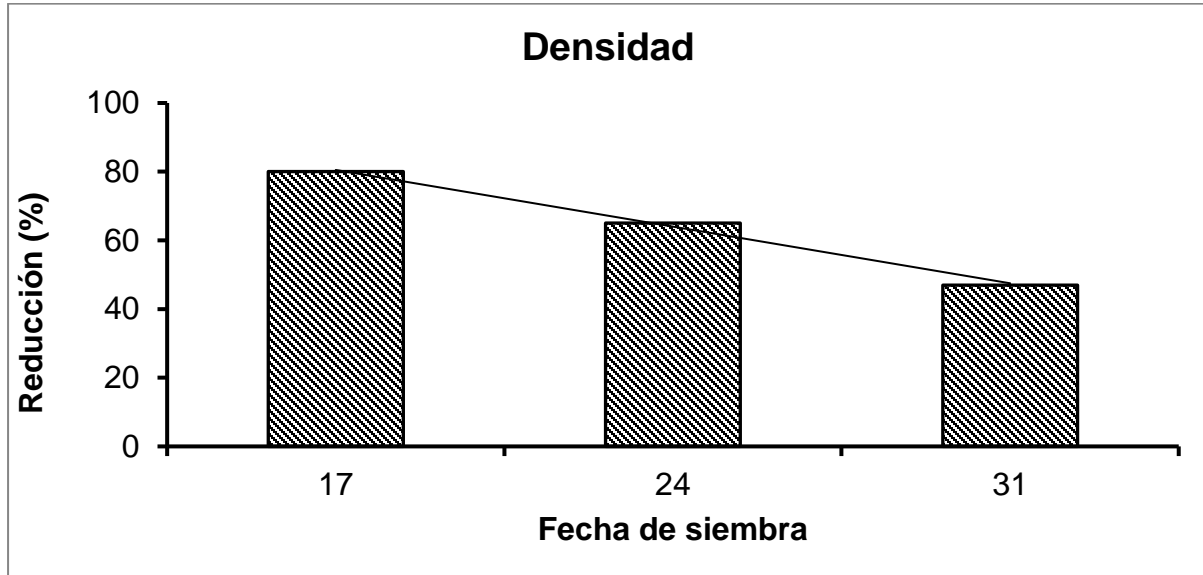


Figura 2. Reducción (%) de la densidad de maleza en cada fecha de siembra por la aplicación de residuos de girasol. Montecillo Méx., México. Verano 2018.

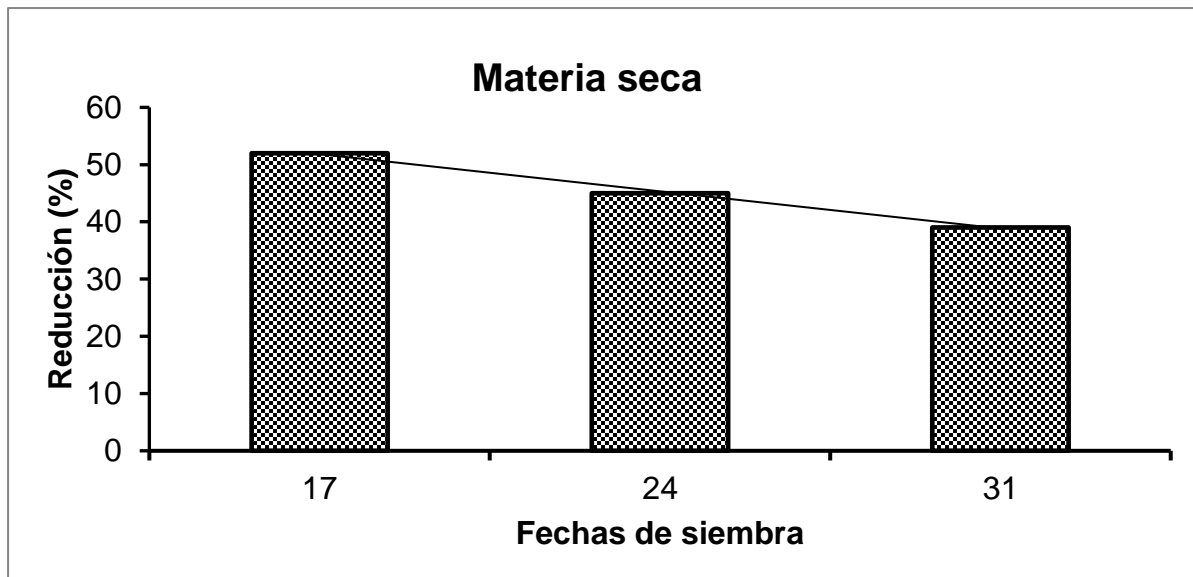


Figura 3. Reducción (%) de la acumulación de materia seca en maleza en cada fecha de siembra por la aplicación de residuos de girasol. Montecillo Méx., México. Verano 2018.

Betabel
Fecha de Cosecha

El betabel de siembra del 17 de julio se cosechó a los 77 dds; el sembrado el 24 de julio a los 85 dds y el del 31 de julio a los 92 dds.

Número de plantas cosechadas y producción de betabel (peso de campo, gm⁻²)

En el cuadro 2 se indica que el ANDEVA mostró diferencias significativas solo por efecto de factores principales (FS y ARG)

Efecto de la incorporación de receptáculo de girasol (ARG) sobre el número de plantas (NP) y peso de campo (materia fresca) de betabel

El mayor NP (76 m⁻²) y la mayor producción de betabel (5238 gm⁻²) se encontró con la ARG, debido que el residuo de girasol aporta materia orgánica y mejora las propiedades del suelo para favorecer el crecimiento de la estructura de interés económico. Esto último también ha sido reportado por HERRERA Y AGÜERO (2003) con incorporación al suelo de paja de arroz.

Efecto de fecha de siembra (FS)

El mayor NP (93 plantas m⁻²) y producción más alta de betabel (6602 g m⁻² de peso de campo, materia fresca) se logró con la siembra del 31 de julio, lo cual se relaciona con la más baja DM y AMS de la maleza en esta fecha, lo que ocasionó menor competencia con el cultivo. La producción más baja de betabel fue con la siembra del 17 de julio, lo que contrastó con la DM y AMS más alta de la maleza con esa fecha de siembra. Esto sugiere que cuando se utilice como práctica de manejo de maleza la ARG, la recomendación para la siembra de betabel es realizarla dos semanas después de la incorporación de este, para que el cultivo sufra menor efecto alelopático y de competencia con la maleza.

Cuadro 2. Producción de betabel (*Beta vulgaris* L.) en función de la fecha de siembra (FS) y la aplicación del residuo de girasol (ARG) . Montecillo Méx., México. Verano 2018.

Fecha de siembra (FS)	Aplicación de girasol (ARG)	Numero de plantas m ⁻²	Materia fresca (g m ⁻²)
Promedio por	17 julio	34 c	3450 c
FS	24 julio	70 b	3808 b
	31 julio	93 a	6602 a
Promedio por AG	CG	76 a	5238 a
	sg	42 b	4003 b
Promedio General		59	4620
Prob.F	FS	**	**
	AG	**	**

** P<0.01; Dentro de columnas valores con letra similar son estadísticamente iguales. AG=aplicación de girasol; C G=con AG; sg=sin AG.

En resumen, la población de maleza se redujo con la aplicación de residuos de girasol al suelo y en cuanto la siembra de betabel fue más tardía (31 de julio), posiblemente debido a que el residuo de girasol tuvo más tiempo para liberar sus

compuestos alelopáticos. El número de plantas y producción de betabel fue más alto con la aplicación de residuos y en la siembra más tardía, debido en parte a la más baja competencia con la maleza, puesto que en esta fecha la densidad de maleza fue más baja. La relación entre el número de plantas de betabel con el número de maleza fue negativa (figura 4).

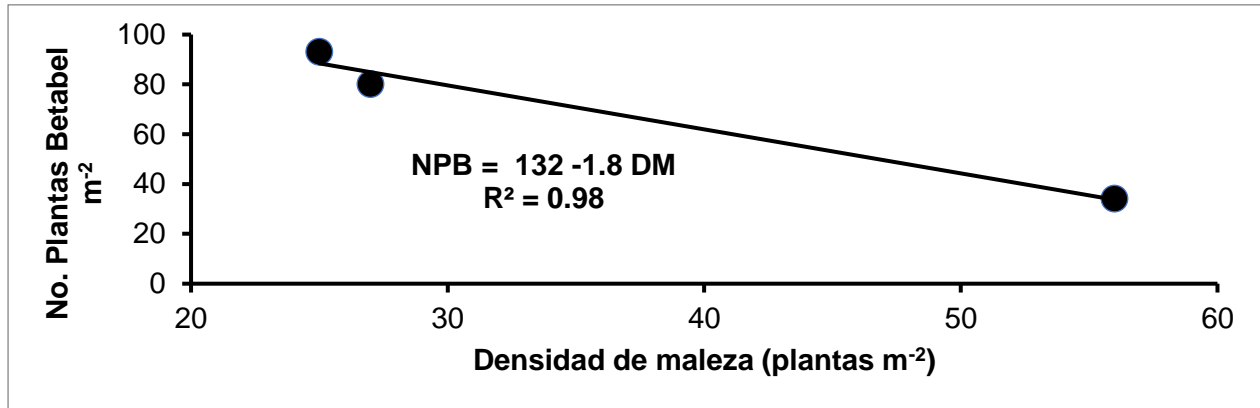


Figura 4. Relación número de plantas de betabel con el número de plantas de maleza. Montecillo Méx., México. Verano 2018.

CONCLUSIONES

Las especies de maleza que se encontraron en el cultivo del betabel en orden de dominancia fueron: *Chenopodium album*, seguido de las gramíneas como *Bromus catharticus*, *Eleusine multiflora*, *Setaria adhaerens*; y *Cynodon dactylon*; *Amaranthus hybridus*, *Portulaca oleracea*, *Brassica campestris*, *Simsia amplexicaulis*, *Galinsoga parviflora*, *Acalypha mexicana* y *Malva parviflora*. La población de maleza se redujo en relación a lo tardía de siembra del betabel y con la aplicación de residuos de girasol al suelo. En contraste, con la aplicación de residuos de girasol y la siembra tardía se obtiene un mayor número de plantas y producción por m⁻² de betabel.

BIBLIOGRAFÍA

- BLACKSHAW, R. E.; L.J. MOLINAR. (2008). Integration of conservation tillage and herbicides for sustainable dry beans production. *Weed Technology* 22 (1):168-176.
- GARCÍA, E. 2005. Modificaciones al sistema climático de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Talleres offset Larrios. México, D. F.
- HERRERA F., R. AGUERO; C. GAMBOA. (2003). Efecto de la cantidad de rastrojo de arroz sobre la maleza y el frijol. *Agronomía Mesoamericana* 14 (1):65-70.
- RODRÍGUEZ GONZÁLEZ MA. TERESA, J. ALBERTO ESCALANTE ESTRADA Y L. AGUILAR G. (1998). Control de maleza con productos de girasol. Memorias del XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Pág. 24-28.
- Statistical Analysis System (SAS Institute). 2003. SAS/STAT User's Guide Release 9.1 Ed Cary. NC.USA

Summary: Sunflower waste application for weed management in beet.

An alternative for weed control in crops is the incorporation of crop residues into the soil with an allelopathic effect. Beets are important for their nutritional and medicinal value. Its production and quality is affected by the presence of weeds. The objective of the present study was to determine in beets the effect of the application to the soil of the dry and ground sunflower receptacle (GSR) and the sowing date (SD) of the beet on: a) weed species, density, dry matter and dominance and; b) the production of beets. Sunflower residue and a control with beet planting date on July 17 (time of incorporation of the residue), 24 and 31 (one and two weeks after incorporation, respectively) were applied in Montecillo, Mex., Under a regime of rain and temperate climate. The weed species found in the crop in order of dominance were: *Chenopodium album*, followed by grasses such as *Bromus catharticus*, *Eleusine multiflora*, *Setaria adhaerens* and *Cynodon dactylon*; *Amaranthus hybridus*, *Portulaca oleracea*, *Brassica campestris*, *Simsia amplexicaulis*, *Galinsoga parviflora*, *Acalypha mexicana* and *Malva parviflora*. The SD of beets and GSR affected the density and accumulation of dry matter in the weed. The weed population was reduced in relation to the lateness of planting and with the GSR. In contrast, with the late sowing the beet showed a greater number of plants and production per m⁻².

Keywords: *Beta vulgaris*, *Helianthus annuus*, weed dry matter, weed density, beet production.

EVALUACIÓN DE LEGUMINOSAS DE COBERTURA PARA CONTROLAR MALEZA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS EN MÉXICO

J. F. Enríquez Quiroz¹, C. Matilde Hernández², V. A. Esqueda Esquivel³, U. A. Díaz Zorrilla²

¹Campo Experimental La Posta. CIRGOC. INIFAP. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Medellín, Ver. enriquez.javier@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP. Km 4.5 Carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Tlapacoyan, Ver. matilde.cristian@inifap.gob.mx, diaz.ulises@inifap.gob.mx

³Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Medellín, Ver. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

Resumen: Las plantaciones de cítricos tienen un esquema de manejo que utiliza extensivamente productos químicos, principalmente fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas, los cuales, si no se aplican adecuada y racionalmente, pueden afectar la salud de las personas que los aplican y ocasionar contaminación al medio ambiente. En el caso particular de control de maleza, el uso del herbicida glifosato, es una práctica común entre los productores de cítricos. El objetivo del presente trabajo es evaluar en su etapa inicial el establecimiento de leguminosas de cobertura y posteriormente determinar la posibilidad de su utilización para el control de malezas en huertas de cítricos. El estudio se está realizando en una huerta de limón persa y otra de naranja, en el municipio de Martínez de la Torre, Ver., en donde se evalúan siete especies de leguminosas y tres combinaciones de las mismas, un tratamiento con glifosato y un tratamiento con rastreo del terreno además del testigo enhierbado. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. En ambos ensayos se destaca la altura y cobertura del suelo de mucuna y dolichos, ya sea en monocultivo o bien en mezcla, que fueron diferentes ($p < 0.05$) al resto de las leguminosas. El glifosato tiene buen control de malezas en ambos cultivos, mientras que el tratamiento con rastra muestra una mayor cobertura de la maleza en la plantación de limón persa debido a mejores condiciones de luminosidad en la franja.

Palabras clave: altura, naranja, limón

INTRODUCCIÓN

México es el segundo productor de limón en el mundo; cuenta con una extensión de más de 205 mil hectáreas establecidas en 28 estados, en los que se producen aproximadamente 2.6 millones de toneladas anuales; en 2019, los principales estados productores fueron Michoacán y Veracruz, con 782,375 y 702,876 toneladas de fruto, respectivamente. El valor de la producción de limón fue superior a 6,357 millones de pesos.

La superficie dedicada a la producción de limón en México de 2010 a 2019 creció 3.2%. Cinco estados concentran el 80% del volumen de producción en el país: Michoacán, Veracruz, Colima, Oaxaca y Tamaulipas, con una producción superior a las 100,000 toneladas; Michoacán tuvo una aportación del valor de la producción de 37%, mientras que Veracruz aportó 24%, que se produjo en una superficie de 47,895 hectáreas (SIAP, 2020). Para el caso de la naranja, México es el quinto productor mundial; cuenta con una extensión de más de 343,000 hectáreas establecidas en más de 10 estados, en los que se producen aproximadamente 4.7 millones de toneladas anuales. En este contexto, Veracruz es el principal productor a nivel nacional con 2.48 millones de toneladas, que representa más del 50% de la producción nacional. El valor de la producción de esta fruta en 2019 fue de 9,461 millones de pesos (SIAP, 2020). La superficie de este cultivo se ha mantenido estable, con un incremento de 0.1% de 2010 a 2019.

En las regiones productoras de cítricos, más del 95% de los productores utilizan el herbicida no selectivo glifosato para el control de malezas, ya que es un producto con actividad eficiente contra malezas anuales y perennes, en comparación con los herbicidas paraquat y glufosinato, que solamente tienen efecto en malezas anuales. El paraquat generalmente es más barato o tiene igual precio que el glifosato, mientras que glufosinato cuesta aproximadamente el doble. El glifosato se utiliza de tres a cuatro veces por año (PÉREZ-LÓPEZ *et al.*, 2014) en dosis de 3 a 6 litros de producto comercial por hectárea. SANDOVAL y CORTÉS (2004), indicaron que, en huertas de cítricos del norte de Veracruz, se ha incrementado el uso de leguminosas de cobertura, con la finalidad de reducir los costos del cultivo por control de maleza y fertilización.

Debido a lo anterior, es necesario diseñar prácticas que optimicen el uso y conservación del suelo y el medio ambiente en plantaciones jóvenes y adultas, por lo que los cultivos de cobertura de leguminosas son una alternativa viable, ya que evitan el agotamiento de la fertilidad y reducen la incidencia de malezas. Un cultivo de cobertura es definido como “una cobertura vegetal viva que cubre el suelo de forma temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas intercalado en relevo o en rotación”. Los cultivos de cobertura se caracterizan por sus funciones más amplias y multipropósitos, las cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades y alimentación humana y animal (POUND, 1999).

Las plantas de cobertera pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, aunque generalmente se prefieren las leguminosas, debido a los beneficios que aportan en algunos cultivos arbóreos como los cítricos, en los cuales se tiene un estrato herbáceo entre los árboles que es necesario controlar mediante prácticas agrícolas con chapeos manual o mecánico, o bien el uso de productos químicos. Entre sus beneficios se señalan: la aportación de materia orgánica, fijación de nitrógeno al suelo, protección de la erosión, y eventualmente alimentación animal, producción de semilla, disminución del daño por ácaros en los frutos de naranja, además de disminuir el impacto negativo sobre el ambiente por el uso de herbicidas (POUND, 1999; SANDOVAL y CORTÉS, 2004). El objetivo del presente estudio es evaluar en su etapa inicial el establecimiento de leguminosas de cobertura como una alternativa para evitar la utilización de herbicidas en cítricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realiza en el rancho Lomas de Arena, localizado en las coordenadas 20.15 LN y 97.10 LO a una altitud de 99 m, en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Un experimento se realiza, en una plantación de naranja Valencia de 32 años de establecida, la cual se encuentra sembrada a distancias de 4 metros entre árboles y 8 metros entre hileras de árboles, manejada con poda lateral severa realizada en 2019. El segundo experimento se estableció en una huerta heterogénea de limón persa, es decir, tiene arboles de 1 a 15 años, lo cual es representativo de la zona. Los árboles se podan frecuentemente y las alturas que alcanzan en promedio son de 1.70 a 2.20 metros; la distancia entre árboles es de 3 a 4 metros, y entre callejones de 6 a 7 metros. Los tratamientos y densidad de siembra en evaluación se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de tratamientos y densidad de siembra establecidos en una plantación de naranja cv. Valencia y limón persa.

Trat.	Cultivar o mezcla de leguminosas	Densidad de siembra (kg/ha de SPG*)
1	<i>Arachis pintoi</i> + <i>Clitoria ternatea</i>	Proporcional**
2	<i>Centrosema pubescens</i> (Centro)	5
3	<i>Arachis pintoi</i> (Cacahuatillo)	15
4	<i>Clitoria ternatea</i> (Tehuana)	8
5	<i>Lablab purpureus</i> (Dolichos)	30
6	<i>Mucuna pruriens</i> (Mucuna o pica pica mansa)	30
7	Rastreo	-
8	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Kudzú)	5
9	Dolichos + Mucuna	Proporcional
10	<i>Neonotonia wrightii</i> (Soya perenne)	5
11	Kudzú + Centro + Soya perenne	Proporcional
12	Coctel (Todas las leguminosas)	Proporcional
13	Glifosato (2.5 L/ha)	2.5 L/ha
14	Testigo enhierbado	-

*Semilla pura germinable. **Parte proporcional de la combinación de la semilla acorde a la densidad de siembra.

Preparación del terreno. La preparación del terreno en ambos experimentos se realizó mediante varios pasos de rastra de la franja central, con la finalidad de destruir la cobertura vegetal que tenía la plantación, para tener una cama de siembra adecuada para la siembra de la semilla.

Siembra. La siembra en los dos experimentos se realizó en la parte central del callejón, en una superficie de 4 x 32 metros de fondo del bloque; ésta se hizo a una distancia entre surcos de 50 centímetros y de 30 a 70 centímetros entre puntos de siembra entre plantas, dependiendo de la cantidad de semilla a distribuir; es decir, las semillas grandes de mucuna y dolichos se sembraron más espaciadas por el tamaño y número de semillas a distribuir. Los tratamientos en combinación se sembraron de igual forma, con excepción del coctel de leguminosas, que fueron sembradas al voleo.

Registro de datos experimentales. Durante el establecimiento, que comprende una etapa de 90 días se registran las siguientes variables: número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de cobertura del suelo por metro cuadrado, altura de las plantas; estos muestreos se realizan al azar en un metro cuadrado, con cuatro repeticiones en cada bloque o tratamiento. Una vez que las plantas cumplan un periodo de establecimiento de 90 días, se procederá a realizar la determinación de producción de biomasa, composición botánica y tolerancia a la sombra; dichas mediciones se realizarán en un marco de 1 metro cuadrado, tomando cuatro muestras en cada bloque. Las evaluaciones se realizan cada 15 días. Posteriormente se dará seguimiento al desempeño de las leguminosas para determinar su persistencia. También se evaluará la presencia de plagas y enfermedades en las leguminosas. Los resultados se analizaron en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Naranja. Los resultados de los dos muestreos realizados para determinar el establecimiento de las leguminosas de cobertura en la plantación de naranja se presentan en la Tabla 2, en donde se puede observar la información de dos muestreos realizados a los 14 días y 28 días después de la siembra (DDS). Los valores del avance en número de plantas, altura y cobertura del suelo fueron diferentes ($p < 0.05$) en todos los tratamientos y variables. Es importante observar el avance en altura y cobertura de las especies durante el establecimiento, destacando las especies *M. pruriens* y *L. purpureus* y el tratamiento combinado con estas dos especies, que alcanzaron alturas máximas de 35 centímetros y 38% de cobertura del suelo; cabe señalar que estas especies tienen un establecimiento muy rápido, debido a que sus semillas son de gran tamaño, lo cual les confiere una gran cantidad de reservas para su crecimiento inicial, no siendo así para el resto de las semillas, que tienen un tamaño muy pequeño y que una vez que germinan, sus reservas se agotan y dependen de la capacidad fotosintética del follaje en desarrollo para continuar su crecimiento, siendo su establecimiento o cobertura del suelo más lento. Al respecto, SANDOVAL y CORTÉS (2004), indican que, en plantaciones de naranja, el desarrollo inicial de *M. pruriens* es rápido con una cobertura del 91% a los seis meses después de la siembra, mientras que *A. pintoii*, *N. wrightii* y *P. phaseoloides*, tuvieron coberturas de 22, 16 y 15%, respectivamente, en esta primera etapa de evaluación. El valor máximo de cobertura del suelo que tiene el testigo enhierbado fue del 100% con follaje verde, mientras que el tratamiento con glifosato presenta un 97.5% de cobertura, con el follaje de la maleza seco, ya que éste al momento de la evaluación mostró 95% de control o eficiencia, en malezas del género *Digitaria* sp., *Paspalum* sp. y *Bidens pilosa*. Con respecto al tratamiento con rastreo, aunque se ha incrementado la altura de la maleza y la cobertura del suelo, ésta aún no presenta signos alarmantes, ya que 28 días después de la siembra, solamente alcanza una cobertura de alrededor de 14%.

Limón persa. Los resultados de los dos muestreos realizados en el cultivo de limón persa se presentan en la Tabla 3, en donde se puede observar que al igual que en el experimento de naranja, destacan en su avance en el establecimiento la altura y cobertura alcanzada por *L. purpureus*, que alcanzó alturas máximas de 27 centímetros y

43% de cobertura del suelo y que fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) al resto de los tratamientos; cabe destacar que tratamiento combinado con Dolichos + Mucuna, también alcanzó mayor altura de planta y cobertura del suelo; estas dos especies combinadas tuvieron alturas máximas de 21 centímetros y 37% de cobertura del suelo.

Tabla 2. Evaluación del desempeño de leguminosas durante el establecimiento en plantaciones de Naranja Valencia.

Tratamiento	14 DDS*			28 DDS*				
	No. Planta		Cobertura (%)	No. Planta		Altura (cm)		Cobertura (%)
Cultivar / Mezcla	s (m ²)	Altura (cm)		s (m ²)	Legumino	Malez	Leguminos	Malez
				sa	a	a	a	
<i>Arachis pinto</i> + <i>Clitoria ternatea</i>	10 cd	7 cd	2 d	13 bc	13 c	6 cde	9 cd	2 b
<i>Centrosema pubescens</i>	13 bcd	5 d	1 d	17 abc	11 cd	bcd	9 cd	3 b
<i>Arachis pinto</i>	9 cd	6 d	1 d	13 bc	11 cd	bcde	10 cd	2 b
<i>Clitoria ternatea</i>	16 abc	bcd	2 d	29 abc	21 b	bcd	13 bcd	13 b
<i>Lablab purpureus</i>	15 abc	17 b	16 bc	13 bc	35 b	bcd	37 a	5 b
<i>Mucuna pruriens</i>	5 d	bc	12 c	5 c	22 b	bcd	22 b	9 b
Rastreo	0	3 d	3 d	0	0	bcd	0	14 b
<i>Pueraria phaseoloides</i>	27 a	3 d	2 d	25 ab	5 d	bcd	8 cd	5 b
Dolichos + Mucuna	14 bcd	18 b	22 b	11 bc	26 a	bcde	38 a	3 b
<i>Neonotonia wightii</i>	11 bcd	3 d	1 d	14 bc	6 cd	7 cde	3 d	4 b
Kudzú + Centro + Soya perenne	21 abc	5 d	2 d	19 abc	7 cd	4 de	6 cd	3 b
Coctel (Todas las leguminosas)	23 ab	bcd	10 c	32 a	10 cd	2 e	16 cd	1 b
Glifosato	0	72 a	100 a	0	0	17 b	0	97.5 a
Testigo enhierbado	0	77 a	100 a	0	0	56.5 a	0	100 a

*DDS = días después de la siembra.

El resto de las especies tuvo un desempeño más lento tanto en altura como cobertura del suelo, situación normal para este tipo de especies, que van de menos a más con el tiempo. Al respecto, PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.* (1996), evaluaron las especies leguminosas *P. phaseoloides*, *A. pinto*, *N. wightii* y *Desmodium ovalifolium* en el cultivo de naranja Valencia de ocho años de edad, encontrando que, la mayor cobertura se alcanzó con *A.*

pintoi con un 100% de cobertura del suelo a los nueve meses, mientras que el resto de las especies tuvieron coberturas de 37 a 85% a los 12 meses de crecimiento. Para el testigo enhierbado y el tratamiento con glifosato, su efecto fue de 80% de control, donde las malezas principales fueron las gramíneas *Cynodon dactylon*, *Elusine indica* y *Digitaria* sp. y la maleza de hoja ancha *Bidens pilosa*. En el tratamiento con rastreo, la cobertura de maleza a los 28 DDS, fue de 60%, es decir, el desarrollo de la cobertura se incrementó en mayor grado, con respecto a la encontrada en cultivo de naranja en este tratamiento, debido a condiciones más apropiadas de luz y temperatura que permitieron un rápido desarrollo.

Tabla 3. Evaluación del desempeño de leguminosas durante el establecimiento en plantaciones de limón persa.

Tratamiento	14 DDS*			28 DDS*				
	Cultivar / Mezcla	No. Plantas (m ²)	Altura (cm)	Cobertura (%)	Altura (cm)		Cobertura (%)	
No. Plantas (m ²)					Leguminosa	Maleza	Leguminosa	Maleza
Testigo enhierbado	0	36 a	100 a	0	0	54 a	0	100 a
Glifosato	0	31 a	80 b	0	0	27 b	0	100 a
Rastreo	0	14 b	14 cd	0	0	17 bc	0	60 b
Kudzú + Centro + Soya perenne	31 ab	4 b	2 e	28 ab	7 de	20 bc	10 cd	34 bc
<i>Neonotonia wightii</i>	23 abc	3 b	1 e	22 abc	7 de	15 c	6 d	32 bc
Dolichos + <i>Mucuna Pueraria phaseoloides</i>	16 abc	13 b	19 c	15 abc	21 ab	20 ab	37 ab	24 bc
<i>Coctel (Todas las leguminosas)</i>	34 a	2 b	1 e	30 a	4 e	12 c	7 d	22 bc
<i>Mucuna pruriens</i>	24 abc	5 b	9 cde	16 abc	8 cde	14 c	14 cd	24 bc
<i>Lablab purpureus</i>	6 c	13 b	16 c	5 c	21 ab	14 c	23 bc	27 bc
<i>Clitoria ternatea</i>	13 bc	12 b	18 c	17 abc	27 a	16 bc	43 a	18 c
<i>Arachis pintoi</i>	17 abc	8 b	6 de	19 abc	15 bc	13 c	7 d	7 c
<i>Centrosema pubescens</i>	9 c	5 b	3 e	8 ab	8 cd	14 c	3 d	41 bc
<i>Arachis pintoi</i> + <i>Clitoria ternatea</i>	30 ab	5 b	2 e	25 abc	13 cd	17 bc	11 cd	35 bc
	15 abc	6 b	1.3 e	10 abc	15 bc	16 bc	3 d	14 c

*DDS = días después de la siembra.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares que es la etapa inicial del establecimiento de leguminosas de cobertura, se puede concluir lo siguiente:

- En un mes de evaluación, en ambos ensayos destacan la altura cobertura del suelo de *M. pruriens* y *L. purpureus*, ya sea en monocultivo o bien en mezcla, el resto de las leguminosas muestra un cubrimiento del suelo más lento y se espera que cubran el suelo en los meses siguientes.
- El glifosato tiene buen control de malezas en ambos cultivos.
- El tratamiento con rastra muestra una mayor cobertura de la maleza en la plantación de limón persa debido a mejores condiciones de luminosidad en la franja.

BIBLIOGRAFÍA

- PÉREZ-JIMÉNEZ, S. C.; CASTILLO, E.; ESCALONA, M. A.; VALLES, B.; JARILLO, J. (1996). Evaluación de *Arachis pintoii* CIAT 17434 como cultivo de cobertura en una plantación de naranja var. Valencia. p. 188-193. *In*: Argel, J. P.; Ramírez, P. A. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoii* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo No. 159. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- PÉREZ-LÓPEZ, M.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; CRUZ-HIPÓLITO, H.; SANTOS, F.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; DE PRADO, R. (2014). Characterization of glyphosate-resistant tropical sprangle top (*Leptochloa virgata*) and its alternative chemical control in Persian lime orchards in Mexico. *Weed Science* 62:441-450.
- POUND, B. (1999). Cultivos de cobertura la agricultura sostenible en América Latina. p. 97-120. *In*: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1988. Food and Agriculture Organization. Roma, Italia.
- SANDOVAL, R. J. A.; CORTÉS, M. M. F. (2004). Leguminosas de cobertura asociadas a naranjo 'Valencia' en huertas establecidas en ladera. p. 95-104. *In*: Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano. Libro Científico No. 1. INIFAP, CP, ITA No. 18, ITMAR, No.1, UACH, UV. Veracruz, Ver., México.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2020). Panorama agroalimentario 2020. Datos de un campo que avanza sin dejar a nadie atrás. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. 196 p.

Summary: Citrus plantations have a management scheme that extensively uses chemical products, mainly fertilizers, insecticides, fungicides and herbicides, which, if not applied properly and rationally, can affect the health of the people who apply them and cause environmental contamination. In the particular case of weed control, the use of the herbicide glyphosate is a common practice among citrus growers. The objective of this work is to evaluate in its initial stage the

establishment of cover legumes and subsequently determine the possibility of their use for weed control in citrus orchards. The study is carried out in a lemon orchard and an orange orchard, in the municipality of Martínez de la Torre, Ver., where seven species of legumes and three combinations of them, a treatment with glyphosate and a treatment with ground harrowing in addition to a weedy check are evaluated. A randomized block design with four replications was utilized. In both trials, the height of the mucuna and dolichos and their soil coverage, whether in monoculture or mixed, stand out, which were different ($p < 0.05$) from the rest of the legumes. Glyphosate has good weed control in both crops, while the harrowing treatment shows greater weed coverage in the Persian lemon plantation due to better light conditions in the strip.

Key words: height, orange, lemon

AISLAMIENTO Y SELECCIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS NATIVOS CON POTENCIAL BIOHERBICIDA PARA EL CONTROL DE *Convolvulus arvensis* EN MÉXICO

Néstor Daniel Sotelo Cerón¹, Juan Carlos Martínez Álvarez², Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza³, Rosario Alicia Fierro Coronado⁴, Karla Yeriana Leyva Madrigal⁵, Guadalupe Arlene Mora Romero⁶

^{1, 2, 3 y 4} Departamento de Biotecnología Agrícola IPN, CIIDIR Sinaloa, Blvd. Juan de Dios Batiz #250 Colonia San Joachin, Guasave, Sin., nesda_soce@hotmail.com, i_karlos6@hotmail.com, ignacioemaldonado@yahoo.com.mx aliciafierro@hotmail.com

^{4 y 5} Universidad Autónoma de Occidente unidad Los Mochis, yeriana28@hotmail.com, amora@mochis.udo.mx

Resumen: Un factor que limita el éxito de la producción del cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es el establecimiento la maleza “correhuela” (*Convolvulus arvensis* L.), ya que puede llegar a generar pérdidas de hasta el 50 % en rendimiento. Las técnicas convencionales de control de esta maleza son ineficaces y generan problemas, como resistencia de *C. arvensis* a herbicidas, daños en el cultivo de interés, además de afectaciones a la salud humana y medio ambiente. Debido a estas dificultades, se han prestado atención hacia otros métodos de control, como el control biológico con microorganismos. Entre los agentes patógenos de interés, los hongos son los más utilizados en programas de control biológico. En el presente trabajo se realizó el aislamiento de hongos fitopatógenos a partir de tejido foliar de *C. arvensis*; se seleccionaron aquellos microorganismos con mayor potencial de control de la maleza, mediante pruebas *in vitro* en hoja desprendida y desarrollo de plántula. Como resultados se tiene la colección de 68 cepas de hongos que se aislaron de los tejidos de hojas de *C. arvensis*, siete de estas cepas (AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2) mostraron actividad fitopatógena en correhuela; se realizó la evaluación de los metabolitos producidos por estos hongos en el desarrollo de plántula de la maleza, mostrando AM1 y G2 los mejores resultados de inhibición de longitud de plántula con 87 y 80 % respectivamente; además de disminución de peso seco, con 48 y 47 %.

Palabras clave: maleza, control biológico, hongos, bioherbicida.

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la segunda especie leguminosa alimenticia más importante en el mundo. En México el garbanzo blanco es considerado de gran importancia económica y Sinaloa es su principal estado productor (SIAP, 2020).

La correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) es una de las principales malezas de este cultivo ya que puede reducir su rendimiento hasta en un 50 % a través de la competencia por agua nutrientes y espacio, además de ser reservorio de patógenos del cultivo de interés, interferir con los procedimientos de cosecha (BOSS, SCHLÄPFER, FUCHS, DÉFAGO y MAURHOFER, 2007) y de liberar sustancias alelopáticas que pueden disminuir la productividad de los cultivos (MOURA *et al.*, 2020). Esta maleza puede producir una gran cantidad de semillas, además de tener una alta capacidad de regeneración (PFIRTER, AMMON, GUNTLI, GREAVES y DEFAGO, 1997), características dificultan su control con métodos mecánicos y presenta diversos problemas en el control químico, ya que el uso de herbicidas puede afectar otras plantas (IBRAHIM y TAWFIK, 2019), además de generar resistencia de las malezas a dichos agentes químicos por un aumento en la presión de selección, agregado a alteraciones negativas en la ecología, la biodiversidad, el medio ambiente y la salud humana (HARDING y RAIZADA, 2015). Es por estas afectaciones que se ha orillado al ser humano a buscar alternativas de control, como lo es el control biológico con microorganismos fitopatógenos con potencial bioherbicida (REICHERT JÚNIOR *et al.*, 2019). Entre los agentes patógenos utilizados, los hongos son generalmente preferidos en programas de control biológico, debido a que habitualmente no requieren un vector de difusión (HERSHENHORN, CASELLA y VURRO, 2016), además de tener un menor impacto ambiental, minimizar los riesgos para la salud humana y animal, tener una mayor especificidad del objetivo e implementar una amplia variedad de actividades biológicas de control (HARDING y RAIZADA, 2015).

Sobre la base de estos aspectos, el principal objetivo de este trabajo fue aislar hongos fitopatógenos a partir de tejido foliar de *C. arvensis*, la fitotoxicidad de los microorganismos aislados se evaluó a través pruebas biológicas *in vitro* en hoja desprendida y en desarrollo de plántula.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento y selección de microorganismos

El aislamiento de hongos fitopatógenos se realizó a partir de hojas infectadas *C. arvensis*, se recolectaron un total de treinta muestras de estas plantas, con algunos síntomas de infección, en cinco ubicaciones pertenecientes al estado de Sinaloa, México, estas plantas fueron recolectadas en áreas de cultivo de garbanzo, frijol y maíz. Las muestras seleccionadas se almacenaron en bolsas de plástico y se mantuvieron a 4 °C durante el transporte al laboratorio, donde el aislamiento de los hongos se llevó a cabo (REICHERT JÚNIOR *et al.*, 2019).

Para el aislamiento de los hongos fitopatógenos se utilizó el método de raspado en las lesiones de la planta, donde se colocaron pequeñas muestras de material infectado en placas de Petri que contenían medio de cultivo de Agar Papa Dextrosa (PDA), las cuales se incubaron a 28 °C durante 7 días, según lo descrito por (SOUZA *et al.*, 2017). Después de este periodo, cada muestra se subcultivo tres veces para obtener un cultivo puro, que se transfirió a un tubo de ensayo con medio PDA y aceite mineral, el cual se almacenó a temperatura ambiente.

Evaluación de patogenicidad de hongos *in vitro*

La patogenicidad de los aislados fúngicos fue probada *in vitro* en hojas desprendidas de plantas sanas de correhuela presente en campo. La superficie de las hojas se esterilizó con 1% NaClO durante 45 s, seguido de un enjuague en agua destilada estéril y enjuague en etanol al 30% durante 30 s. Los peciolos de cada hoja fueron cubiertos con una compresa de algodón humedecida con agua destilada estéril; las hojas desinfectadas fueron colocadas en cajas Petri y se inocularon por el haz con tapones de PDA (78.5 mm²) de cada aislado fúngico con 7 d de crecimiento, utilizando tapones de PDA no colonizados como controles. Se usaron dos hojas para la evaluación de cada cepa, con tres réplicas por experimento; el cual se realizó en dos tiempos diferentes (ZHANG *et al.*, 2016). Todas las hojas inoculadas se colocaron en una cámara de crecimiento de plantas a 28 °C y 60 % de humedad relativa. La necrosis foliar en las hojas se evaluó 7 días después de la inoculación, utilizando un sistema de calificación basado en una escala de 0 a 4, donde 0 = sin síntomas visibles, 1 = 1-25 % de necrosis, 2 = 26-50 % de necrosis, 3 = 51-75 % de necrosis y 4 = 76-100 % de necrosis (ORMENO-NUNEZ, REELEDER y WATSON, 1988; RAZAGHI Y ZAFARI, 2017). Un índice de severidad de la enfermedad (DSI) se calculó de acuerdo con COBER, RIOUX, RAJCAN, DONALDSON Y SIMMONDS (2003) y RAZAGHI Y ZAFARI (2017) con la siguiente fórmula:

$$DSI = \left(\frac{\text{Calificaciones de cada hoja}}{\text{Grado máximo} \times \text{Numero de hojas nominales}} \right) 100\%$$

Evaluación de metabolitos en plántula *in vitro*

Producción de inóculo de filtrado libre de células

Los hongos seleccionados en el ensayo con hoja desprendida fueron probados en plántulas de la maleza y de cultivos de interés agrícola (*Cicer arietinum*, *Phaseolus vulgaris*, *Sorghum bicolor* y *Zea mays*) *in vitro*, mediante un filtrado de cultivo libre de células (CFCF). Los filtrados de cultivo fúngico utilizados en el bioensayo se prepararon de acuerdo con Ibrahim y Tawfik (2019) con algunas modificaciones de la siguiente manera: se inocularon matraces Erlenmeyer de 500 mL que contenían 300 mL de caldo de dextrosa de patata (PDB) Con discos (1 cm diámetro) de colonias de hongos de siete días (4 discos/matraz). Los matraces se incubaron a 30°C en una incubadora con agitación a 150 rpm durante una semana. Las células fueron filtradas a través de un filtro de 0.45 µm para la obtención de un cultivo libre de células (CFCF). La muestra filtrada se utilizó para evaluar su actividad bioherbicida en el bioensayo.

Evaluación del efecto bioherbicida

La prueba del efecto bioherbicida de los CFCF en plántulas de *C. arvensis* fue diseñada para medir el nivel inhibición de los metabolitos de los aislamientos. La prueba se repitió dos veces con 3 réplicas por tratamiento (donde cada réplica constó de una placa de Petri conteniendo 20 semillas). Las semillas fueron desinfectadas siguiendo la metodología descrita anteriormente, para ser transferidas a una placa de Petri con papel absorbente estéril. Las semillas se inocularon con 5 µL de filtrado libre de células para cada uno de los tratamientos y con medio PDB estéril para el control. Después de siete

días de incubación en la oscuridad, a 25 ± 1 °C, se tomaron imágenes de las semillas, y se tomaron los datos de porcentaje de germinación, biomasa y longitud de la plántula.

Extracción de ADN

Se tomó, con un bisturí estéril, 10 mg de micelio de cada hongo crecido de 7 a 8 d en medio PDA y se depositó en un tubo para microcentrífuga de 1.6 mL, posterior a ello se agregaron 300 µL de DNAzol (Research center inc., Cat. No. DN 127); el procedimiento de extracción se hizo según las especificaciones del fabricante con algunas modificaciones.

Amplificación de ADN

El gen de ARN ribosomal nuclear 5.8 S y las secuencias transcritas internas (ITS) flanqueantes, se amplificaron para todas las cepas que mostraron efecto fitotóxico de *C. arvensis*, utilizando los pares de oligonucleótidos ITS1 e ITS4. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para cada prueba se realizó en un termociclador (Labnet) en un volumen total de 25 µL. La reacción de PCR contuvo 5 µL buffer 5X Green (Promega®), 2 µL de MgCl₂ 25 mM (Promega®), 0.3 µL de dNTPs 10 mM (Sigma-Aldrich®), 1 µL de cada oligonucleótido 10 mM, 0.1 µL de GoTaq (Promega®), 2 µL de ADN y 9.6 µL de H₂O. Las condiciones de PCR para ITS incluyeron un paso inicial de desnaturalización de 3 min a 94 °C, seguido por 35 ciclos de 94 °C durante 30 s, 60 °C durante 30 s, y 72 °C durante 1 min, y una extensión final de 5 min a 72 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 68 cepas de hongos se aislaron de los tejidos de hojas de *C. arvensis* con síntomas de enfermedades fúngicas, los muestreos se realizaron en 30 sitios ubicados los municipios de Sinaloa de Leyva y Guasave en el estado de Sinaloa, en el periodo de diciembre del 2019 a marzo del 2020. En la Tabla 1 se describe la clave de cada cepa aislada, el cultivo en el cual se encuentra intercalada la maleza y el municipio del estado de Sinaloa donde se realizó el muestreo.

TABLA 1. AISLADOS FÚNGICOS OBTENIDOS DE HOJAS DE *C. ARVENSIS*

Aislado	Cultivo de procedencia	Municipio	Coordenadas
AA1-1	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
AA1-2	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
AA1-3	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
AA1-4	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
AM1	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

AM1-1	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
AM1-2	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
AM2	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
AM2-1	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
AM2-2	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
AM4	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'15.2847" W 108°37'42.488"
CHU1-2	Garbanzo	Guasave	N 25°48'49.853" W 108°29'38.7142"
CHU1-1	Garbanzo	Guasave	N 25°48'49.853" W 108°29'38.7142"
CM1	Maíz	Sinaloa	N 25°46'45.8816" W 108°36'39.7692"
CM3	Maíz	Sinaloa	N 25°46'39.7272" W 108°36'22.7556"
FCM2	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
FCM5	Frijol	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
G1	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9752" W 108°26'31..6356"
G1-1	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9752" W 108°26'31..6356"
G1-2	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9752" W 108°26'31..6356"
G2	Garbanzo	Guasave	N 25°44'13.4412" W 108°26'29.5044"
G2-1	Garbanzo	Guasave	N 25°44'13.4412" W 108°26'29.5044"
G2-2	Garbanzo	Guasave	N 25°44'13.4412" W 108°26'29.5044"
G3	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9176" W 108°26'24.1512"
G3-1	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9176" W 108°26'24.1512"
G3-2	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9176" W 108°26'24.1512"
G3-3	Garbanzo	Guasave	N 25°44'10.9176" W 108°26'24.1512"
G5	Garbanzo	Guasave	N 25°43'25.5" W 108°26'24.0936"

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

G5-1	Garbanzo	Guasave	N 25°43'25.5" W 108°26'24.0936"
G5-2	Garbanzo	Guasave	N 25°43'25.5" W 108°26'24.0936"
G6	Garbanzo	Guasave	N 25°45'42.372" W 108°28'57.5076"
G6-1	Garbanzo	Guasave	N 25°45'42.372" W 108°28'57.5076"
G6-2	Garbanzo	Guasave	N 25°45'42.372" W 108°28'57.5076"
G7	Garbanzo	Guasave	N 25°45'42.372" W 108°28'57.5076"
G7-1	Garbanzo	Guasave	N 25°45'42.372" W 108°28'57.5076"
G8	Garbanzo	Guasave	N 25°48'49.853" W 108°29'38.7142"
MCM1	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM1-1	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM2	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM3	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM3-1	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM4	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM4-1	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM4-2	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM5	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
MCM6	Maíz	Guasave	N 25°74'01.61" W 108°44'15.05"
NM1	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35..6316"
NM1-1	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35..6316"
NM1-2	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35..6316"
NM1-3	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35..6316"
NM2	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35..6316"

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

NM3	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35.6316"
NM3-1	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35.6316"
NM3-2	Garbanzo	Guasave	N 25°37'16.4856" W 108°23'35.6316"
PM1	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM1-1	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM1-2	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM1-3	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM1-4	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM2	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM2-1	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM3	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
PM4	Maíz	Sinaloa	N 25°46'4.7676" W 108°37'51.366"
RM1	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'16.2837" W 108°37'38.501"
RM2	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'16.2837" W 108°37'38.501"
RM2-1	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'16.2837" W 108°37'38.501"
RM2-2	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'16.2837" W 108°37'38.501"
RM2-3	Garbanzo	Sinaloa	N 25°46'16.2837" W 108°37'38.501"

Los 68 aislados fúngicos fueron evaluados mediante pruebas *in vitro*, de los cuales, las cepas AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2 mostraron tener efectos sobre hojas desprendidas de *C. arvensis* (Figura 1); en todas las cepas, se observaron síntomas de enfermedad 4 días posteriores a la inoculación (DPI), a excepción de la cepa AM1 que mostró efectos 3 DPI. La sintomatología de las enfermedades consistió en la presencia de manchas color marrón e indicios de clorosis, alcanzando la colonización total del diámetro de la hoja a los 7 DPI en todos los aislados.

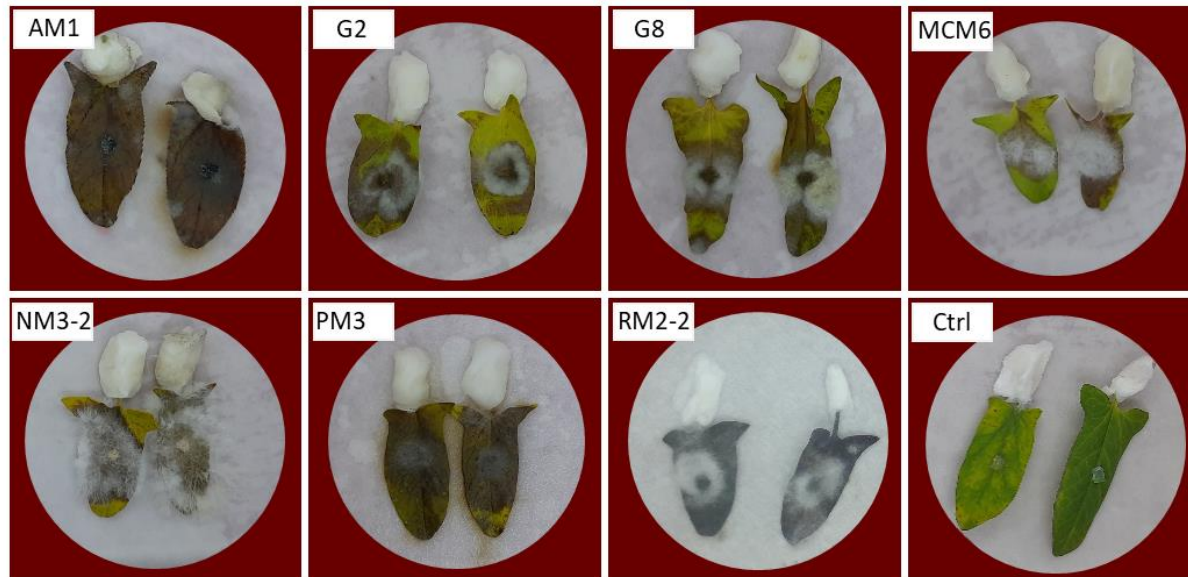


Figura 1. Efecto de los aislados AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2 y Control (Ctrl) en hojas desprendidas de *C. arvensis* 7 DPI.

Evaluación de metabolitos en plántula *in vitro*

Se probó efecto de las moléculas bioactivas producidas por los hongos identificados con capacidad fitopatógena (AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2), realizando pruebas en desarrollo de plántula de *Convolvulus arvensis* y cuatro cultivos de interés agrícola de la región de Guasave que son: garbanzo (*Cicer arietinum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y maíz (*Zea mayz*). Con base en el desarrollo de la plántula, se obtuvieron los siguientes resultados: “-” para inhibición entre 0.05 y 0.95, “N” para efecto cero o no significativo (inhibición 0-0.05 y promoción 0-0.05) y “+” para efecto de promoción de crecimiento (superior 0.05). Todos los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para comparar las medias.

Los metabolitos de las 7 cepas fúngicas analizadas mostraron inhibición del desarrollo de plántula de *C. arvensis* (Figura 2), con diferencia estadística con respecto al control en los parámetros de longitud y peso seco, sin embargo, no se observó diferencia en germinación en ninguno de los tratamientos (Tabla 2). Los aislados AM1, G2, G8 y RM2-2 mostraron los mejores resultados de inhibición de la maleza con 87, 80, 82 y 81 % de inhibición de longitud de plántula respectivamente. Estos tratamientos también fueron los mejores en cuanto a disminución de peso seco de plántulas de *C. arvensis*, con un 48, 47, 40 y 42 % de inhibición; en ambos parámetros el tratamiento con AM1, mostró las inhibiciones más altas con diferencia estadística con respecto a los demás tratamientos.

Las pruebas del efecto de metabolitos de los siete hongos fitopatógenos en plántulas de garbanzo mostraron que los aislados AM1 y G2 fueron los únicos que no generaron inhibición en ninguno de los parámetros analizados con respecto al control. Dichos aislados tampoco tuvieron efecto sobre cultivo de sorgo. Agregado a esto el

aislado AM1 demostró no inhibir el desarrollo de plántulas de frijol y maíz, sin embargo, en estos cultivos los tratamientos con G2 arrojaron una diferencia estadística en la inhibición de longitud de plántula sin afectar la germinación y el peso seco (datos no mostrados).

Tabla 2. Efecto de cultivos libres de células de hongos fitopatógenos en longitud, peso seco y germinación de plántulas de *C. arvensis*. Diferencias estadísticas entre tratamientos (Trat) y control son indicadas por letras diferentes.

<i>Cicer arietinum</i>									
Trat	Longitud			Peso seco			Germinación		
	Longitud	Inhibición		Peso seco	Inhibición		Germinación	Inhibición	
AM1	3.16	0.05	(-)	26.99	0.10	(-)	96.67	0.04	(N)
G2	3.12	0.06	(-)	27.39	0.09	(-)	96.67	0.04	(N)
G8	1.91*	0.43	(-)	27.64	0.08	(-)	100.00	0.07	(+)
MCM6	2.91*	0.12	(-)	23.08*	0.23	(-)	96.67	0.04	(N)
NM3-2	2.43*	0.27	(-)	24.68	0.18	(-)	93.33	0.00	(N)
PM3	2.56*	0.23	(-)	27.70	0.08	(-)	90.00	0.04	(N)
RM2-2	2.26*	0.32	(-)	30.54	0.01	(N)	90.00	0.04	(N)
Control	3.33	0.00	(N)	30.10	0.00	(N)	93.33	0.00	(N)

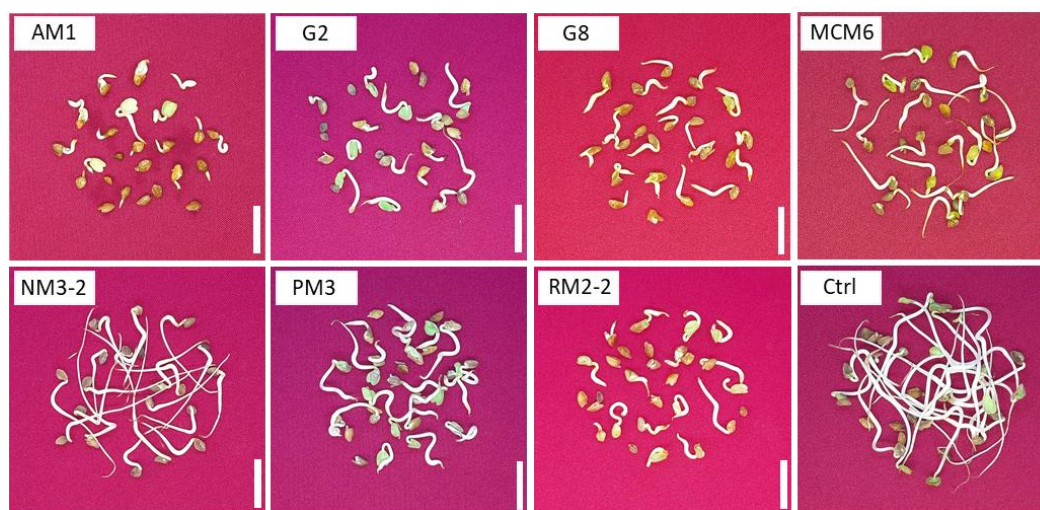


FIGURA 2. EFECTOS DE METABOLITOS FÚNGICOS EN SEMILLA Y PLÁNTULAS DE *C. ARVENSIS*. TRATAMIENTO DE CULTIVO LIBRE DE CELULAS DE AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3, RM2-2, Y CONTROL. BARRAS DE REFERENCIA= 2 CM.

Identificación molecular de hongos

El análisis molecular de la región ITS1-5.8S-ITS2 de los aislados AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2 arrojaron amplificaciones de 650 pb; una vez comparadas las secuencias obtenidas con los ya reportadas en la base de datos del Centro Nacional

de Información Biotecnológica (NCBI), se encontró un 100 % similitud con los géneros *Macrophomina*, *Alternaria* y *Fusarium* como se describe en la Tabla 4.

Tabla 3. Cobertura e identidad de secuencias de los aislados: AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 y RM2-2 con ITS1 e ITS4

Aislado	Descripción	% Cobertura	E valor	% Identidad
AM1	<i>Macrophomina phaseolina</i>	100	0	100
G2	<i>Alternaria alternata</i>	100	0	100
G8	<i>Alternaria alternata</i>	100	0	100
MCM6	<i>Fusarium</i> sp.	100	0	100
NM3-2	<i>Fusarium</i> sp.	100	0	100
PM3	<i>Alternaria alternata</i>	100	0	100
RM2-2	<i>Alternaria alternata</i>	100	0	100

La infección con *Macrophomina* spp. no ha sido reportada con capacidad bioherbívora en correhuella, sin embargo, al ser un patógeno con más de 500 hospedantes (KHAN, 2007) la relación con esta maleza no sería ajena a su amplio rango de patogenicidad. Por otra parte, diversas investigaciones indican que correhuella podría ser naturalmente infectada por *Alternaria* spp. (PFIRTER *et al.*, 1997; ZHANG *et al.*, 2016); ya que es un género estudiado por su potencial micoherbívora contra las malezas dicotiledóneas incluyendo a *C. arvensis* (ABDESSEMED, BAHET y ZERMANE, 2020; QIANG, ZHU, SUMMERELL y LI, 2006).

El potencial de biocontrol de estos hongos según RADI y BANAEI-MOGHADDAM (2020), se puede deber a la capacidad de estos para producir varios metabolitos fitotóxicos con características herbicidas, tales como aminoácidos, aromáticos, etanonas, nonenolides, furopiranos, tricotecenos, espirofitotoxinas, cumarinas e isocumarinas. Tal como demostraron IBRAHIM y TAWFIK (2019), quienes identificaron siete compuestos que pertenecen al tricoteceno macrocíclico, producidos por una cepa de *Albifimbria verrucaria* con capacidad bioherbívora de *C. arvensis*.

CONCLUSIONES

- Siete cepas de hongos de los géneros *Macrophomina*, *Alternaria* y *Fusarium*, aislados de zonas nativas del estado de Sinaloa, tienen el potencial de ser utilizados como bioherbívoras, ya que pueden colonizar las hojas de *C. arvensis* provocando necrosis de la misma.
- Por otra parte, se puede concluir que los metabolitos producidos por los siete hongos identificados con capacidad fitopatógena, tienen efecto de inhibición en el desarrollo de plántulas de correhuella y dentro de estos los aislados AM1 (*Macrophomina phaseolina*) y G2 (*Alternaria alternata*) muestran los efectos más severos en disminución de longitud y peso seco de la maleza. Los

- resultados mencionados revelan que estos metabolitos pueden ser determinantes en proceso de fitotoxicidad y efecto bioherbicida de estas cepas.
- Además, con la finalidad de asegurar la supervivencia de los microorganismos es importante considerar el desarrollo de formulaciones con microorganismos como ingrediente activo. Hasta el momento no existen reportes de hongos con potencial de biocontrol de *C. arvensis* en México por lo cual esta investigación tiene el potencial de ser la primera en su tipo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDESSEMED, N., BAHET, Y. A., & ZERMANE, N. (2020). Mycoherbicide potential of *Alternaria alternata* (Fries.) Kiessler and its formulations on the host weed *Xanthium strumarium* L. *Biocontrol Science and Technology*, 30(12), 1300-1315. doi:10.1080/09583157.2020.1814692
- BOSS, D., SCHLÄPFER, E., FUCHS, J., DÉFAGO, G., & MAURHOFER, M. (2007). Improvement and application of the biocontrol fungus *Stagonospora convolvuli* LA39 formulation for efficient control of *Calystegia sepium* and *Convolvulus arvensis*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 114(5), 232-238. doi:10.1007/BF03356223
- COBER, E. R., RIOUX, S., RAJCAN, I., DONALDSON, P. A., & SIMMONDS, D. H. (2003). Partial Resistance to White Mold in a Transgenic Soybean Line. *Crop Science*, 43(1), 92-95. doi:<https://doi.org/10.2135/cropsci2003.9200>
- HARDING, D. P., & RAIZADA, M. N. (2015). Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review. *Frontiers in Plant Science*, 6(659). doi:10.3389/fpls.2015.00659
- HERSHENHORN, J., CASELLA, F., & VURRO, M. (2016). Weed biocontrol with fungi: past, present and future. *Biocontrol Science and Technology*, 26(10), 1313-1328. doi:10.1080/09583157.2016.1209161
- IBRAHIM, N., & TAWFIK, M. (2019). Fungi as Potential Biocontrol Agents Against *Convolvulus arvensis* and *Portulaca oleracea* Infesting the Agroecosystems of Egypt. *Egyptian Journal of Microbiology*, 54(1), 117-135. doi:10.21608/ejm.2019.17443.1117
- Khan, S. (2007). *Macrophomina phaseolina* as causal agent for charcoal rot of sunflower. *Mycopathologia*, 5, 111-118.
- MOURA, M. S., LACERDA, J. W. F., SIQUEIRA, K. A., BELLETE, B. S., SOUSA, P. T., DALL'ÓGLIO, E. L., SAMPAIO, O. M. (2020). Endophytic fungal extracts: evaluation as photosynthesis and weed growth inhibitors. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55(5), 470-476. doi:10.1080/03601234.2020.1721981
- ORMENO-NUNEZ, J., REELEDER, R., & WATSON, A. (1988). A new species of *Phomopsis* recovered from field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Canadian Journal of Botany*, 66, 2228-2233. doi:10.1139/b88-305
- PFIRTER, H. A., AMMON, H.-U., GUNTALI, D., GREAVES, M. P., & DEFAGO, G. (1997). Towards the management of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) and hedge bindweed (*Calystegia sepium*) with fungal pathogens and cover crops. *Integrated Pest Management Reviews*, 2(2), 61-69. doi:10.1023/A:1018432513776

- QIANG, S., ZHU, Y., SUMMERELL, B. A., & LI, Y. (2006). Mycelium of *Alternaria alternata* as a potential biological control agent for *Eupatorium adenophorum*. *Biocontrol Science and Technology*, 16(7), 653-668. doi:10.1080/09583150600699804
- RADI, H., & BANAEI-MOGHADDAM, A. (2020). Biological Control of Weeds by Fungi: Challenges and Opportunities. *Acta Scientific Microbiology*, 3, 62-70. doi:10.31080/ASMI.2020.03.0590
- RAZAGHI, P., & ZAFARI, D. (2017). *Phoma crystallifera* with phytotoxic effects and pathogenic potential against field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) in Iran. *Journal of Applied Microbiology*, 122. doi:10.1111/jam.13411
- Reichert Júnior, F. W., Scariot, M. A., Forte, C. T., Pandolfi, L., Dil, J. M., Weirich, S., . . . MOSSI, A. J. (2019). New perspectives for weeds control using autochthonous fungi with selective bioherbicide potential. *Heliyon*, 5(5), e01676. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01676>
- SIAP. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola 2019-2020. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Revisado: Miercoles, 4 de noviembre, 2021.
- SOUZA, A. R. C. D., BALDONI, D. B., LIMA, J., PORTO, V., MARCUZ, C., MACHADO, C., MAZUTTI, M. A. (2017). Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48, 101-108.
- ZHANG, X., XI, H., LIN, K., LIU, Z., YU, Y., SUN, Y., & ZHAO, J. (2016). *Aspergillus* leaf spot of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) caused by *Aspergillus niger* in China. *Springerplus*, 5, 605-605. doi:10.1186/s40064-016-2292-4

Summary: Isolation and selection of native phytopatogenic fungi with bioherbicide potential for the control of *Convolvulus arvensis* in Mexico.

A factor that limits the success of chickpea (*Cicer arietinum* L.) production is the establishment of the bindweed (*Convolvulus arvensis* L.), since it can generate losses of up to 50% in yield. Conventional weed control techniques are ineffective and generate problems, such as resistance of *C. arvensis* to herbicides, damage to the crop of interest, as well as damage to human health and the environment. Due to these difficulties, attention has been turned to other control methods, such as biological control with microorganisms. Among the pathogens of interest, fungi are the most used in biological control programs. In the present work, the isolation of phytopathogenic fungi from foliar tissue of *C. arvensis* was carried out; Those microorganisms with the greatest potential for weed control were selected through in vitro tests on detached leaves and seedling development. As results there is a collection of 68 fungal strains that were isolated from the tissues of *C. arvensis* leaves, seven of these strains (AM1, G2, G8, MCM6, NM3-2, PM3 and RM2-2) phytopathogenic activity in bindweed; The evaluation of the metabolites produced by these fungi in the development of the weed seedling was carried out, showing AM1 and G2 the best results of inhibition of the length of the seedling with 87, 80% respectively; in addition to a decrease in dry weight, with 48, 47%.

Keywords: weed, biological control, fungi, bioherbicide.

CONTROL DE MALEZA EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) CONSIDERANDO EL PERÍODO CRÍTICO DE COMPETENCIA MALEZA-CULTIVO

Gustavo Adolfo Fierros L.¹ y Gerardo Martínez D.¹
¹ INIFAP.Campo Experimental Costa de Hermosillo
Fierros.gustavo@inifap.gob.mx

Resumen: El cultivo de frijol durante su desarrollo se ve afectado por malezas de hoja ancha y hoja angosta anuales y perenes, para controlar la maleza en frijol y reducir sus efectos existen diferentes alternativas; se pueden utilizar métodos físicos como escardas o labores durante el ciclo del cultivo, asimismo, algunas técnicas de producción evitan que la competencia de la maleza se agudice; a este método se le ha llamado control cultural. Además, en los últimos años se han desarrollado varios productos herbicidas que se pueden aplicar para controlar malas hierbas en frijol sin que provoquen daños al cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el control de maleza anual y perenne de hoja ancha y angosta con herbicidas alternativos al glifosato considerando el período crítico de competencia maleza-cultivo. El estudio se realizó el C.E. Costa de Hermosillo en el ciclo 2021, en un terreno de 3200 m² en donde se aplicó en el 50% de la superficie 2.0 kg ia/ha de trifluralina incorporado con un segundo barbecho y al resto se le aplicó solo un barbecho más 0.75 kg ia/ha de trifluralina incorporado con rastra, además se evaluaron los herbicidas postemergentes 2,4.DB, fomesafen, SecBios y glufosinato de amonio además de un testigo enmalezado y un testigo limpio, se realizó una estimación de la población de cada arvense presente utilizando para ello el método del metro cuadrado, se midieron las variables control de maleza, fitotoxicidad al cultivo y altura del cultivo hasta la etapa de formación de primeras vainas.

Palabras clave: Correhuela, período crítico, Trifluralina, control cultural

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un valioso componente de la dieta humana ya que sirve de alimento a la población de muchos países y es una fuente importante de proteínas para las familias con limitaciones para adquirir o producir proteína animal (BLANCO y LEYVA, 2010). La evolución de la maleza se da, como en todas las especies, por la interacción dialéctica de dos componentes: la variabilidad genética y la selección de los genotipos más aptos. Una limitante importante en la productividad de frijol es la competencia de las malas hierbas, la variabilidad le confiere a la maleza, además de una gran rusticidad, una amplia base genética sobre la cual, no sólo actúa la selección natural, también el hombre selecciona a aquellas plantas que no sufren daño con las medidas de control aplicadas. Esto ha dado lugar a que las poblaciones de malezas, después de 10 mil años de coexistencia con los cultivos agrícolas, compartan características comunes.

Una de las especies de maleza más problemática en el noroeste de México es la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) la cual se encuentra distribuida prácticamente en todas las áreas agrícolas de esta región. La correhuela tiene gran habilidad competitiva y provoca reducciones significativas en el rendimiento de grano y para evitar estos daños se requiere mantener libre de esta maleza al cultivo durante las primeras cuatro semanas de desarrollo en sorgo. La correhuela, *Convolvulus arvensis*, es una maleza de hábito perenne, que se reproduce por semillas, yemas de raíces y rizomas; presenta un sistema radicular extenso y profundizador, sus tallos son delgados, contorneados, pudiendo ser trepadores o rastreros. Las hojas son simples, pecioladas, alternas, en forma de punta de flecha. La flor es blanca con franjas rosadas y el fruto es una cápsula con cuatro semillas triangulares café-rojizas a negras (PEDREROS, 1992).

En Zacatecas, cerca del 94% de la superficie sembrada con frijol es bajo condiciones de temporal. La maleza reduce la producción de frijol al competir por humedad, luz y nutrientes (ZIMDAHL, 1980). La competencia por recursos de estas hierbas durante el desarrollo vegetativo del frijol puede resultar en una reducción del rendimiento hasta del 90% (ESCOBEDO y RINCÓN, 1991; AMADOR, 1993). La determinación del período crítico de competencia entre las arvenses y el cultivo económico es la única vía eficiente para establecer métodos de manejo de arvenses sólo durante el tiempo que el cultivo lo requiere y de esta forma facilitar la convivencia interespecífica arvenses-cultivo económico. El periodo crítico de competencia de las arvenses en el cultivo del frijol se encontró entre los 24 y 40 días después de la emergencia de la planta. Por lo anterior, las medidas de control de las arvenses deben extenderse por este período de tiempo para evitar reducciones del rendimiento (BLANCO *et al.*, 2014).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el C.E. Costa de Hermosillo en el ciclo otoño-invierno 2021 en un terreno de 3200 m² en donde se sembró la variedad de frijol pinto Bill Z, en riego por goteo en cintas de riego separadas a 1.6 m y siembra a doble hilera con alrededor de 16 semillas por metro lineal, en el 50% de la superficie del terreno se aplicaron dos barbechos con un intervalo de 25 días y antes del segundo barbecho se aplicó 2.0 kg ia/ha de trifluralina y en el otro 50% de la superficie se aplicó un solo barbecho aplicando en toda la superficie 0.75 kg ia/ha de trifluralina incorporado con rastra, en cada lote se aplicaron 4 herbicidas postemergentes al cultivo y a la maleza (Cuadro 1), la aplicación de estos herbicidas fue utilizando una campana de protección al cultivo excepto en la aplicación de fomesafen, además se establecieron dos testigos uno enmalezado y otro limpio de maleza, la estimación de población de las arvenses presentes se hizo en los testigos enmalezados utilizando para ello el método del metro cuadrado, se midieron las variables, control de maleza, fitotoxicidad al cultivo y altura del cultivo hasta la etapa de inicio de formación de vainas

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en donde se hicieron dos barbechos más 2.0 kg ia/ha de trifluralina incorporado con un barbecho más 0.75 kg ia/ha de trifluralina incorporado con un rastreo, de presiembra al cultivo de frijol comparado con el lote en donde se aplicó un solo barbecho más 0.75 kg ia/ha de trifluralina indica que la reducción en la población de correhuela fue de 39%, la población estimada de esta maleza se hizo en los testigos enmalezados con el método del metro cuadrado, en el lote en donde se efectuaron 2 barbechos la población de correhuela fue de 372,222 tallos/ha y en el lote en donde se realizó un solo barbecho previo a la siembra de frijol fue de 607,407 tallos por hectárea, es decir se obtuvo una reducción en la población de correhuela del 39% con esta práctica, en el resto de las especies de arvenses que se presentaron también se detectó una reducción por este efecto, de acuerdo al Cuadro 2, las reducciones estimadas en base a recuentos con el método del metro cuadrado fueron de 23% en *Physalis wrightii*, 25% en *Eriochloa* sp. 53% para *Amaranthus* sp. y 36% en el caso de *Amaranthus palmeri*. Para obtener un mejor control de la correhuela perenne se debe integrar el paso de implementos de labranza y el uso de herbicidas, ya que debido a su elevada capacidad de propagación vegetativa, las prácticas de labranza comúnmente diseminan fragmentos de rizomas que dan origen a nuevas plantas (WESTRA *et al.*, 1992).

Cuadro 1. Tratamientos de herbicidas y testigos utilizados para el control de maleza en C.E. Costa de Hermosillo, Sonora ciclo otoño-invierno 2021

Tratamiento	Dosis	Época de aplicación	Observaciones
Testigo limpio	N/A	N/A	
Testigo enmalezado	N/A	N/A	
Fomesafen	0.25 kg ia/ha	Postemergente temprano	
SecBios	1.5%	Postemergente temprano	Se utilizó campana de protección
2,4-DB	2.5%	Postemergente temprano	Se utilizó campana de protección
Glufosinato de amonio	0.2 kg ia/ha	Postemergente temprano	Se utilizó campana de protección

Cuadro 2: Población de arvenses por hectárea estimada por especie y por tratamiento en frijol, C.E. Costa de Hermosillo, Sonora

Tratamiento/maleza	Plantas/tallos por hectárea				
	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Physalis wrightii</i>	<i>Eriochloa sp</i>	<i>Amaranthus sp</i>	<i>Amaranthus palmeri</i>
2 barbechos+ 2.0 kg ia/ha de trifluralina	372222	377777	27778	161111	33333

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

1 barbecho+ 0.75 kg ia/ha de trifluralina	607407	488889	37037	340741	51852
Reducción en población de maleza (%)	39	23	25	53	36

Los tratamientos de herbicidas postemergentes al cultivo y a la maleza se aplicaron el 07 de octubre del 2021 con aspersiona previamente calibrada y con presión de 40 lb PSI constante, los resultados que se obtuvieron simulando el período crítico de competencia cultivo-maleza el cual según algunos autores establecen que debe mantenerse libre de la competencia de malezas en el período comprendido entre la aparición de la tercera hoja trifoliada (compuesta) hasta la formación de las primeras vainas, indistintamente del tipo de hábito de crecimiento de la variedad (MORALES, 1997), indican que 42 días después de la emergencia del cultivo de frijol (formación de primeras vainas) y 21 días después de la aplicación de los tratamientos, los cuales se aprecian en el cuadro 2 son: 98% de control y 0% de fitotoxicidad al cultivo con la aplicación de Glufosinato de amonio 0.2 kg ia/ha aplicado con campana de protección, SecBios 1.5% con 100% de control y 0% de fitotoxicidad al cultivo aplicado con campana de protección, 2,4-DB 2.5%, con 98% de control y 0% de fitotoxicidad al cultivo aplicado con campana de protección y fomesafen en dosis de 0.25 kg ia/ha con 98% de control y 0% de fitotoxicidad al cultivo aplicado sin campana de protección, se observa que las poblaciones nuevas de *Convolvulus arvensis* las cuales son sombreadas por el cultivo y su desarrollo a la fecha se observa muy lento y en forma raquílica, así como de otras especies de arvenses como *Chenopodium sp*, *Melilotus indicus* y *Amaranthus sp*. En el tratamiento con 2,4-DB, se observa a correhuela afectada por este herbicida cuyos efectos se muestran como una distorsión de los tallos y su postración total en el suelo, en el caso de las gramíneas que estuvieron presentes, no se detectó control, aun cuando su población en el lote experimental fue baja, debido al control de preemergencia ejercido por la aplicación de trifluralina, también se observa muy poco rebrote de *Convolvulus arvensis* la cual fue afectada por la aplicación de Fomesafen y de glufosinato de amonio, en la aplicación de SecBios no se observó rebrote de esta especie al igual que en la aplicación de 2,4-DB (Cuadro 3).

En altura del cultivo de frijol 40 días después de emergido, el análisis estadístico mostró diferencia significativa (DMS 0.05) en donde se realizó uno y dos barbechos, resultando en donde se realizó un barbecho, el testigo enmalezado, 2,4-DB 2.5% y el tratamiento de SecBios 1.5% con valores de 36.6, 36.4 y 36.2 centímetros de altura de planta en ese orden, y el testigo limpio y la aplicación de Glufosinato de amonio con los tamaños de planta de frijol más chico con valores de 33.9 y 33.7 cm respectivamente, en donde se realizaron dos barbechos, la altura del cultivo fue superior con la aplicación de Fomesafen 0.2 kg ia/ha con 38.9 centímetros y los valores más bajos fueron obtenidos con el testigo enmalezado y el testigo limpio con 35.8 y 35.3 centímetros respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos, altura del cultivo, fitotoxicidad al cultivo y control de maleza por tratamiento en frijol. C.C. Costa de Hermosillo, Sonora

Tratamiento	Dosis	Altura del cultivo (cm)		Control de maleza	Fitotoxicidad al cultivo	Poblaciones nuevas estimadas con el método del metro cuadrado
		Un barbecho	Dos barbechos			
Testigo limpio	N/A	33.9 b*	35.3 c*	100	0%	No determinado
Testigo enmalezado	N/A	36.6 a	35.8 c	0%	0%	No determinado
Fomesafen	0.25 kg ia/ha	34.1 ab	38.9 a	98%	0%	20000 <i>Convolvulus arvensis</i> , 66666 <i>Melilotus indicus</i>
SecBios 1.5%	1.5%	36.2 a	36.7 b	100%	0%	No hay presencia de poblaciones nuevas
2,4-DB	2.50%	36.4 a	37.7 ab	98%	0%	20000 <i>Convolvulus arvensis</i> , 66666 <i>Melilotus indicus</i>
Glufosinato de amonio	0.2 kg ia/ha	33.7 b	37.2 ab	98%	0%	1333333 <i>Convolvulus arvensis</i>

*Medias seguidas por letra diferente difieren entre sí según la prueba DMS al 0.05

CONCLUSIONES

- La aplicación de trifluralin 2.0 kg ia/ha incorporado con un segundo barbecho, 25 días después del primero y 0,75 kg ia/ha de presiembra incorporado con rastra, redujo la población de *Convolvulus arvensis* en 39% y 34% en las malezas anuales.
- La aplicación de los herbicidas postemergentes 2,4-DB, Glufosinato de amonio y SecBios con campana de protección; así como Fomesafen aplicado sin campana de protección, controlaron del 98 al 100% de las malezas sin daño al cultivo de frijol.

BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR R., M. D. 1993. Competencia de malezas con frijol de temporal en Zacatecas. Rev. Fitotec. Mex. 16:1-11.
- BLANCO V.Y.; LEYVA G.A. 2011. Determinación del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo del frijol (*Phaseolis vulgaris* L.) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultrop. Vol. 32. No. 2
- ESCOBEDO R., J. S.; RINCÓN V., J. F. 1991. Marco de referencia de frijol y chile de riego y frijol de temporal en Zacatecas. Documento de Trabajo. SARH-INIFAP-ZACATECAS

- MORALES ENCISO, A. 1997. Determinación del periodo crítico de competencia en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con bases en su fenología. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 58 p.
- PEDREROS L, ALBERTO. 1992. *La correhuela* [en línea]. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/26795> (Consultado: 2 noviembre 2021).
- WESTRA P.W., P. CHAPMAN, P.W. STAHLMAN, S.D. MILLER, P.K. FAY. 1992. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control with various herbicide combinations. Weed technol. 6: 949-955
- ZIMDAHL, R. L. 1980. Weed-Crop Competition - A Review. International Plant Protection Center. Oregon State University. Corvallis, OR. USA. 196 p.
- YAISYS BLANCO VALDÉS, ÁNGEL LEYVA GALÁN; IVÁN CASTRO LIZAZO. 2014. Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.). Cultivos Tropicales, 2014, vol. 35, no. 3, pp. 62-69

Summary: The bean crop during its development is affected by annual and perennial broadleaf and narrowleaf weeds. To control weeds in beans and reduce its effects, there are different alternatives; Physical methods such as weeding or labor can be used during the crop cycle, likewise, some production techniques prevent weed competition from becoming more acute; this method has been called cultural control. Furthermore, in recent years several herbicidal products have been developed that can be applied to control weeds in beans without causing damage to the crop. The objective of this work was to evaluate the control of annual and perennial broad and narrow leaf weeds with alternative herbicides to glyphosate considering the critical period of weed-crop competition. The study was conducted on C.E. Costa de Hermosillo in the 2021 cycle, in a 3,200 m² plot of land where 2.0 kg ai / ha of trifluralin incorporated with a second fallow was applied to 50% of the surface and only one fallow plus 0.75 kg ai was applied to the rest. / ha of trifluralin incorporated with dredge, in addition the post-emergent herbicides 2,4.DB, fomesafen, SecBios and glufosinate ammonium were evaluated in addition to a weed control and a clean control, an estimate of the population of each weed present was made using for This was done using the square meter method, the variables weed control, crop phytotoxicity and crop height were measured until the stage of formation of the first pods.

Keywords: *Bindweed, critical period, Trifluralin, cultural control.*

EFFECTOS DE HERBICIDAS AGROECOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE MALEZA EN LIMÓN MEXICANO (*Citrus aurantifolia*) EN TECOMÁN, COLIMA

K. García-Mariscal¹, M. Orozco-Santos².

¹Campo Experimental Tecomán-CIRPAC-INIFAP. Km 35 carretera Colima-Manzanillo. Tecomán, Col. garcia.karina@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Tecomán-CIRPAC-INIFAP. Km 35 carretera Colima-Manzanillo. Tecomán, Col. orozco.mario@inifap.gob.mx

Resumen: Con el objetivo de encontrar alternativas para el control de maleza, durante el periodo de agosto a octubre se estableció un ensayo de herbicidas agroecológicos post-emergentes en terrenos del INIFAP-Campo Experimental Tecomán, en una huerta joven de limón mexicano. Los tratamientos evaluados se establecieron con diseño experimental de bloques al azar, cuatro repeticiones por tratamiento y tres diferentes dosis de evaluación (0.5, 0.75 y 1.0% de concentración). Los tratamientos evaluados fueron: tres diferentes herbicidas agroecológicos, 1) Herbitech (0.5 % concentración), 2) Herbitech (0.75%), 3) Herbitech (1.0%), 4) Sec Bios (0.5%), 5) Sec Bios (0.75%), 6) Sec Bios (1.0%), 7) Sec Natural (0.5%), 8) Sec Natural (0.75%), 9) Sec Natural (1.0%), 10) control químico (Faena, 1.0%) y un testigo sin aplicación. Durante el tiempo de evaluación se realizó solo una aplicación de los tratamientos. Así mismo, se realizaron lecturas de evaluación por el método cuantitativo, con el objetivo de obtener el porcentaje de control de la maleza presente en cada unidad experimental, a los 14, 28, 42 y 56 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). Los resultados obtenidos mostraron que los herbicidas Herbitech, Sec Bios y Sec Natural, en concentraciones de 1% (10 ml/L), registraron buen control obteniendo 51, 57 y 55% respectivamente, mientras que, con el testigo químico se registró 51% de control en maleza, a los 56 DDA. El menor porcentaje de control se obtuvo con el tratamiento de Sec Natural al 0.5% de concentración, controlando solo el 24% de maleza.

Palabras clave: cítrico, orgánico, manejo sustentable.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es importante encontrar alternativas positivas que nos permitan el desarrollo de una agricultura rentable y no contaminante para el medio ambiente, que permita dejar en segundo término o disminuir el uso de agroquímicos, ya que el uso excesivo de estos ha provocado alteraciones en el medio biológico, provocando graves daños en los diversos ecosistemas (BLANCO, 2006, citado por LOZANO *et al.*, 2021).

Durante los últimos años, los cultivos han sido afectados continuamente por la aparición de maleza, la cual, puede llegar a causar grandes pérdidas en cualquier tipo de cultivo fructífero para la humanidad. La maleza como tal, se le conoce como aquella planta indeseable que compite de forma directa por agua, luz y nutrientes, llegando a obstaculizar el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas. Hoy en día, se han podido identificar alrededor de 350.000 tipos de plantas, de las cuales unas 30.000 interfieren en las tareas agrícolas realizadas por el hombre, producción de animales y así mismo de otras plantas. Son alrededor de 250 especies, las responsables de generar grandes pérdidas para el hombre, esto debido a las afectaciones que se originan en los entornos agrícolas, ya que estas plantas no deseadas llegan a desarrollarse con mayor rapidez que los cultivos agrícolas de interés. En México, la producción y comercialización de los cultivos cítricos representa una actividad atractiva, tanto para el mercado interno como para los mercados de exportación. Maya (2017), registró que México ocupó la quinta posición de producción a nivel mundial en 2013, solo después de países como China, Brasil, Estados Unidos de América e India. La producción del limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle], ha llevado al país mexicano a ser el mayor productor de este cítrico, alcanzando una producción de más de 1.200 millones de toneladas de fruta (SIAP, 2021). Sin embargo, el tipo de maleza que se presenta en la región del trópico seco de México se ha convertido en una gran preocupación, siendo que actualmente el control de maleza en el cultivo de limón mexicano está basado en métodos manuales, mecánicos y químicos como el uso de glifosato (MEDINA *et al.*, 2001; OROZCO-SANTOS y FARIAS-LARIOS, 2014) y algunas alternativas de control como los acolchados plásticos (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2019). Ante este panorama, es necesario encontrar alternativas de manejo para el control de la maleza asociada a este cítrico ya que existe la necesidad de ejercer una agricultura más amigable con el medio ambiente. Por lo que el Gobierno Federal, promueve el compromiso de establecer acciones, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato, por el uso de alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente, según lo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre del 2020 (SEGOB, 2020). Es por esta razón, que el objetivo del presente trabajo fue la evaluación del efecto de diferentes herbicidas agroecológicos para el control de maleza en el cultivo de limón mexicano en el municipio de Tecomán, Colima.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un huerto de limón mexicano variedad 'Colimex' en terrenos del INIFAP-Campo Experimental Tecomán, el cual se encuentra ubicado en el km 35, Carretera Colima-Manzanillo, Predio La Escondida, en el municipio de Tecomán, Colima, México. El terreno experimental se ubica a 18.58'8" latitud N y 103.50'42" longitud O y una altura de 60 msnm. En Colima, prevalece el clima tipo cálido subhúmedo (Aw0), la temperatura media anual es superior a los 26°C y la del mes más frío, a los 18°C. Las lluvias son abundantes en verano y rara vez inferiores a los 800 mm anuales.

Se seleccionó una parcela joven del cultivo de limón mexicano, la cual se encuentra a una densidad de plantación de 8 x 6 metros. El tamaño experimental en metros cuadrados (m²) es de aproximadamente 80 m² por unidad experimental (320 m² por tratamiento), siendo el tamaño útil total de la evaluación de 0.6 Hectáreas (ha), aproximadamente. El diseño de la distribución y demarcación de la parcela experimental se realizó el día 30 de agosto del 2021, los tratamientos se establecieron el día 31 del mismo mes. En este trabajo se evaluaron los efectos de tres herbicidas agroecológicos post-emergentes, un testigo químico y un testigo sin aplicación (**Tabla 1**).

Tabla 1. Tratamientos de herbicidas para el control de maleza en limón mexicano en Tecomán, colima.

TRATAMIENTOS	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS / L	CONCENTRACIÓN (%)
1. Herbitech	Gordolobo, aceite de coco, resina de pino, hongo <i>Puccinia</i> spp.	5.0 ml	0.5
2. Herbitech		7.5 ml	0.75
3. Herbitech		10 ml	1.0
4. Sec Bios	Ácidos orgánicos enzimáticos, extracto de plantas silvestres alelopáticas, toxinas de <i>Puccinia</i> spp y resina de pino	5.0 ml	0.5
5. Sec Bios		7.5 ml	0.75
6. Sec Bios		10 ml	1.0
7. Sec Natural	Aceite de conífera, <i>Datura stramonium</i> ,	5.0 ml	0.5
8. Sec Natural		7.5 ml	0.75
9. Sec Natural	Plantas alelopáticas, <i>Puccinia</i> spp., aceite de coco	10 ml	1.0
10. Faena	Glifosato	10 ml	1.0
11. Testigo	-	-	-

La parcela experimental se evaluó con un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición consistió de 11 tratamientos. Los tratamientos de herbicidas fueron aplicados con una bomba de mochila manual, con una boquilla de cerámica tipo abanico 110-8003. A todos los tratamientos se les agregó surfactante no iónico Inex A, en una dosis de 1.0 ml por cada litro de agua. La zona de aplicación fue entre hileras, delimitando el área de evaluación entre árbol y árbol (Figura 1).

De agosto a octubre del 2021, se realizó únicamente una aplicación de los tratamientos de herbicidas. El control de maleza en las calles se realizó utilizando desbrozadora y desvaradora agrícola. Las prácticas de manejo agronómico del cultivo de limón mexicano, tales como riego, nutrición, poda, control de maleza, plagas y enfermedades se realizan de acuerdo al paquete tecnológico del INIFAP (OROZCO-SANTOS *et al.*, 2014). Antes de realizar la primera aplicación de los tratamientos en evaluación, se realizó un muestreo por toda la parcela experimental, para determinar las especies de maleza predominantes. La evaluación del control de maleza se realizó mediante observaciones visuales, el porcentaje de maleza controlada a los 14, 28, 42 y 56 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos. Se utilizó la escala porcentual de 0 a 100%, en donde 0 significa que no hubo ningún efecto en el control de la maleza y 100 que fueron completamente eliminados (CARMONA *et al.*, 2001). Se realizaron

monitoreos de la posible toxicidad que pudiera ocasionar los herbicidas agroecológicos al cultivo de limón mexicano. Los datos se analizaron de acuerdo al diseño experimental bloques al azar y para la comparación de medias se utilizó Tukey ($p \geq 0.05$). Así mismo, se realizó el aporte de materia seca (MS). A los 45 DDA, se extrajeron muestras de la maleza presente, utilizando un marco de madera de 0.5×0.5 m para obtener un equivalente de 1m^2 por cada tratamiento. Se registró el peso en materia verde utilizando una balanza digital (US BALANCE Mini Bench Digital Scale, 1000×0.1 g), y se llevaron a secar a una estufa de secado a una temperatura de 60°C durante 24 horas, para posteriormente obtener el peso seco de cada una de las muestras obtenidas, la relación del aporte en materia seca se observa en la **Tabla 3**.



Figura 1. Zona de aplicación y evaluación de cada tratamiento de herbicidas, en cultivo de limón mexicano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de maleza que se reportaron con mayor presencia fueron: *Malvastrum* sp., *Euphorbia nutans* Lag., *Trianthema portulacastrum* L., *Portulaca oleracea* L., (verdolaga), *Boerhavia erecta* L., *Merremia* sp., *Ipomoea* sp., *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora), *Sorghum halapense* (pasto Johnson), *Eleusine indica* (pata de gallina).

Siguiendo en la **Tabla 2**, donde se presenta la información del efecto de cada tratamiento sobre el control de maleza, después de 14, 28, 42 y 56 días de evaluación. A los 14 DDA, los tratamientos de herbicidas con alta concentración (1.0%), mostraron un control adecuado de la maleza inicial, registrando una actividad mínima del 82% de control en comparación al testigo sin aplicación. A los 28 DDA, se registraron porcentajes de control entre los 45, 53 y 75 %, aplicando concentraciones de 0.75% de Sec Natural, Herbitech y Sec Bios respectivamente. Después de 42 DDA, los tratamientos Herbitech (1.0%), Sec Bios (0.75%), Sec Bios (1.0%) y Sec Natural (1.0%), mostraron una eficacia

similar al control obtenido por el herbicida químico (glifosato), registrando 21, 29, 28, 23 y 24% de control en maleza respectivamente. Para la evaluación realizada a los 56 DDA, los tratamientos de Sec Bios (0.5%) y Sec Natural (1.0), mostraron 34 y 31% de control respectivamente, comparado con el testigo sin aplicación que mostro 0% de control en maleza después de 56 DDA. Los resultados del presente trabajo reflejaron la eficiencia de los herbicidas agroecológicos en porcentaje de concentración alto (0.75 y 1.0%), en el control de maleza en cultivo de limón mexicano, siendo muy similar el control registrado con el tratamiento químico (glifosato), a los 42 DDA.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos de herbicidas agroecológicos sobre el control de maleza en limón mexicano.

TRATAMIENTOS	Concentración (%)	Control de maleza (%)*			
		14 DDA	28 DDA	42 DDA	56 DDA
1) Herbitech	0.5	58 _{bc}	26 _{bc}	6 _d	8
2) Herbitech	0.75	77	53	6	5 _d
3) Herbitech	1.0	86	79	21	18
4) Sec Bios	0.5	55 _d	28 _d	4 _c	34
5) Sec Bios	0.75	80	75	29	28
6) Sec Bios	1.0	89	87	28	24
7) Sec Natural	0.5	55	31 _b	5 _{ab}	5 _c
8) Sec Natural	0.75	54 _{ab}	45	10	21
9) Sec Natural	1.0	83	81	23	31
10) Faena	1.0	94	85	24	4 _b
11) Testigo sin aplicación	-	0 _a	0 _a	0 _a	0 _a

* Separación de medias según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.050$)

Con respecto al reporte de la información registrada de la biomasa de maleza a los 45 DDA, se observó que los pesos en verde fueron menores al aplicar herbicidas agroecológicos post-emergentes como el Herbitech en una dosis de 0.75, Sec Bios en una dosis de 0.5, Sec Bios en 1.0, y Sec Natural con dosis de 1.0% de concentración, registrando una reducción de materia seca de la maleza inicial presente. La relación de estos resultados se muestra en la **Tabla 3**. Aunque la determinación de la biomasa producida es un método laborioso, puede proveer información de utilidad, cuando se trata de establecer resultados concluyentes en la determinación de la eficacia de herbicidas (ALEMÁN, 2004).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el peso seco de maleza a los 45 después de la aplicación, en cultivo de limón mexicano.

TRATAMIENTOS	Concentración (%)	Peso seco (kg-ha ⁻¹)*
1) Herbitech	0.5	1983.75 _{bc}
2) Herbitech	0.75	1438.51 _{ab}

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

3) Herbitech	1.0	2324.29 _{bcd}
4) Sec Bios	0.5	1689.46 _{ab}
5) Sec Bios	0.75	1751.75 _{abc}
6) Sec Bios	1.0	1287.36 _a
7) Sec Natural	0.5	2342.69 _{bc}
8) Sec Natural	0.75	2166.76 _{bc}
9) Sec Natural	1.0	1600.85 _{ab}
10) Faena	1.0	2521.88 _{bcd}
11) Testigo sin aplicación	-	2774.22 _d

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS ($P < 0.05$)
DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de herbicidas agroecológicos brindaron buen control en algunas de las especies de maleza presente en el cultivo de limón mexicano, sin embargo, se recomienda utilizar la mayor concentración para tener un efecto en los primeros 28 días después de la aplicación. Para esta evaluación, solo se realizó una sola aplicación de productos por lo que se consideraría realizar una segunda aplicación dentro de los 30 días después de la primera aplicación, con esta segunda aplicación se esperaría un tiempo mayor en el control de maleza, se recomendaría realizar evaluación de esta recomendación en términos de costos, para el manejo y control de malezas utilizando herbicidas agroecológicos, incluyendo gastos del uso de maquinaria agrícola, número de aplicaciones, costo de los herbicidas, para de los jornales aplicadores, etcétera. Los datos de la materia orgánica de la maleza presente variaron de 19 a 29% de humedad, por lo que se recomienda realizar la misma evaluación en diferente época del año, para conocer si existe o no diferencia, como lo reportado por ESQUEDA (2010), en el cultivo de guanábana.

AGRADECIMIENTOS

Estos resultados son parte de las actividades con el título de: "Alternativas al uso del glifosato para el control de maleza en frutales tropicales en Colima", como parte del proyecto nacional nombrado: "ALTERNATIVAS AL USO DEL GLIFOSATO PARA EL CONTROL DE MALEZA EN MÉXICO".

BIBLIOGRAFIA

- ALEMÁN, F. 2004. Manual de investigación agronómica con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- CARMONA, R; CARVALHO, ANBS; CARVALHO, PR. 2001. Controle de Acacia farnesiana e de Mimosa pteridofita em pastagem. Pesquisa Agropecuario Brasileira 36: 1301-1307.

- LOZANO DIAN Y ARROYO NELLY. 2021. Efectos de la alelopatía y su utilización en malezas y cultivos de importancia agronómica del departamento de córdoba. Universidad de Córdoba. Facultad de ciencias agrícolas programa de ingeniería agronómica y desarrollo rural.
- KHAN, IMTIAZ, & KHAN, MUHAMMAD ISHFAQ. (2015). Técnicas ecológicas de control de malezas (extracto alelopático) en el cultivo de trigo. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(6), 1307-1316.
- OROZCO-SANTOS M, ROBLES-GONZÁLEZ MM, VELÁZQUEZ-MONREAL JJ, MANZANILLA-RAMÍREZ MA, BERMÚDEZ-GUZMÁN MJ, CARRILLO-MEDRANO SH, MEDINA-URRUTIA VM, HERNÁNDEZ-FUENTES LM, GÓMEZ-JAIMES R, MANZO-SÁNCHEZ G, FARÍAS-LARIOS J, NIETO-ÁNGEL D, MIJANGOS-HERNÁNDEZ E, SÁNCHEZ-DE LA TORRE JA, Y VARELA-FUENTES S. (2014). El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. (475 p).
- ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A., BECERRA-LEOR, E. N. Y ROSAS-GONZÁLEZ, X. 2010. Evaluación de herbicidas residuales para el control de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura 16(1):5-12.
- SEGOB 2020. SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.
[Http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020). Consultado el 15 de mayo de 2021.
- MAYA, C. J. 2017. "Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa". México y la cuenca del pacífico. Vol. 6, no. 16, enero-abril, pp. 107-142. <https://doi.org/10.32870/mycp.v6i16.523>
- MEDINA, U.V.M., ROBLES, G.M.M., BECERRA, R.S., OROZCO, R.J., OROZCO, S.M., GARZA, L.J.G., OVANDO, C.M.E., CHÁVEZ, C.X. Y FÉLIX, C.F.A. 2001. El cultivo del limón mexicano. INIFAP. Libro Técnico Núm. 1. México. 188 p.
- OROZCO-SANTOS, M., ROBLES-GONZÁLEZ, M.M., VELÁZQUEZ-MONREAL, J.J., MANZANILLA-RAMÍREZ, M.A., BERMÚDEZ-GUZMÁN, M.J., CARRILLO-MEDRANO, S.H., MEDINA-URRUTIA, V.M., HERNÁNDEZ-FUENTES, L.M., GÓMEZ-JAIMES, R., MANZO-SÁNCHEZ, G., FARÍAS-LARIOS, J., NIETO-ÁNGEL, D., MIJANGOS-HERNÁNDEZ, E., SÁNCHEZ-DE LA TORRE, J.A. Y VARELA-FUENTES, S. 2014. El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.
- OROZCO-SANTOS, M. Y FARÍAS-LARIOS, J. 2014. Manejo Integrado de Maleza. p. 398-417. In: El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.
- SALAZAR, L. N. J. Y ALDANA, M. M. L. 2011. Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud 13(2):23-28.

EFFECTS OF AGROECOLOGICAL HERBICIDES FOR THE CONTROL OF MALEZA IN MEXICAN LEMON (*Citrus aurantifolia*) IN TECOMÁN, COLIMA.

Summary: With the objective of finding alternatives for weed control, during the period from August to October, a post-emergent agro ecological herbicide trial was established on INIFAP Tecomán, in a young Mexican lemon orchard. The treatments evaluated were established with a randomized block experimental design, four replications per treatment and three different evaluation doses (0.5, 0.75 and 1.0% concentration). The treatments evaluated were: three different agro ecological herbicides, 1) Herbitech (0.5% concentration), 2) Herbitech (0.75%), 3) Herbitech (1.0%), 4) Sec Bios (0.5%), 5) Sec Bios (0.75%), 6) Sec Bios (1.0%), 7) Sec Natural (0.5%), 8) Sec Natural (0.75%), 9) Sec Natural (1.0%), 10) chemical control (Faena, 1.0%) and a control without application. Only one application of the treatments was made during the evaluation period. Likewise, evaluation readings were made by the quantitative method, with the objective of obtaining the percentage of weed control present in each experimental unit, at 14, 28, 42 and 56 days after the application of the treatments (DDA). The results obtained showed that the herbicides Herbitech, Sec Bios and Sec Natural, at concentrations of 1% (10 ml/L), registered good control, obtaining 51, 57 and 55%, respectively, while the chemical control registered 51% weed control at 56 DDA. The lowest percentage of control was obtained with the Sec Natural treatment at 0.5% concentration, controlling only 24% of weeds.

Keywords: citrus, organic, sustainable management.

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE CORREHUELA *Convolvulus arvensis* L. EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, Parra-Cota Fannie Isela¹, Marroquín-Morales José Ángel¹, Armenta-Castro César Martín,¹ y Jesús Roberto León Martínez ¹

1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx.

Resumen: Se requiere la integración del uso de herbicidas orgánicos en el manejo integrado de correhuela *Convolvulus arvensis* L. en presiembra, postemergencia y madurez fisiológica de cultivos anuales, para un manejo más eficiente y sostenible de la especie; lo que coincide con el objetivo del presente ensayo, evaluar la eficacia de herbicidas orgánicos para su integración al control biológico, cultural y químico, aplicando herbicidas orgánicos en la presiembra de cultivos anuales. El estudio se realizó en el sur de Sonora, México, durante el ciclo de otoño de 2021; evaluándose diferentes dosis de tres herbicidas orgánicos, considerando reducir su dosis comercial de 2.0 a 1.5, 1.0 y 0.5 LHa⁻¹ comparados con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (2.0 LHa⁻¹), utilizando ácidos carboxílicos como posible potenciador de su acción. Los resultados 7dda, señalan que sólo 1.5 y 2.0 LHa⁻¹ del herbicida orgánico 2 (58.8 y 57.5%), igualaron al testigo regional (61.3%), con un efecto pobre sobre el control de correhuela. A los 14 y 21 dda, sólo la dosis alta del herbicida orgánico 2 (55%), igualó al testigo regional (58.8%), ambos con un control pobre de esta especie. Finalmente (28dda), ninguno de los tratamientos se acercó al testigo regional, que controló de manera regular (75%) las poblaciones de correhuela, considerando las condiciones particulares del ensayo.

Palabras claves: Integración, Agroecológico, Correhuela, Sistemas, Producción.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la correhuela perenne *Convolvulus arvensis* L. es considerada como la mala hierba más importante en el noroeste de México; reportándose infestadas más del 64 por ciento de las 220 mil hectáreas de terreno para la agricultura de riego en el valle del Yaqui, Sonora. En el Valle de Mexicali, Baja California, tan solo durante el ciclo 2014-2015 se registró una superficie de 90,878 hectáreas (GÓMEZ, et al 2016) infestadas con esta especie, que es considerada una de las principales en cultivos de otoño-invierno. Niveles bajos de infestación, ocasionan hasta 40 por ciento de pérdidas en los principales cultivos.

A pesar de que se ha generado, validado y transferido, tecnología para su manejo integrado en los sistemas de producción de la región; sólo se han incluido prácticas culturales y control químico con herbicidas sintéticos, no aprovechándose actualmente la

alternativa en el uso de herbicidas orgánicos para la maleza para integrar el control agroecológico en su manejo integrado.

Algunas de las alternativas son la utilización de microorganismos tales como bacterias y hongos, así como de extractos de plantas con propiedades alelopáticas, los cuales pueden tener efectos deletéreos sobre la germinación y desarrollo de la maleza. Se aislaron bacterias con potencial para el control biológico de maleza como Quelite o Bledo *Amaranthus palmeri* L.; donde además se evaluó in vitro el efecto alelopático de extractos de Higuera *Ricinus communis* L. y Girasol Silvestre *Helianthus annuus* L. sobre la germinación de quelite, ocasionados por aislados y extractos que inhibieron la germinación y/o desarrollo de esta especie de maleza igual o mayor al 50 por ciento (MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, *et al.*, 2020).

Existe la necesidad de tecnología que integre las prácticas culturales para la preparación del terreno (control cultural), con el aprovechamiento de los herbicidas orgánicos (control agroecológico) en presembrado, postemergencia dirigida y madurez fisiológica de los cultivos anuales, para un manejo eficiente de la correhuela *Convolvulus arvensis* L.; lo que coincide con el objetivo del presente ensayo, evaluar la eficacia biológica de herbicidas orgánicos, aplicados en presembrado de cultivos anuales; además de prácticas culturales para el control de correhuela, la selectividad a los cultivos de interés y su rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en terrenos del Campo Experimental Dr. Norman E. Borlaug, localizado en el valle del Yaqui, sur de Sonora, México; el cual presentaba una infestación de correhuela de aproximadamente un 70 por ciento de cobertura. Durante el ciclo de otoño de 2021, se evaluaron diferentes dosis de tres herbicidas orgánicos (HO), considerando reducir su dosis comercial de 2.0 a 1.5, 1.0 y 0.5 LHa⁻¹ (HO1:SN, HO2:HT y HO3:SB) comparados con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina (2.0 LHa⁻¹), utilizando en todos los tratamientos un producto a base de ácidos carboxílicos, agregándose 1.0 litros por cada 1000 litros de agua. Además, se dejó un testigo sin aplicación que quedó enhierbado durante la evaluación de los tratamientos. El experimento se estableció mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por franjas de cuatro metros de ancho por 25 metros de largo (100 m²); El área de muestreo consistió en un cuadro de 0.25 m² por cuatro repeticiones distribuidas aleatoriamente en la unidad experimental. Se realizó una sola aplicación por cada tratamiento, utilizándose una aspersora de tractor con un aguilón provisto de boquillas de abanico plano; la cual fue calibrada para determinar un volumen de agua por unidad experimental. Se utilizaron dosis de los tres herbicidas orgánicos 2.0, 1.5, 1.0 y 0.5 LHa⁻¹ comparado con el testigo regional, a base de sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en dosis de 2.0 l ha⁻¹ y un testigo sin aplicación. A todos los tratamientos se le agregó un producto a base de ácidos carboxílicos de nombre comercial Carfulmin para potencializar el efecto de los tratamientos con herbicidas. Para la evaluación de la eficacia de los tratamientos, se cuantificó la población de la maleza antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente se determinó de manera visual, el porcentaje de control en cada unidad experimental; para lo cual, se realizó un muestreo

a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (dda). Con los datos se realizó un análisis de varianza y su respectiva comparación de medias por el método Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del control químico de correhuella con los herbicidas orgánicos aplicados en la presiembra de los cultivos anuales de otoño-invierno se presentan en el Cuadro 1, donde se puede apreciar que siete dda, para las diferentes dosis del herbicida orgánico 1, se registra sólo 50 por ciento de control; asimismo para el herbicida orgánico 2, los controles fluctuaron entre 50 y 58.8 por ciento de control, así como para el herbicida orgánico 3 que registró entre 47.5 y 52.5 por ciento de control. En el caso del testigo regional, los resultados muestran apenas 61.3 por ciento de control en esta fecha de evaluación. El resultado del análisis estadístico muestra que sólo las dosis de 1.5 y 2.0 LHa⁻¹ del herbicida orgánico 2 (58.8 y 57.5%) igualaron al testigo regional (61.3%) que registraron un efecto sobre correhuella considerado como pobre; el resto de los tratamientos se consideran con un efecto sobre la maleza como de muy pobre control (50 a 52.5%) en esta fecha de observación.

Cuadro 1. Control de correhuella como resultado de los tratamientos con herbicidas orgánicos en la presiembra en el sur de Sonora, México. Ciclo verano-otoño 2021.

N° de Tratamiento	% control			
	7	14	21	28 dda
1 Herbicida orgánico 1 (SN) (2.0 Lha ⁻¹)	50.0 c	46.3 cd	46.3 de	52.5 b
2 Herbicida orgánico 1 (SN) (1.5 Lha ⁻¹)	50.0 c	51.3 bcd	51.3 bc	50.0 bc
3 Herbicida orgánico 1 (SN) (1.0 Lha ⁻¹)	50.0 c	50.0 bcd	50.0 cd	50.0 bc
4 Herbicida orgánico 1 (SN) (0.5 Lha ⁻¹)	50.0 c	45.0 d	45.0 e	45.0 d
5 Herbicida orgánico 2 (HT) (2.0 Lha ⁻¹)	57.5 ab	55.0 ab	55.0 b	45.0 d
6 Herbicida orgánico 2 (HT) (1.5 Lha ⁻¹)	58.8 ab	50.0 bcd	50.0 cd	45.0 d
7 Herbicida orgánico 2 (HT) (1.0 Lha ⁻¹)	52.5 bc	50.0 bcd	50.0 cd	45.0 d
8 Herbicida orgánico 2 (HT) (0.5 Lha ⁻¹)	50.0 c	50.0 bcd	50.0 cd	45.0 d
9 Herbicida orgánico 3 (SB) (2.0 Lha ⁻¹)	52.5 bc	50.0 bcd	50.0 cd	52.5 b
10 Herbicida orgánico 3 (SB) (1.5 Lha ⁻¹)	50.0 c	50.0 bcd	50.0 cd	48.8 bcd
11 Herbicida orgánico 3 (SB) (1.0 Lha ⁻¹)	47.5 c	50.0 bcd	50.0 cd	47.5 cd
12 Herbicida orgánico 3 (SB) (0.5 Lha ⁻¹)	47.5 c	45.0 d	45.0 e	45.0 d
13 Testigo regional*	61.3 a	58.8 a	62.5 a	75.0 a
14 Testigo sin aplicación	0.0 d	0.0 e	0.0 f	0.0 e
DMS Tukey's P<0.05=	7.387	5.572	4.115	3.757

* Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (2.0 Lha⁻¹); todos los tratamientos con ácidos carboxílicos (Carfulmin).

Para las evaluaciones realizadas 14 y 21 dda, los resultados mostraron entre 45 y 51.3 por ciento de control con el herbicida orgánico 1; asimismo se registró un control entre 50 y 58.8 por ciento, con las diferentes dosis del herbicida orgánico 2. Además, en el caso del herbicida orgánico 3, los resultados variaron entre 47.5 a 52.5 por ciento de control; registrándose en el caso del testigo regional sólo 58.8 por ciento de control de correhuella en esta fecha de observación. Los análisis estadísticos muestran

que sólo la dosis alta del herbicida orgánico 2 (55%), no presentó diferencias significativas con respecto al testigo regional (58.8%), ambos considerados con efecto sobre correhuela con un control pobre; el resto de los tratamientos estuvieron en el límite entre pobre y muy pobre control en esta fecha de observación.

Los resultados concernientes a la evaluación realizada 28 dda de los tratamientos, el herbicida orgánico 1 presenta entre 45 y 52.5 por ciento de control; asimismo el herbicida orgánico 2, muestra un control entre 50 y 55 por ciento de control. En el caso del herbicida orgánico 3, los resultados de control varían entre 45 y 52.5 por ciento de control en esta fecha de observación; donde el testigo regional alcanzó a registrar 75 por ciento de control. Los resultados del análisis estadístico muestran que ninguno de los tratamientos se asemeja al testigo regional que registró en esta etapa de la evaluación un control regular de las poblaciones de correhuela aplicadas; la totalidad de los tratamientos con herbicidas orgánicos, se mantuvieron con un efecto sobre la maleza entre pobre y muy pobre control en esta fecha de observación.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se puede considerar lo siguiente:

- En la evaluación de los 7dda, sólo las dosis de 1.5 y 2.0 LHa-1 del herbicida orgánico 2 (58.8 y 57.5%) igualaron al testigo regional (61.3%), registrándose un efecto sobre correhuela considerado como pobre; el resto de los tratamientos se consideraron con un efecto de muy pobre control (50 a 52.5%) de correhuela.
- A los 14 y 21 dda, sólo la dosis alta del herbicida orgánico 2 (55%), no presentó diferencias significativas con respecto al testigo regional (58.8%), ambos considerados con un control pobre de correhuela; el resto de los tratamientos estuvieron en el límite entre pobre y muy pobre control.
- En la última evaluación (28dda), ninguno de los tratamientos se asemeja al testigo regional que registró en esta etapa de la evaluación un control regular de las poblaciones de correhuela; la totalidad de los tratamientos con herbicidas orgánicos, se mantuvieron con un efecto entre pobre y muy pobre control de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- CELIS A; MENDOZA C; PACHON M; CARDONA J; DELGADOS W; CUCA L. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. *Agronomía Colombiana* 26: 97-106
- DIAZ-RAMÍREZ A. (2015). Potencial de manejo post-emergente de malezas con alternativas de extractos vegetales. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 19-20.

- GÓMEZ M. R., TAMAYO ESQUER L. M., ALVARADO P. J. I. Y E. ÁVILA CASILLAS 2016. Control biológico de correhuela perenne en trigo. Desplegable Técnico. Campo Experimental Valle del Mexicali-CIRNO-INIFAP. México
- MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, J. C., N.D. SOTELO-CERÓN, I.E. MALDONADO-MENDOZA, R.A. FIERRO-CORONADO 2020. Evaluación de rizobacterias y extractos vegetales para el control biológico de *Amaranthus palmeri* L. Memoria XLI Congreso nacional de SOMECIMA. México. Pp. 32-39.
- ROSALES, R. E., T. MEDINA C., E. CONTRERAS C., L. M. TAMAYO E. Y V. A. ESQUEDA E. 2002. Manejo de maleza en maíz, sorgo y trigo bajo labranza de conservación. Folleto Técnico Num. 24. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, México. 81 p.
- SOTELO-CERÓN N. D., J.C. MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, I.E. MALDONADO-MENDOZA, J.A. FIERRO-CORONADO 2020. Aislamiento y selección de hongos fitopatógenos nativos con potencial bioherbicida para el control de *Convolvulus arvensis* L. Memoria XLI Congreso nacional de SOMECIMA. México. Pp. 80-85.
- TAMAYO ESQUER L. M.; ALVARADO MARTÍNEZ J. DE J. Y E. ROSALES ROBLES 2003. Manejo integrado de maleza en maíz para el noroeste de México. Folleto técnico no. 49. CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
- TAMAYO ESQUER L. M. y P. FIGUEROA L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.
- TAMAYO-ESQUER L. M. 2020. Manejo agroecológico de correhuela *Convolvulus arvensis* L. en el noroeste de México. Simposio internaciona: Manejo agroecológico de malezas 2020. SOMECIMA. México.

Summary: The integration of the use of organic herbicides is required in the integrated management of field bindweed *Convolvulus arvensis* L. in pre-planting, post-emergence and physiological maturity of annual crops, for a more efficient and sustainable management of the weed; This coincides with the objective of this trial, to evaluate the efficacy of organic herbicides for their integration into biological, cultural and chemical control, applying organic herbicides in the pre-planting of annual crops. The study was conducted in southern Sonora, Mexico, during the fall cycle of 2021; evaluating different doses of three organic herbicides, considering reducing their commercial dose from 2.0 to 1.5, 1.0 and 0.5 LHa⁻¹ compared to the regional control based on the isopropylamine salt of N- (phosphonomethyl) glycine (2.0 LHa⁻¹), using carboxylic acids as a possible enhancer of its action. The 7dda results indicate that only 1.5 and 2.0 LHa⁻¹ of organic herbicide 2 (58.8 and 57.5%), equaled the regional control (61.3%), with a poor effect on bindweed control. At 14 and 21 da, only the high dose of organic herbicide 2 (55%), equaled the regional control (58.8%), both with poor control of this species. Finally (28dda), none of the treatments approached the regional control, which regularly (75%) controlled the bindweed populations, considering the particular conditions of the trial.

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Keywords: Integration, Agroecological, Bindweed, Systems, Production.

VALIDACIÓN DE HERBICIDAS SINTÉTICOS PARA EL CONTROL DE CORREHUELA PERENNE *Convolvulus arvensis* L. EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, Marroquín-Morales José Ángel², Parra-Cota Fannie Isela¹, Cantúa-Ayala Jesús A.¹; Armenta-Castro Cesar Martín,¹ y Jesús Roberto León Martínez ¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx

Resumen: Existe la necesidad de validar y transferir tecnología que incluya herbicidas alternativos para reemplazar herbicidas en vías de restricción que sean eficientes y económicos, para aplicar en presiembra sin afectar con residuos la emergencia de los cultivos de interés; que incluya herbicidas sintéticos no selectivos para integrar con otras prácticas de control, que permita evitar que los cultivos se vean afectados en su rendimiento y calidad. Lo que coincide con el objetivo del presente ensayo que contempla validar alternativas al uso de glifosato para el control de maleza en México, para reducir los niveles de infestación, costos de producción, contaminación, entre otros. Este estudio se estableció en el Campo Experimental Dr. Norman E. Borlaug, durante el ciclo de otoño de 2021. Se evaluaron paraquat y glufosinato en dosis de 2.0, 1.5, 1.0 y 0.5 LHa⁻¹, en el caso de MSMA las dosis fueron de 4, 3, 2 y 1 LHa⁻¹, comparadas con el testigo regional, a base de sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina en dosis de 2.0 l ha⁻¹ y un testigo sin aplicación. A todos los tratamientos se le agrego un producto a base de ácidos carboxílicos para potencializar el efecto de los tratamientos con herbicidas. Para la evaluación se cuantificó la población de la maleza antes de la aplicación y posteriormente se determinó de manera visual, el porcentaje de control 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (dda). Los datos se analizaron y compararon sus medias por el método Tukey 0.05. Los resultados muestran siete dda, que cualquier dosis de paraquat y las dos dosis altas de MSMA y glufosinato, aunque su control fue medio (>80y <87.5%), superaron al testigo regional en el control de correhuela (61.3%). Con excepción de la dosis baja (0.5 LHa⁻¹) de paraquat y MSMA, la mayoría de los tratamientos incluyendo la dosis baja de glufosinato (>80%), superaron al testigo regional que registró un control pobre 14 dda (58.8%). Tanto paraquat como glufosinato requieren de su dosis mayor para un control medio de las poblaciones de correhuela 21 dda; sin embargo, con MSMA desde los 3 LHa⁻¹ se registra un control medio de la especie, superando todos estos tratamientos y al testigo regional (62.5%). Sólo con el herbicida MSMA, se consigue un control medio de las poblaciones de correhuela (81.3 a 85%) 28 dda y supera al testigo regional que sólo controló de manera regular (75%) la población de correhuela.

Palabras claves: Integración, control, herbicidas, sistemas

INTRODUCCIÓN

La correhuela perenne *Convolvulus arvensis* L. es considerada como la mala hierba más importante en el noroeste de México; reportándose infestadas más del 64 por ciento de las 220 mil hectáreas de terreno para la agricultura de riego en el valle del Yaqui, Sonora; asimismo, en el Valle de Mexicali, Baja California, tan solo durante el ciclo 2014-2015 se registró una superficie de 90,878 hectáreas (GÓMEZ *et al.*, 2016) infestadas con ésta especie, que es considerada una de las principales en cultivos de otoño-invierno. Niveles bajos de infestación, ocasionan hasta 40 por ciento de pérdidas en los principales cultivos. En el sur de Sonora, México, los cultivos e infraestructura de producción, son afectados por infestaciones de diferentes especies de maleza; las cuales, pueden reducir rendimientos, calidad de cosecha, limitar el uso eficiente del agua y nutrientes, incrementar costos de producción y propiciar organismos dañinos, entre otros. Existen superficies infestadas con diferentes especies, donde sobresale en el sur de Sonora la correhuela; así como un complejo de varias especies de hoja ancha y angosta anuales.

Para un buen control de sus poblaciones, se ha generado tecnología específica para su manejo integrado, que incluye el uso de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en presiembra y madurez fisiológica en cultivos anuales; para el caso de frutales, canales y bordos, este herbicida es ampliamente usado en aplicaciones dirigidas y semidirigidas. A pesar de que se ha generado, validado y transferido, tecnología para su manejo integrado en los sistemas de producción de la región; incluyéndose prácticas culturales, control biológico y químico; actualmente éste último método de control se ha basado en el uso de este herbicida no selectivo y con muy buena sistemicidad, pero que actualmente se encuentra en proceso de restricción.

El 31 de diciembre de 2020, se publicó en el DOF el Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de este herbicida no selectivo y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente (SEGOB, 2020)

Por lo que existe la necesidad de validar y transferir tecnología que incluya herbicidas alternativos para su reemplazo, que sean eficientes y económicos, para aplicar en presiembra sin afectar con residuos la emergencia de los cultivos de interés; para lo que se requiere validar tecnología que incluya herbicidas no selectivos (químicos y naturales) para integrar con otras prácticas de control (cultural y biológico), que permita evitar que los cultivos se vean afectados en su rendimiento y calidad. Para este propósito se propone la integración de las diferentes prácticas de control en la presiembra, madurez fisiológica o postcosecha en cultivos anuales; así como en los frutales de interés e infraestructura agrícola. Lo anterior coincide con el objetivo del presente ensayo que contempla validar alternativas al uso de glifosato para el control de maleza en México, para reducir los niveles de infestación, costos de producción, contaminación, entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en terrenos del Campo Experimental Dr. Norman E. Borlaug, localizado en el valle del Yaqui, sur de Sonora, México; el cual presentaba una infestación de correhuela de aproximadamente un 70 por ciento de cobertura. Durante el ciclo de otoño de 2021, se evaluaron diferentes dosis de tres herbicidas sintéticos, considerando su dosis comercial y reduciéndose ésta en un 25, 50 y 75%, comparados con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina (2.0 LHa^{-1}), utilizando en todos los tratamientos un producto potencializador a base de ácidos carboxílicos, agregándose 1.0 litros por cada 1000 litros de agua. Además, se dejó un testigo sin aplicación que quedó enhierrado durante la evaluación de los tratamientos. El experimento se estableció mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por franjas de cuatro metros de ancho por 25 metros de largo (100 m^2); El área de muestreo consistió en un cuadro de 0.25 m^2 por cuatro repeticiones distribuidas aleatoriamente en la unidad experimental. Se realizó una sola aplicación por cada tratamiento, utilizándose una aspersora de tractor con un aguilón provisto de boquillas de abanico plano; la cual fue calibrada para determinar un volumen de agua por unidad experimental. Se utilizaron para paraquat y glufosinato 2.0, 1.5, 1.0 y 0.5 LHa^{-1} , en el caso de MSMA las dosis fueron de 4, 3, 2 y 1 LHa^{-1} , comparadas con el testigo regional, a base de sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en dosis de 2.0 l ha^{-1} y un testigo sin aplicación. A todos los tratamientos se le agregó un producto a base de ácidos carboxílicos de nombre comercial Carfulmin para potencializar el efecto de los tratamientos con herbicidas. Para la evaluación de la eficacia de los tratamientos, se cuantificó la población de la maleza antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente se determinó de manera visual, el porcentaje de control en cada unidad experimental; para lo cual, se realizó un muestreo a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (dda). Con los datos se realizó un análisis de varianza y su respectiva comparación de medias por el método Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del control químico de correhuela con herbicidas sintéticos aplicados en la presiembra de los cultivos anuales de otoño-invierno se presentan en el Cuadro 1, donde se puede apreciar que siete dda, para las diferentes dosis paraquat, se registra entre 85 y 87.5 por ciento de control de correhuela; en el caso del herbicida MSMA, los controles fluctuaron entre 76.3 y 83.8 por ciento de control, así como para glufosinato que registró entre 61.3 y 83.8 por ciento de control. En el caso del testigo regional, los resultados muestran apenas 61.3 por ciento de control en esta fecha de evaluación. El resultado del análisis estadístico muestra la mayoría de las dosis de los diferentes herbicidas superaron al testigo regional, sobresaliendo los tratamientos con paraquat que registraron un control medio de maleza (85%), con excepción de la dosis de 1.5 LHa^{-1} que manifestó un control suficiente en la práctica (87.5%) en esta fecha de evaluación. En el caso de MSMA, sólo las dosis de 3 y 4 LHa^{-1} registraron un control medio de esta especie (80 y 83.8%); para los tratamientos con glufosinato, la mayoría

registró un control suficiente en la práctica (82.5 y 83.8%), con excepción de la dosis de 1.0 LHa⁻¹. Lo anterior indica en esta fecha de observación, que cualquier dosis de paraquat y las dos dosis altas de MSMA y glufosinato superan al testigo regional en el control de correhuela bajo las condiciones particulares del ensayo.

Cuadro 1. Control químico de correhuela como resultado de los tratamientos en la presiembra de cultivos anuales en el sur de Sonora, México. Ciclo verano 2021.

N° de Tratamiento	% control			
	7	14	21	28 dda
1 Paraquat (2.0 Lha ⁻¹)	85.0 a	85.0 ab	83.8 ab	78.8 ab
2 Paraquat (1.5 Lha ⁻¹)	87.5 a	82.5 abc	72.5 bcdef	70.0 bc
3 Paraquat (1.0 Lha ⁻¹)	85.0 a	82.5 abc	71.3 cdefg	66.3 cd
4 Paraquat (0.5 Lha ⁻¹)	85.0 a	68.8 def	60.0 g	51.3 e
5 MSMA (4.0 Lha ⁻¹)	83.8 ab	85.0 ab	85.0 a	85.0 a
6 MSMA (3.0 Lha ⁻¹)	80.0 abc	80.0 abcd	80.0 abcd	82.5 a
7 MSMA (2.0 Lha ⁻¹)	76.3 bcd	78.8 bcd	77.5 abcde	81.3 a
8 MSMA (1.0 Lha ⁻¹)	68.8 de	62.5 ef	60.0 g	58.8 de
9 Glufosinato (2.0 Lha ⁻¹)	83.8 ab	88.8 ab	81.3 abc	75.0 abc
10 Glufosinato (1.5 Lha ⁻¹)	82.5 abc	91.3 a	77.5 abcde	77.5 ab
11 Glufosinato (1.0 Lha ⁻¹)	75.0 cd	80.0 abcd	77.5 abcde	70.0 bc
12 Glufosinato (0.5 Lha ⁻¹)	82.5 d	72.5 cde	66.3 efg	65.0 cd
13 Testigo regional* (2.0 Lha ⁻¹)	61.3 e	58.8 f	62.5 fg	75.0 ab
14 Testigo sin aplicación	0.0 f	0.0 g	0.0 h	0.0 f
DMS Tukey's P<0.05=	8.622	11.270	11.599	10.219

* Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina.

Para la evaluación realizada 14 dda, los resultados del control de correhuela con paraquat muestran un control medio para las dosis de 1 a 2 LHa⁻¹ (82.5 a 85%) y en la dosis baja de este herbicida (0.5 LHa⁻¹) se redujo su control a un efecto sobre la maleza regular (68.8%). En el caso de los tratamientos con MSMA, sólo las dosis de 3 y 4 LHa⁻¹ mantuvieron un control medio de las poblaciones de esta especie (80 y 85%); registrándose un control regular en las dosis bajas de este herbicida (62.5 y 78.8%). Los tratamientos a base de glufosinato registraron un control suficiente en la práctica con las dosis de 1, 1.5 y 2 LHa⁻¹ (80, 91 y 88.8%), la dosis baja de este producto (0.5 LHa⁻¹), registró un control regular (7.5%), los cuales en todos los casos superaron al testigo regional en esta fecha de observación, considerado como un efecto pobre sobre la maleza (58.8%). Lo anterior indica que con excepción de la dosis baja (0.5 LHa⁻¹) de paraquat y MSMA, la mayoría de los tratamientos incluyendo la dosis baja de glufosinato, superaron al testigo regional que registró un control pobre en esta fecha de observación (58.8%).

En la evaluación realizada 21 dda, sólo las dosis altas de paraquat y glufosinato mantienen un control medio de correhuela (83.8 y 81.3%); asimismo, con las dosis de 3.0 y 4.0 LHa⁻¹ de MSMA, se registró un control medio de las poblaciones de esta especie (80 y 85%), las cuales superaron al testigo regional que presentó un control de 62.5 por ciento, considerado como un efecto pobre sobre las poblaciones de correhuela en esta

fecha de observación. Lo anterior indica, que tanto paraquat como glufosinato requieren de su dosis mayor para el control medio de las poblaciones de correhuela 21 dda y que con MSMA desde los 3 LHa⁻¹ se registra un control medio de la especie, superando todos estos tratamientos al testigo regional.

En la evaluación realizada 28 dda, los resultados muestran un control de regular a pobre de correhuela con cualquiera de las dosis evaluadas de paraquat y glufosinato (<80%); aunque la mayoría de las dosis de MSMA registraron un control medio de esta especie, exceptuando la dosis baja de este herbicida (1 LHa⁻¹) que manifestó un pobre control (58.8%) en esta fecha de observación, donde el testigo regional alcanzó su más alto porcentaje de control (75%), considerado como un efecto pobre sobre la maleza de interés. Lo anterior indica que sólo con el herbicida MSMA, se consigue un control medio de las poblaciones de correhuela (81.3 a 85%) y que supera al testigo regional que sólo controló de manera regular (75%) en esta fecha de observación.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se puede considerar lo siguiente:

- A los siete días después de la aplicación, cualquier dosis de paraquat y las dos dosis altas de MSMA y glufosinato, aunque su control fue medio (>80y <87.5%), superaron al testigo regional en el control de correhuela (61.3%).
- Con excepción de la dosis baja (0.5 LHa⁻¹) de paraquat y MSMA, la mayoría de los tratamientos incluyendo la dosis baja de glufosinato (>80%), superaron al testigo regional que registró un control pobre 14 días después de la aplicación (58.8%).
- Tanto paraquat como glufosinato requieren de su dosis mayor para un control medio de las poblaciones de correhuela 21 días después de aplicados; sin embargo, con MSMA desde los 3 LHa⁻¹ se registra un control medio de la especie, superando todos estos tratamientos y al testigo regional (62.5%).
- Sólo con el herbicida MSMA, se consigue un control medio de las poblaciones de correhuela (81.3 a 85%) 28 días después de su aplicación y supera al testigo regional que sólo controló de manera regular (75%) la población de correhuela.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEMÁN, F. (2004). Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- MUNGUÍA-CAJIGAS, L. A., TAMAYO-ESQUER, L. M. y A. VEGA-VERDUGO 2014. Evaluación del ácaro agallador *Aceria malherbae* Nuzzaci sobre el control biológico de correhuela *Convolvulus arvensis* L. en el sur de Sonora, México. Memoria XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas de la UABC, Mexicali, México.
- RAMÍREZ J. (2019). Evaluación de la eficacia de glufosinato de amonio en sistemas de producción de soja, con alta presión de *Conyza* spp en estadios avanzados.

Universidad Nacional de La Plata Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Buenos Aires. P. 25-26.

SEGOB (Secretaría de Gobernación). 2020. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020

TAMAYO ESQUER L. M. y P. FIGUEROA L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.

Summary: There is a need to validate and transfer technology that includes alternative herbicides to replace herbicides in restriction pathways that are efficient and economical, to apply in pre-planting without affecting the emergence of the crops of interest with residues; that includes non-selective synthetic herbicides to integrate with other control practices, to avoid that the crops are affected in their yield and quality. This coincides with the objective of this trial that contemplates validating alternatives to the use of glyphosate for weed control in Mexico, to reduce the levels of infestation, production costs, contamination, among others. This study was established in the Dr. Norman E. Borlaug Experimental Field, during the autumn cycle of 2021. Paraquat and glufosinate were evaluated in doses of 2.0, 1.5, 1.0 and 0.5 LHa⁻¹, in the case of MSMA the doses were of 4, 3, 2 and 1 LHa⁻¹, compared with the regional control, based on isopropylamine salt of N- (phosphonomethyl) glycine in doses of 2.0 LHa⁻¹ and a control without application. A product based on carboxylic acids was added to all the treatments to potentiate the effect of the herbicide treatments. For the evaluation, the population of the weed was quantified before the application and later the control percentage was determined visually 7, 14, 21 and 28 days after the application (dda). The data were analyzed and their means compared by the Tukey 0.05 method. The results show seven dda, that any dose of paraquat and the two high doses of MSMA and glufosinate, although their control was medium (> 80 and <87.5%), surpassed the regional control in the bindweed control (61.3%). With the exception of the low dose (0.5 LHa⁻¹) of paraquat and MSMA, most of the treatments, including the low dose of glufosinate (> 80%), outperformed the regional control that registered a poor control 14 dda (58.8%). Both paraquat and glufosinate require their higher dose for a medium control of bindweed populations 21 dda; However, with MSMA from the 3 LHa⁻¹ a medium control of the species is registered, surpassing all these treatments and the regional control (62.5%). Only with the herbicide MSMA, a medium control of the bindweed populations (81.3 to 85%) 28 dda is achieved and exceeds the regional control that only regularly controlled (75%) the bindweed population.

Keywords: Integration, Control, Herbicides, Systems.

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS Y PRÁCTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE MALEZA EN CÍTRICOS EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, Marroquín-Morales José Ángel¹, Parra-Cota Fannie Isela¹, Armenta-Castro César Martín,¹ y Jesús Roberto León Martínez ¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx

Resumen: Un manejo integrado de maleza inapropiado, puede reducir un 30 por ciento del rendimiento de un cultivo; dependiendo de la incidencia de maleza y de la etapa de su competencia, pudiendo los daños ser menores o hasta severos. El estudio se realizó en terrenos de un agricultor cooperante, que cuenta con un huerto de cítricos ubicado en el block 1900 del valle del Yaqui, Sonora. El objetivo del ensayo considera determinar la eficacia de los tratamientos sobre el control de maleza. Los resultados muestran que siete días después de aplicados los tratamientos, sólo las dosis media y alta del herbicida orgánico 1 (86.3 y 81.3%) igualaron al testigo regional (86.3%), con un control medio. Se requirió de 1.5 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 para control de maleza suficiente en la práctica a los 14 días (90%), similar al testigo regional (92.5%). Para los 21 días, se sigue requiriendo de 1.5 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 para un control suficiente en la práctica (88.3%), similar al testigo regional (91.3). Finalmente, se requirieron 1.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 y 2.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 2, para un control suficiente en la práctica (90%) como alternativa al testigo regional, que registró muy buen control (97.5%) 28 días después de la aplicación. En el control cultural, las coberteras mantuvieron un control absoluto de maleza desde los siete a los 28 días (100%); asimismo, el testigo regional mostró un buen control en la mayoría de las etapas de evaluación (92.5 a 97.5%).

Palabras claves: Maleza, herbicidas, coberteras, eficacia, cítricos.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las dificultades que implica el manejo de maleza y los daños que ocasionan a los cítricos se deben a que están mejor adaptadas a los factores climáticos adversos (sequías, lluvias prolongadas, bajas temperaturas, etc.), así como a los de orden edáfico (exceso de acidez o alcalinidad, salinidad), además aún los de orden biológico (ataques de plagas y patógenos vegetales) que interfieren con la productividad de las huertas de cítricos.

La maleza daña las plantaciones al ocupar con sus raíces los primeros 15 a 20 cm del perfil (donde se encuentra la mayor cantidad de raicillas de los cítricos) y son las primeras en aprovechar el agua de riego o lluvia y los fertilizantes. En plantaciones jóvenes con maleza alta es importante la competencia por luz, la cual provoca desecación y muerte de ramas laterales y crecimiento en altura de ramas verticales (sector menos

productivo del árbol); asimismo, ciertas especies de maleza exudan sustancias alelopáticas que interfieren en el desarrollo de las raíces. Además, interfieren con las labores de cosecha, poda, pulverizaciones y fertilizaciones, y son huéspedes de insectos y enfermedades que luego pasan al cultivo (trips, pulgones, Tristeza, etc.).

Entre los métodos de control más utilizados son el control mecánico y químico, de los cuales, el primero aún continúa siendo utilizado como único método en algunas huertas, mediante rastras de discos, rotativas, entre otras; realizándose entre cuatro, cinco o más pasadas por año entre las plantas (GÓMEZ, 2016).

El control químico de maleza cada vez más generalizado en las regiones cítricas de la región, consiste en la aplicación de herbicidas “en banda” para mantener la línea de plantación y el vuelo de la copa libre de maleza. La falta de herbicidas autorizados de pre y post emergencia es uno de los principales problemas para la siembra de cultivos en general, debido a la gran abundancia de malas hierbas, donde se encuentran especies de gran morfología y muy competitivas (ALCÁNTARA *et al.*, 2017).

El manejo de maleza sin duda es un aspecto importante dentro de la producción de un cultivo, ya que pueden llegar a generar daños significativos en la productividad, pudiendo reducir hasta un 30 por ciento en el rendimiento del cultivo debido a la competencia que ocasionan por agua, luz y nutrientes (VIERA y ESCOBAR, 2015).

Para el manejo de maleza a lo largo del tiempo se han introducido varios herbicidas tanto individualmente como en mezclas que ejercen buena efectividad tanto en pre como en post emergencia temprana en los primeros estadios fenológico de la maleza, tal manejo reduce los problemas de especies anuales hasta el cierre de la plantación (PAREDES y BARROSO, 2012). La aplicación intensiva de herbicidas químicos es eficaz para controlar la maleza; sin embargo, puede dar lugar a varios efectos negativos. como la evolución de la resistencia de maleza, efectos residuales en los cultivos y la contaminación del medio ambiente (KHAN y ISHFAQ, 2015).

Durante las últimas décadas se ha logrado identificar nuevas alternativas químicas y biológicas que son menos tóxicas para el medio ambiente y el hombre, dentro del control biológico se ha propuesto la utilización de compuestos alelopáticos para la formulación de herbicidas que afecten la germinación, crecimiento y desarrollo de otra planta de diferente especie (CELIS *et al.*, 2008). Por lo que se consideró la realización de esta investigación con el objetivo de evaluar la eficacia de herbicidas orgánicos sobre el control del complejo de maleza en una plantación de Toronja, procurando contribuir con alternativas amigables al medio ambiente para reducir la dependencia en herbicidas sintéticos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en un huerto de cítricos sembrado con Toronja, ubicado en el block 1900 del valle del Yaqui, Sonora, México, con las siguientes coordenadas 27°09'09.3"N 109°57'14.4"W. Durante el ciclo Verano 2021, se evaluaron diferentes dosis de dos herbicidas orgánicos (HO), considerando reducir su dosis comercial de 2.0 a 1.5 y 1.0 LHa⁻¹ (HO1:SN y HO2:HT) comparados con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina (2.0 LHa⁻¹), utilizando en todos los tratamientos un producto a base de ácidos carboxílicos, agregándose 1.0 litros por cada 1000 litros de agua. El experimento se evaluó mediante un diseño experimental de bloques al azar, con

cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por cuatro árboles distanciados a 8 metros entre hileras y 4 metros entre calles, de los cuales se consideraron 6 metros entre hileras para la unidad experimental, dando un área de 48 m². El área de muestreo consistió en un cuadro de 0.25 m² por cuatro repeticiones distribuidas aleatoriamente en la unidad experimental. Se realizó una sola aplicación por cada tratamiento, utilizándose una aspersora de mochila con un aguilón provisto de boquillas de abanico plano; la cual fue calibrada para determinar el volumen de agua por unidad experimental. Se utilizaron dosis de ambos herbicidas orgánicos 2.0, 1.5 y 1.0 l ha⁻¹ comparado con el testigo regional a base de sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en dosis de 2.0 l ha⁻¹ y un testigo sin aplicación. A todos los tratamientos se le agregó un producto a base de ácidos carboxílicos de nombre comercial Carfulmin para potencializar el efecto de los tratamientos con herbicidas. Para el método de control cultural, se utilizaron dos tipos de coberturas; una a base de acolchado de plástico color plata y el otro a base de gavilla de trigo con un espesor de 15 cm. Para la evaluación de la eficacia de los tratamientos, se identificaron y cuantificaron las especies de maleza presentes antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente se determinó de manera visual, el porcentaje de control en cada unidad experimental; para lo cual, se realizó un muestreo a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (dda). Con los datos se realizó un análisis de varianza y su respectiva comparación de medias por el método Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de control del complejo de maleza con los herbicidas orgánicos se presentan en el Cuadro 1, donde siete días después de la aplicación, la eficacia varió entre 67.5, 86.3 y 81.3 por ciento de control, respectivamente con las diferentes dosis evaluadas con el herbicida orgánico 1 (SN) (1.0, 1.5 y 2.0 Lha⁻¹). En el caso del herbicida orgánico 2 (HT), se registró una eficacia con respecto a las dosis de 63.8, 65 y 66.3 por ciento de control; donde el testigo regional, registró 86.3 por ciento de control en esta fecha de observación. Los resultados del análisis estadístico muestran que sólo las dosis media y alta del herbicida orgánico 1 (SN), no registraron diferencias significativas con el testigo regional, indicando un efecto sobre la maleza considerado como un control medio (EWRS); lo que indica que en esta fecha de observación sólo con 1.5 y 2.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1, se consiguió un control similar al del testigo regional.

Para la evaluación realizada 14 dda, los resultados muestran controles de 90 y 93.8 por ciento con la dosis media y alta del herbicida orgánico 1 (SN) respectivamente y el control fue de 92.5 por ciento con el testigo regional. El resto de los tratamientos sólo controlaron un 76.3 por ciento las poblaciones de maleza en esta fecha de observación (control regular). Lo anterior indica que se requiere de cuando menos 1.5 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 para un efecto sobre maleza considerado como suficiente en la práctica en esta fecha de observación.

En la evaluación efectuada 21 dda, los controles de la dosis media y alta del herbicida orgánico 1 (SN) se redujeron a 81.3 y 88.8 por ciento respectivamente; donde sólo la dosis media de este producto (1.5 Lha⁻¹) no presentó diferencias significativas con respecto al testigo regional, que controló en un 91.3 por ciento la población de maleza tratada. Estos resultados siguen indicando que con 1.5 Lha⁻¹ de este herbicida, el control

de maleza se considera suficiente en la práctica y es similar al del testigo regional, bajo las condiciones particulares en las que se desarrolló el presente ensayo.

Cuadro 1. Porcentaje de control de maleza como resultado de los tratamientos con herbicidas postemergentes orgánicos no selectivos en Toronja. Valle del Yaqui, Sonora, México. Ciclo agrícola Verano- Otoño 2021.

N° y descripción de tratamiento	Porcentaje de control de maleza			
	7	14	21	28 Dda
1. Herbicida orgánico 1 (SN) 2.0 Lha ⁻¹	81.3 a	93.8 a	81.3 bc	90.0 ab
2. Herbicida orgánico 1 (SN) 1.5 Lha ⁻¹	86.3 a	90.0 a	88.8 ab	91.3 ab
3. Herbicida orgánico 1 (SN) 1.0 Lha ⁻¹	67.5 b	76.3 b	92.9 76.3 c	88.8 ab
4. Herbicida orgánico 2 (HT) 2.0 Lha ⁻¹	66.3 b	76.3 b	76.3 c	90.0 ab
5. Herbicida orgánico 2 (HT) 1.5 Lha ⁻¹	65.0 b	76.3 b	76.3 c	85.0 b
6. Herbicida orgánico 2 (HT) 1.0 Lha ⁻¹	63.8 b	76.3 b	76.3 c	86.3 b
7. Testigo regional*	86.3 a	92.5 a	91.3 a	97.5 a
8. Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 c
CV=	8.77%	3.70%	4.84%	5.07%
DMS P<0.05	13.254	6.143	8.017	9.333

MC= Material Comercial; Se agregó Carfulmin; *Testigo Regional: 2.0 Lha⁻¹ de sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina.

Los resultados muestran que 28 dda, los controles de las diferentes dosis del herbicida orgánico 1 (1.0, 1.5 y 2.0 Lha⁻¹) controlan 88.8, 91.3 y 90 por ciento respectivamente las poblaciones de maleza y que sólo la dosis alta del herbicida orgánico 2 (HT) consigue controlar en un 90 por ciento la maleza en ésta fecha de observación; los resultados del análisis estadístico muestran que no existen diferencias significativas entre éstos cuatro tratamientos y el testigo regional que presentó en esta fecha de observación 97.5 por ciento de control. Los tratamientos con la dosis media y baja del herbicida orgánico 2 (HT), presentaron finalmente 86.3 y 85 por ciento de control (control medio). Lo anterior indica que se requiere de cuando menos 1.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 (SN) y de la dosis alta (2.0 Lha⁻¹) del herbicida orgánico 2 (HT), para un control suficiente en la práctica como alternativa al testigo regional 28dda, aunque este último se considera con muy buen control.

En lo que concierne al control cultural de maleza, en el Cuadro 2 se presentan los resultados, donde se aprecia un 100 por ciento de control tanto con la cobertera de acolchado de plástico color plata, como con la gavilla de trigo desde los 7 hasta los 28 días de su establecimiento; en el caso de testigo regional, este registra 86 por ciento de control en la evaluación realizada 7 dda (control medio), el cual con el tiempo registra un incremento a 93 por ciento 14 dda (buen control), reduciéndose a 91 por ciento a los 21

dda (suficiente en la práctica) y alcanzando hasta 98 por ciento de control (buen control) del complejo de maleza en la última fecha de observación (28dda). Lo anterior indica que cualquiera de las coberteras, mantienen un control absoluto (muerte completa) de las poblaciones del complejo de maleza entre los 7 y 28 dda; sin embargo, el testigo regional mostró un buen control del complejo de maleza en la mayoría de las etapas de evaluación de los tratamientos.

Cuadro 2. Porcentaje de control de maleza como resultado de los tratamientos con coberteras en Toronja. Valle del Yaqui, Sonora, México. Ciclo agrícola Verano- Otoño 2021.

N° y descripción de tratamiento	Porcentaje de control de maleza			
	7	14	21	28 dda
1.Cobertera plástico*	100 a	100 a	100 a	100 a
2.Cobertera paja de trigo**	100 a	100 a	100 a	100 a
3.Testigo regional***	86 b	93 b	91 b	98 b
4. Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
CV=	7.75%	1.72%	1.73%	2.82%
DMS P<0.05	11.637	2.624	2.624	4.285

*Acolchado de plástico color plata; **Cobertera muerta 15 cm grosor; ***Testigo Regional: Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (2.0 Lha⁻¹); al testigo regional se le agregó ácidos carboxílicos (Carfulmin).

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- Siete días después de aplicados los tratamientos, sólo las dosis media y alta del herbicida orgánico 1 (86.3 y 81.3%), fueron similares al testigo regional (86.3%), indicando un efecto sobre la maleza considerado como un control medio; por lo que sólo se requiere de 1.5 Lha⁻¹ de este herbicida, para controlar como el testigo regional.
- Se requiere de cuando menos 1.5 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 para un efecto sobre maleza considerado como suficiente en la práctica a los 14 días (90%), de manera similar al testigo regional (92.5%).
- Para los 21 días de la aplicación, se sigue requiriendo de 1.5 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 para un control de maleza suficiente en la práctica (88.3%); comportándose de manera similar al testigo regional (91.3).
- Finalmente, se requirieron de 1.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 1 y de 2.0 Lha⁻¹ del herbicida orgánico 2, para un control suficiente en la práctica (90%) como alternativa al testigo regional, aunque este último registró muy buen control (97.5%) 28 días después.
- En el control cultural, con cualquiera de las coberteras se mantuvo un control absoluto de maleza desde los siete a 28 días (100%); asimismo, el testigo regional

mostró un buen control del complejo de maleza en la mayoría de las etapas de evaluación (92.5 a 97.5%).

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA, C., PEDRAZA, V., SAAVEDRA, M., CASTILLA, A., PEREA, F. (2017). Evaluación de la eficacia y fitotoxicidad de herbicidas de post-emergencia en habas. Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Pamplona-Iruña, 2017. 309
- CELIS A; MENDOZA C; PACHON M; CARDONA J; DELGADOS W; CUCA L. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Agronomía Colombiana 26: 97-106
- DIAZ-RAMÍREZ A. (2015). Potencial de manejo post-emergente de malezas con alternativas de extractos vegetales. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 19-20.
- GÓMEZ, C. A. 2016. Malezas en plantaciones cítricas: Características y métodos de control. Argentina. <https://inta.gob.ar/documentos/malezas-en-plantaciones-citricas-caracteristicas-y-metodos-de-control>
- KHAN I Y ISHFAQ M. (2015). Técnicas ecológicas de control de malezas (extracto alelopático) en el cultivo de trigo Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6: 1307-1316
- TAMAYO-ESQUER L. M. Y P. FIGUEROA LÓPEZ 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México

Summary: Improper integrated weed management can reduce a crop's yield by 30 percent; depending on the incidence of weeds and the stage of its competence, the damages may be minor or even severe. The study was carried out on the land of a cooperating farmer, who has a citrus orchard located in the 1900 block of the Yaqui Valley, Sonora. The aim of the trial is to determine the efficacy of the treatments on weed control. The results show that seven days after the treatments were applied, only the medium and high doses of organic herbicide 1 (86.3 and 81.3%) equaled the regional control (86.3%), with a medium control. 1.5 Lha-1 of organic herbicide 1 was required for sufficient weed control in practice at 14 days (90%), similar to the regional control (92.5%). For 21 days, 1.5 Lha-1 of organic herbicide 1 is still required for sufficient control in practice (88.3%), similar to the regional control (91.3). Finally, 1.0 Lha-1 of organic herbicide 1 and 2.0 Lha-1 of organic herbicide 2 were required, for sufficient control in practice (90%) as an alternative to the regional control, which registered very good control (97.5%) 28 days after the application. In the cultural control, the coverts maintained absolute weed control from 7 to 28 days (100%); likewise, the regional control showed good control in most of the evaluation stages (92.5 to 97.5%).

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Keywords: Weeds, Herbicides, Coverts, Efficacy, Citrus.

VALIDACIÓN DE HERBICIDAS Y PRÁCTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE MALEZA EN DRENES EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, Marroquín-Morales José Ángel², Parra-Cota Fannie Isela¹, Armenta-Castro Cesar Martín,¹ y Jesús Roberto León Martínez ¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx

Resumen: En el sur de Sonora, el tule es considerada como una mala hierba de importancia, ya que infesta los canales y drenes, limitando el uso y manejo del agua; lo que hace necesario el uso de maquinaria como dragas, para la limpieza de la infraestructura hidroagrícola, requiriéndose de varios pasos de maquinaria al año para mantener libre el flujo de agua por los drenes. Existe la necesidad de validar y transferir tecnología que incluya herbicidas alternativos para reemplazar herbicidas en vías de restricción, con productos eficientes y económicos, sin afectar las aguas que pueden ser utilizadas para los cultivos de interés; que incluya herbicidas sintéticos no selectivos para integrar con otras prácticas de control, que permita evitar que los cultivos se vean afectados en su rendimiento y calidad. Lo que coincide con el objetivo del presente ensayo que contempla validar alternativas al uso de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina para el control de maleza en México, para reducir los niveles de infestación, costos de producción, contaminación, entre otros. Este estudio se estableció en un dren ubicado en el Block 915 del valle del Yaqui, Sonora, México, 27° 21' 02" N y 110° 10' 21" W; el cual presentaba una infestación de total de tule de con 100 por ciento de cobertura. Durante el ciclo de verano de 2021, se procedió a desvarar para esperar su rebrote y realizar la aplicación sobre población de tule nueva; donde se evaluaron dosis comercial y duplicada de Picloram + 2,4-D, comparada con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en dosis comercial y duplicada, utilizando en todos los tratamientos un producto potencializador a base de ácidos carboxílicos, agregándose 1.0 litros por cada 1000 litros de agua. Además, se dejó un testigo sin aplicación que quedó enhierbado durante la evaluación de los tratamientos. Para la validación de los tratamientos, se cuantificó la densidad de población de tule fue de 180 a 280,000 plantas por hectárea en uno de los drenes principales del valle del Yaqui, Sonora, México. Los resultados muestran que sólo se requiere de la dosis comercial de picloram + 2,4-D y del testigo regional, para obtener un buen control de las poblaciones de tule siete días después de la aplicación; aunque las dosis duplicadas, presentaron muy buen control de la misma. Con las dosis comerciales de ambos productos, se consigue muy buen control de las poblaciones de tule 14 días después de la aplicación.

Palabras claves: Integración, Control, Herbicidas, hidroagrícola.

INTRODUCCIÓN

Typha latifolia L., comúnmente conocida como totora, espadaña, junco, bayón, tule o bayuco; pertenece a la familia de las Typhaceae (UNAM, 2010), son plantas cosmopolitas en áreas templadas subtropicales y tropicales del hemisferio norte, se distribuyen desde niveles el nivel del mar hasta los 4000 msnm (SMITH, 2009). El tule se ha utilizado en la preservación de hábitats y en la restauración de humedales. Sin embargo, el uso de esta planta en sistemas acuáticos preservados puede favorecer la invasión de canales, reservorios, campos de cultivos, etc. La planta puede producir efectos nocivos en lagos con fines de recreación, reducir la biodiversidad y desplazar especies deseables en ciertos hábitats, ya que pueden alcanzar una densidad de 300 y hasta 400 plantas por metro cuadrado (SMITH, 2009; TEJEDA, 2010; FORCADA, 2011).

En el sur de Sonora, el tule es considerada como una mala hierba de importancia, ya que infesta los canales y drenes, limitando el uso y manejo del agua; lo que hace necesario el uso de maquinaria como dragas, para la limpieza de la infraestructura hidroagrícola, requiriéndose de varios pasos de maquinaria al año para mantener libre el flujo de agua por los drenes del Distrito de Riego, a un costo elevado para su mantenimiento con el control cultural y químico, donde se usan herbicidas con posibilidades de establecer restricciones en su uso.

Para un buen control de sus poblaciones, se ha generado tecnología específica para su manejo integrado, que incluye el uso de la sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina en canales, bordos y drenes, este herbicida es ampliamente usado en aplicaciones dirigidas y semidirigidas. Se ha generado tecnología para su manejo integrado en la infraestructura hidroagrícola de la región; incluyéndose prácticas culturales, control biológico y químico; actualmente éste último método de control se ha basado en el uso de este herbicida no selectivo y con muy buena sistemicidad, pero que actualmente se encuentra en proceso de restricción (SEGOB, 2020).

Por lo que existe la necesidad de validar y transferir tecnología que incluya herbicidas alternativos para su reemplazo, que sean eficientes y económicos, para aplicar en drenes infestados sin afectar con residuos los cuerpos de agua en los sistemas de interés; para lo que se requiere validar tecnología que incluya herbicidas no selectivos para integrar con otras prácticas de control, que permitan evitar que los drenes se vean afectados en su conducción de aguas de riego residuales y la calidad de éstas. Para este propósito se propone la integración de las diferentes prácticas de control en el mantenimiento de la infraestructura agrícola. Lo anterior coincide con el objetivo del presente ensayo que contempla validar alternativas al uso de glifosato para el control de maleza en los drenes del sur de Sonora, México, para reducir los niveles de infestación, costos de producción, contaminación, entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en un dren ubicado en el Block 915 del valle del Yaqui, Sonora, México, 27° 21' 02" N y 110° 10' 21" W; el cual presentaba una infestación de total de tule de con 100 por ciento de cobertura. Durante el ciclo de verano de 2021, se procedió a desvarar para esperar su rebrote y realizar la aplicación sobre población de

tule nueva; donde se evaluaron dosis comercial y duplicada de Picloram + 2,4-D, comparada con el testigo regional a base de la sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina en dosis comercial y duplicada, utilizando en todos los tratamientos un producto potencializador a base de ácidos carboxílicos, agregándose 1.0 litros por cada 1000 litros de agua. Además, se dejó un testigo sin aplicación que quedó enhierbado durante la evaluación de los tratamientos. La parcela se estableció mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por franjas de 50 metros de largo para el testigo regional y de 40 metros de largo en los tratamientos con picloram + 2,4-D y el testigo sin aplicación de sólo 10 metros de largo aproximadamente; El área de muestreo consistió en un cuadro de 0.50 m² por cuatro repeticiones distribuidas aleatoriamente en la unidad experimental. Se realizó una sola aplicación por cada tratamiento, utilizándose una aspersora especializada montada en una camioneta y con una extensión para una silla donde se coloca la persona que maneja la pistola para la aspersión provisto de boquillas de cono lleno; la cual fue calibrada para determinar un volumen de agua por unidad experimental. A todos los tratamientos se le agrego un producto a base de ácidos carboxílicos de nombre comercial Carfulmin para potencializar el efecto de los tratamientos con herbicidas. Para la evaluación de la eficacia de los tratamientos, se cuantificó la población de la maleza antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente se determinó de manera visual, el porcentaje de control en cada unidad experimental; para lo cual, se realizó un muestreo a los 7 y 14 días después de la aplicación (dda), ya que en ésta última fecha de observación, pasó un equipo de dragado, limpiando el dren para el período de lluvias, con los datos se realizó un análisis de varianza y su respectiva comparación de medias con Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presenta la densidad de población y desarrollo del tule antes de la aplicación de los tratamientos; la densidad varió de 18 a 28 plantas por metro cuadrado, con un desarrollo que varió entre 48 a 87 centímetros de altura en promedio. Lo anterior indica una densidad por hectárea de 180 a 280,000 plantas en uno de los drenes principales del valle del Yaqui, Sonora, México.

Cuadro 1. Densidad de la población de tule *Typha latifolia* L. y desarrollo antes de la aplicación de los tratamientos en un dren del sur de Sonora, México. Verano 2021.

N° de Tratamiento	Población y desarrollo	
	Numero/m ²	Altura (cm)
1 Picloram + 2,4-D (1.0 Lha ⁻¹)	23	60
2 Picloram + 2,4-D (2.0 Lha ⁻¹)	25	72
3 Testigo regional* (2.0. Lha ⁻¹)	18	48
13 Testigo regional* (4.0 Lha ⁻¹)	28	87
14 Testigo sin aplicación	22	87

* Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina) (2.0 Lha⁻¹); todos los tratamientos con ácidos carboxílicos (Carfulmin).

Los resultados del control químico de tule con los herbicidas sintéticos aplicados en la postemergencia temprana durante el verano 2021 se presentan en el Cuadro 2, donde se puede apreciar que siete dda, para la dosis baja de picloram + 2,4-D (1 LHa^{-1}), se registra 97.5 por ciento de control y con la dosis duplicada (2 LHa^{-1}) el control registrado fue de 92.5 por ciento. Para el caso de la dosis normal del testigo regional (1 LHa^{-1}), se registró 97.5 por ciento de control y con la dosis duplicada 92.5 por ciento de control de las poblaciones de tule. El análisis estadístico muestra que no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos con herbicidas, lo que indica que sólo se requiere de la dosis baja de picloram + 2,4-D y del testigo regional, para obtener un buen control de las poblaciones de tule; aunque con las dosis duplicadas, los efectos sobre la maleza presentaron muy buen control de la misma.

Cuadro 2. Control químico de tule como resultado de los tratamientos aplicados en un dren del valle del Yaqui, Sonora de México. Ciclo verano 2021.

N° de Tratamiento	% control	
	7	14
1 Picloram + 2,4-D (1.0 Lha^{-1})	97.5 a	97.5 a
2 Picloram + 2,4-D (2.0 Lha^{-1})	92.5 a	97.5 a
3 Testigo regional* ($2.0. \text{ Lha}^{-1}$)	97.5 a	97.5 a
13 Testigo regional* (4.0 Lha^{-1})	92.5 a	97.5 a
14 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 b
DMS Tukey's $P < 0.05 =$		
	5.637	5.459

* Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina.

Para la evaluación realizada 14 dda, los resultados del control muestran para ambas dosis de picloram + 2,4-D un 97.5 por ciento de control; asimismo en el caso de ambas dosis del testigo regional, los resultados registraron 97.5 por ciento de control de las poblaciones de tule, bajo las condiciones en que se realizó el presente ensayo. Los resultados del análisis estadístico muestran que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con herbicida; lo cual indica que, con las dosis bajas de ambos productos, se consigue muy buen control de las poblaciones de tule.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se puede considerar lo siguiente:

- La densidad de población de tule fue de 180 a 280,000 plantas por hectárea en uno de los drenes principales del valle del Yaqui, Sonora, México.
- Sólo se requiere de la dosis de 1 LHa^{-1} de picloram + 2,4-D y del testigo regional, para obtener un buen control de las poblaciones de tule siete días después de la aplicación; aunque las dosis duplicadas, presentaron muy buen control de la misma.

- Con las dosis bajas de ambos productos, se consigue muy buen control de las poblaciones de tule 14 días después de la aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEMÁN, F. (2004). Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- FORCADA, N. 2010. Estudio de la implantación de piscinas ecológicas en las piscinas municipales de Cataluña. Universidad Politécnica de Cataluña
- MUNGUÍA-CAJIGAS, L. A., TAMAYO-ESQUER, L. M. y A. VEGA-VERDUGO 2014. Evaluación del ácaro agallador *Aceria malherbae* Nuzzaci sobre el control biológico de correhuela *Convolvulus arvensis* L. en el sur de Sonora, México. Memoria XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas de la UABC, Mexicali, México.
- RAMÍREZ J. (2019). Evaluación de la eficacia de glufosinato de amonio en sistemas de producción de soja, con alta presión de *Conyza* spp en estadios avanzados. Universidad Nacional de La Plata Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Buenos Aires. P. 25-26.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación). 2020. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020
- SMITH, G.S. "Typhaceae". 2009. En: Flora of North America Vol. 22. Oxford University Press. Online at: www.EFloras.org.
- TAMAYO ESQUER L. M. y P. FIGUEROA L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.
- TEJADA, J.C. 2010. Diseño de un humedal para la remoción de Cd, As y Cr con plantas de *Typha latifolia* (Espadaña). Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina, San Luis Potosí, México

Summary: In southern Sonora, tule is considered an important weed, since it infests canals and drains, limiting the use and management of water; This makes it necessary to use machinery such as dredgers to clean the hydro-agricultural infrastructure, requiring several steps of machinery per year to keep the flow of water through the drains free. There is a need to validate and transfer technology that includes alternative herbicides to replace restricted herbicides with efficient and economical products, without affecting the waters that can be used for the crops of interest; that includes non-selective synthetic herbicides to integrate with other control practices, to avoid that the crops are affected in their yield and quality. This coincides with the objective of this trial that contemplates validating alternatives to the use of the isopropylamine salt of N- (phosphonomethyl) glycine for weed control in Mexico, to reduce the levels of infestation, production costs, contamination, among others. This study was established in a drain located in Block 915 of the Yaqui Valley,

Sonora, Mexico, 27 ° 21 '02" N and 110 ° 10' 21 "W; which presented a total infestation of tula with 100 percent coverage. During the summer cycle of 2021, we proceeded to deworm to await its regrowth and to carry out the application on the new tula population; where commercial and duplicate doses of Picloram + 2,4-D were evaluated, compared with the regional control based on the isopropylamine salt of N-(phosphonomethyl) glycine in a commercial and duplicated dose, using a potentiating product based on of carboxylic acids, adding 1.0 liters per 1000 liters of water. In addition, a control was left without application that was left in grass during the evaluation of the treatments. For the validation of the treatments, the population density of tula was quantified was from 180 to 280,000 plants per hectare in one of the main drains of the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. The results show that only the commercial dose of picloram + 2,4-D and the regional control are required to obtain good control of tula populations seven days after application; although the duplicated doses presented very good control of the same. With the commercial doses of both products, very good control of tula populations is achieved 14 days after application.

Keywords: Integration, Control, Herbicides, hydro-agricultural.

EFICACIA DE PRACTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE CORREHUELA *Convolvulus arvensis* L. DURANTE EL PERIODO DE VERANO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

León-Martínez Jesús Roberto¹, Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, Marroquín-Morales José Ángel¹, Parra-Cota Fannie Isela¹, y César Martín Armenta-Castro,¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

leon_88_nba@hotmail.com

Resumen: El control cultural a lo largo de los años ha demostrado ser una herramienta fundamental para el manejo y combate de malezas, desde las primeras apariciones de estas con el desarrollo de las tecnologías agrícolas que van desde los utensilios manuales (Pala, azadón, guadañas, etc.) hasta las herramientas tecnológicas que conocemos ahora como por ejemplo el barbecho, rastras, arados, cultivadoras, etc. Este ensayo se realizó en el block 910 del Campo Experimental Norman E. Borlaug en el valle del Yaqui, Sonora, México. El objetivo del ensayo considera determinar la eficacia de las herramientas para el control cultural con las que cuentan los productores en el sur de Sonora para tener un control de maleza aceptable. Los resultados van demostrando uno después del otro la eficacia de la anterior herramienta utilizada, la evaluación de pre-trilla se realizó un día antes del proceso de trilla de maíz el 18/08/2021 en esta se observó que la correhuela ocupaba un 72.50 por ciento de cobertura de la superficie experimental, posteriormente en la fecha del 17/09/2021 se realizó la evaluación del proceso de trilla para en acto seguido realizar el barbecho en esta evaluación se observó que la superficie del terreno experimental contaba con un 71.25 % de cobertura, lo que implica que el proceso de trilla no genera un control en la maleza óptimo. La siguiente evaluación realizada el 16/09/2021 demuestra los resultados del proceso de barbecho los cuales fueron que redujeron a un 25 % la cobertura de correhuela; por último, el 16/10/2021 se realizó la evaluación del proceso de rastreo con los resultados siguientes, un 26.25 % de cobertura de correhuela en la superficie del campo.

Palabras clave: Maleza, azadón, guadaña, rastra, barbecho.

INTRODUCCIÓN

Podemos decir que un Sistema de Manejo Integrado de Malezas (MIM) enfoca el problema utilizando en forma compatible con la calidad ambiental, todas las técnicas adecuadas y conocimientos existentes para reducir una población de malezas a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se encuentren por debajo de un umbral, económico aceptable (BALDWIN y SANTELMAN *et al.*, 1980.)

Es erróneo pensar que el MIM constituye una idea revolucionaria para los sistemas de producción agropecuaria. Antes del descubrimiento de los herbicidas modernos, el productor agropecuario estaba forzado a un enfoque integrado para el control de las malezas simplemente por el hecho de que ninguna de sus tecnologías separadamente era suficiente para lograr el control deseado. Partiendo de los métodos más antiguos, todos de naturaleza no química, tales como: aradas, carpidas, rotaciones, empleo de semilla limpia, fuego, inundación, manejo de pastoreo, cultivos de limpieza, época de plantado, uso de variedades resistentes, etc., todos son métodos válidos hoy. En el control de malezas se puede decir que nunca se llegó a abandonar un método de combatirlas, simplemente se han agregado otros nuevos. El MIM viene a retomar así un concepto clásico en el que estamos de vuelta como si se cerrara un ciclo. Nos vemos obligados a revivirlo, ante el potencial descalabro ecológico que nos enfrenta el uso indiscriminado de productos químicos y la falta de solución al problema de las malezas que persiste.

En el futuro, será necesario tomar lo mucho de favorable que ofrece el control químico adaptándolo a los requerimientos de preservación ambiental y compatibilizarlo con las necesidades del productor. El método tradicional de control mecánico (manual) de malezas, requiere de gran número de jornales y de condiciones medioambientales favorables durante un periodo largo, para efectuarlos; este método de control impide que el agricultor siembre una mayor superficie. En consecuencia, es necesario adoptar un sistema de control de malezas eficiente y oportuno para elevar y mejorar las producciones y por consiguiente obtener una mayor ganancia (CÁRDENAS et al 1987). En superficies de siembra tan extensas como lo son las del valle del Yaqui y el norte del país en general, la utilización de sistemas de rastreos, barbechos o subsoleo de manera mecánica son esenciales para poder cubrir su superficie.

Hablando de la maleza a controlar podemos decir que actualmente, la correhuela perenne *Convolvulus arvensis* L. es considerada como la mala hierba más importante en el noroeste de México; reportándose infestadas más del 64 por ciento de las 220 mil hectáreas de terreno para la agricultura de riego en el valle del Yaqui, Sonora. En el Valle de Mexicali, Baja California, tan solo durante el ciclo 2014-2015 se registró una superficie de 90,878 hectáreas infestadas con esta especie, que es considerada una de las principales en cultivos de otoño-invierno. Niveles bajos de infestación, ocasionan hasta 40 por ciento de pérdidas en los principales cultivos (GÓMEZ et al., 2016). El objetivo del ensayo considera determinar la eficacia de las herramientas para el control cultural con las que cuentan los productores en el sur de Sonora para tener un control de maleza aceptable.

MATERIALES Y METODOS

El presente ensayo se realizó en terrenos del Campo Experimental Dr. Norman E. Borlaug, localizado en el valle del Yaqui, sur de Sonora, México; en este trabajo se evaluaron tres diferentes procesos de controles mecánicos modernos, siendo el primero de ellos el proceso de trilla por medio de una trilladora John Deere chica con cabezal para maíz la cual se realizó el día 18 de agosto del 2021 en la cual se realizó previamente un conteo por cuadrantes en el terreno de 4.750 m² para estimar el porcentaje de cobertura de correhuela, posteriormente un día antes del proceso de barbecho el 17 de septiembre

del 2021 es decir un mes después aproximadamente se realizó el segundo conteo de cuadrante para estimar el control del proceso de trilla, posteriormente el 16 de octubre del 2021 prácticamente un mes después antes del paso de rastra se realizó el tercer conteo en cuadrante para evaluar la fase del barbecho y por último se evaluó el paso de rastra, Con los datos se realizó un análisis de varianza y su respectiva comparación de medias por el método Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del proceso mecánico de trilla con un 72.5% de cobertura antes del trillado y un 71.25 % después del trillado muestran un resultado que no resulta en un proceso óptimo o suficiente bueno en la práctica para el control de correhuela ya que esta especie en particular es de carácter rastreador, lo único que se consigue con este método es cortar las guías de correhuela enredadas en las plantas de maíces, reduciendo su tamaño, pero no eliminándolas.

Cuadro 1. Porcentaje de infestación de correhuela en predio como resultado de los procesos mecánicos de trillado, barbecho y rastreo. Valle del Yaqui, Sonora, México. Ciclo agrícola verano- otoño 2021.

CONTROL	Medias	n	E.E.		
BARBECHO	0	4	8.51	A	
1ER RASTREO	0	4	8.51	A	
PRE-RASTREO POST BARBECHO	25	4	8.51	A	
POST-1ER RASTREO PRE-2DO RASTREO	26.25	4	8.51	A	
PRE- BARBECHO POST TRILLA	71.25	4	8.51		B
PRE-TRILLA	72.5	4	8.51		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La fase de barbecho con 0% de cobertura una vez realizado el barbecho y un 25% de cobertura de correhuela un mes después de realizado el barbecho y con la diferenciación de tukey al 0.05 muestra que no hay diferencia significativa entre los primeros días del barbecho con su etapa final antes del rastreo demostrando así tener un control suficientemente bueno en la práctica.

El resultado del rastreo es muy parecido al del barbecho, una vez realizado el rastreo este tiene una cobertura de correhuela del 0 % y pasado un mes este tiene una cobertura 26.25 % no habiendo diferencia significativa entre los primeros días del rastreo y los últimos días de este antes del segundo rastreo.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones climáticas de la región y la temporada en la cual fue implementado el ensayo la cual fue la de lluvias

- Se puede destacar la importancia de los controles mecánicos, ya que se demuestra su eficiencia para el control de malezas en regiones donde las exenciones de tierra son demasiado grandes como para meter jornales a deshierbar de manera manual
- El control mecánico demostró tener un control suficientemente bueno en la práctica durante un mes de duración.
- Los resultados consideran hasta el primer rastreo, pero la idea es muy clara cuando no hay segundos cultivos en los terrenos y este queda abandonado 5 meses hasta la siguiente cosecha, es recomendable realizar el barbecho después de trillar y cada mes realizar los pasos de rastra necesarios hasta la llegada de la fertilización para iniciar con la nueva siembra para así mantener un control de maleza en el terreno sin necesidad de aplicar herbicidas químicos

BIBLIOGRAFÍA

- O. A. FERNANDEZ. (1982). manejo integrado de malezas planta daninha v (2): 69-79 Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida y Departamento de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.
- JULIO CÁRDENAS G. (1987). Manual no. 9 de control de malezas en papa. Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias Programa andino cooperativo en papa Ecuador.
- TAMAYO-ESQUER L. M.; P. FIGUEROA LÓPEZ. (2017). Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México

Summary: Cultural control over the years has proven to be a fundamental tool for the management and combat of weeds, from the first appearances of these with the development of agricultural technologies that range from manual tools (shovel, hoe, scythes, etc.) to the technological tools that we now know, such as fallow, harrows, plows, cultivators, etc. This test was carried out in block 910 of the Norman E. Borlaug Experimental Field in the Yaqui Valley, Sonora. The objective of the trial is to determine the effectiveness of the tools for cultural control available to producers in southern Sonora to achieve desirable weed control. The results show one after the other the effectiveness of the previous tool used, the pre-threshing evaluation was carried out one day before the corn threshing process on 08/18/2021 in which it was observed that the bindweed

occupied 72.50% of coverage of the experimental surface, later on the date of 09/17/2021 the evaluation of the threshing process was carried out to immediately carry out the fallow in this evaluation it was observed that the surface of the experimental land had 71.25% coverage , which implies that the threshing process does not generate optimal weed control. The following evaluation carried out on 09/16/2021 shows the results of the fallow process, which reduced the bindweed coverage to 25%, finally on 10/16/2021 the evaluation of the tracing process was carried out with the results following, a 26.25% bindweed coverage on the field surface.

Keywords: Weed, Hoe, Scythe, Harrow, Fallow

CRECIMIENTO DE GENOTIPOS DE MAÍZ HÍBRIDO (*Zea mays* L.) EN COMPETENCIA CON MALEZA

Valencia-Reyes, A.¹; Escalante-Estrada, J.A.S.¹; Aguilar-Carpio, C.²

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-
Texcoco.56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

²IDAGRO S de RL de CV, Carretera Yautepec-Tlayacapan S/N. 62545. Tlayacapan,
Morelos, México.

Resumen: El maíz es el cultivo más estudiado en México, por ser el alimento básico de los mexicanos, dentro de los factores que afectan su desarrollo y producción se encuentra la maleza, las cuales son especies vegetales que conviven con cultivos de importancia económica. Representan un problema severo en la agricultura, esto debido a que compiten con los cultivos por agua, nutrimentos, luz y espacio, además contribuye a la proliferación de plagas y enfermedades, es por esto que se debe tener un control y evitar su invasión. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la duración del periodo de competencia con maleza sobre el crecimiento de dos genotipos híbridos de maíz en los Valles Altos de México. Los tratamientos consistieron en sembrar los genotipos de maíz: HS2 y Promesa. Estos fueron expuestos a periodos de competencia con maleza (PCM) de 0, 30, 60 y 90 días de competencia (ddc) a partir de la emergencia. La densidad de población fue de 8.3 plantas m⁻² y la distancia entre surcos de 80 cm. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. Para evaluar el crecimiento del cultivo se midió altura (ALT), grosor del tallo (GT), número de hojas (NHO) y área foliar (AF), con este valor se calculó el índice de área foliar (IAF). A los 90 días después de la siembra se obtuvo la materia seca de la hoja (MSH), materia seca del tallo (MST) y la biomasa total. En Promesa se obtuvo un mayor número de hojas en un periodo libre de maleza (PCM 0). En cuanto al AF y al IAF los valores más altos fueron de 52.0 dm²/m² y 4.3 respectivamente, estos valores se obtuvieron con HS2 bajo un periodo libre de competencia con maleza (PCM 0). En cuanto a los genotipos no se observó diferencia significativa para las variables GT, NHO, MSH y MST. Dentro de las especies de malezas que se encontraron fueron: *Sicyos deppei* G. Don (chayotillo), *Malva parviflora* L., (malva), *Amaranthus hybridus* L. (quintonil), *Bromus catharticus* Vahl (bromo) y *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina) afectando el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Palabras clave: Área foliar, índice de área foliar, materia seca, biomasa total

INTRODUCCIÓN

México es considerado centro de origen y domesticación del maíz (KATO, 2005). La producción mundial de maíz es en promedio de 875 millones de toneladas (FAOSTAT, 2018). Los principales estados productores de maíz en México son; Sinaloa, Jalisco, Edo. de México y Michoacán (AGUILAR-CARPIO *et al.*, 2015). Su importancia radica en que no sólo se utiliza maíz para la nutrición de humanos y animales, sino también como materia prima en la industria de la transformación. Además, el maíz es el único cereal cuyos órganos pueden consumirse como alimento en distintas etapas de desarrollo de la planta (SALAZAR y GODÍNEZ, 2008).

Dentro de los factores que afectan el desarrollo y producción de los cultivos se encuentra la maleza, las cuales son especies vegetales que conviven con cultivos de importancia económica. Representan un problema severo en la agricultura, esto debido a que compiten con los cultivos por agua, nutrientes y espacio, además contribuye a la proliferación de plagas y enfermedades, es por esto que se debe tener un control y evitar su invasión (BLANCO y LEYVA, 2010). Cuando los cultivos en competencia con maleza se genera una respuesta competitiva o de tolerancia, la cual puede ser definida como la habilidad para soportar estrés sin experimentar reducciones sustanciales en el crecimiento y rendimiento (SÁNCHEZ-MENDOZA *et al.*, 2017). Se requieren más estudios para entender la relación maleza-cultivo. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la duración del periodo de competencia con maleza sobre el crecimiento de dos genotipos híbridos de maíz en los Valles Altos de México, así como observar las especies de malezas predominantes que se presentan en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció el 4 de junio de 2021 bajo condiciones de lluvia estacional, en un lote experimental del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México (19° 29' N, 98° 54' O), a una altitud de 2250 msnm. El clima es del tipo Cw que corresponde al templado (García, 2005).

Los tratamientos consistieron en sembrar los genotipos de maíz: HS2 y Promesa. Estos fueron expuestos a periodos de competencia con maleza (PCM) de 0, 30, 60 y 90 días de competencia (ddc) a partir de la emergencia, lo cual generó un total de ocho tratamientos. La densidad de población fue de 8.3 plantas m⁻² y la distancia entre surcos de 80 cm. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_k + \epsilon_i \beta_k + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

donde: Y_{ijk} , es la variable respuesta del i -ésimo nivel A (genotipo), en el i -ésimo nivel B (nivel de competencia con maleza) en el j -ésimo bloque. μ , es la media general verdadera. A_i , es el efecto del i -ésimo genotipo. β_k , es el efecto del k -ésimo repetición. $\epsilon_i \beta_k$ es el error del genotipo B_j , es el efecto del j -ésimo nivel de competencia con maleza. $(AB)_{ij}$, es el efecto de la interacción del i -ésimo genotipo, en la j -ésimo nivel de competencia con maleza. ϵ_{ijk} , es el error experimental.

La unidad experimental estuvo formada de cuatro surcos de 0.8 m de ancho x 4 m de longitud. Para evaluar las variables meteorológicas durante el desarrollo del estudio

se registró la temperatura máxima (T_{máx}) y mínima (T_{mín}) decenal y la suma de la evaporación (Ev, mm) y precipitación (PP, mm), datos proporcionados por la estación Agrometeorológica del Colegio de postgraduados. De la misma manera se hizo una evaluación de las variables fenológicas para lo cual se registró la ocurrencia de las fases fenológicas como: días a emergencia (E), floración (FL). El criterio utilizado para el registro fue presentado en RITCHIE y HANWAY (1982).

Además, para evaluar el crecimiento del cultivo se hicieron muestreos destructivos de dos plantas en la parcela útil de cada unidad experimental a los 15, 30, 60 y 90 días después de la emergencia. En cada uno de los muestreos se contabilizó la altura de la planta (ALT, cm) el grosor del tallo (GT, mm), número de hojas y área foliar (AF, dm⁻²) por medio de un integrador electrónico (LI-COR 3100), así como la materia de la hoja (MSH), materia del tallo (MST), biomasa total (BT, g⁻¹ pl⁻¹), para lo cual las muestras separadas por órganos (tallos y hojas) se colocaron en una estufa de circulación de aire forzado a 80° C hasta alcanzar peso constante.

Después de haber prescrito la duración del PCM, a las unidades experimentales se le controló la maleza de manera manual. No se registraron problemas severos de plagas o enfermedades durante el desarrollo del experimento.

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA), con el programa estadístico de SAS (Statistical Analysis System, Versión 9.0), la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología, condiciones climáticas

- **Fenología**

La ocurrencia de las fases fenológicas fue similar para los genotipos de maíz (Cuadro 1). En cuanto a la emergencia para el genotipo Promesa ocurrió a los 8 días después de la siembra (dds) y para HS2 ocurrió a los 10 dds. Por su parte, la floración (FL) de Promesa ocurrió a los 88 y de HS2 a los 90 dds. Dichas etapas fenológicas se ven afectadas por la temperatura, la cual modifica su duración. (FASSIO *et al.*, 1998).

Cuadro 1. Días a Emergencia (E), Floración (FL) en dos genotipos de maíz híbrido. Montecillo, Texcoco. 2021.

Genotipo	Emergencia	Floración
PROMESA	8	88
HS2	10	90

- **Temperatura**

La temperatura tiene un efecto importante sobre el crecimiento de los cultivos, ya que altas temperaturas aceleran el desarrollo y acortan las etapas fenológicas (PEDROL y CASTELLARÍN, 2009). En la Figura 1, se observa la media decenal de la temperatura máxima (T_{máx}) y la temperatura mínima (T_{mín}) durante el desarrollo del cultivo que fluctuó entre 22.9 °C y 28.0 °C, y entre 9.1 °C y 12.9 °C, respectivamente. La tasa de

desarrollo del maíz disminuye a 0 a medida que la temperatura aumenta de 34 a 44 ° C (Hernández y Soto, 2013), esto nos indica que las temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento no fueron limitantes para óptimo desarrollo del cultivo. Por otra parte, de emergencia a floración (FL) la Tmáx y Tmín promedio fueron de 24.1 °C y 11.3 °C. La floración es una etapa que se ve afectada por las altas temperatura (NORIEGA *et al.*, 2011). Sin embargo, los cultivares en este experimento no fueron afectados. Por su parte, AGUILAR (2016), encontró durante la etapa de siembra (S) a FL, la Tmáx y Tmín promedio fue de 31 y 8 °C. En Valles Altos la temperatura ambiental fue apropiada (medias de 18.5 a 22 °C) para el desarrollo del cultivo del maíz, lo cual favoreció que los grupos de poblaciones presentaran en promedio la mejor expresión en todas las variables (PECINA *et al.*, 2011).

• **Precipitación**

La precipitación total (PPT) acumulada durante la estación de crecimiento fue de 358 mm. De la PPT el 10% (37.1 mm) se presentó de la siembra a la emergencia 90% (321.1 mm) ocurrió de la emergencia a la etapa de floración. Los requerimientos hídricos del cultivo de maíz son variables en las diferentes etapas de su ciclo productivo, las necesidades se incrementan desde la emergencia hasta la floración y posterior a esta etapa los requerimientos disminuyen gradualmente hasta la madurez fisiológica (RIVETTI, 2006).

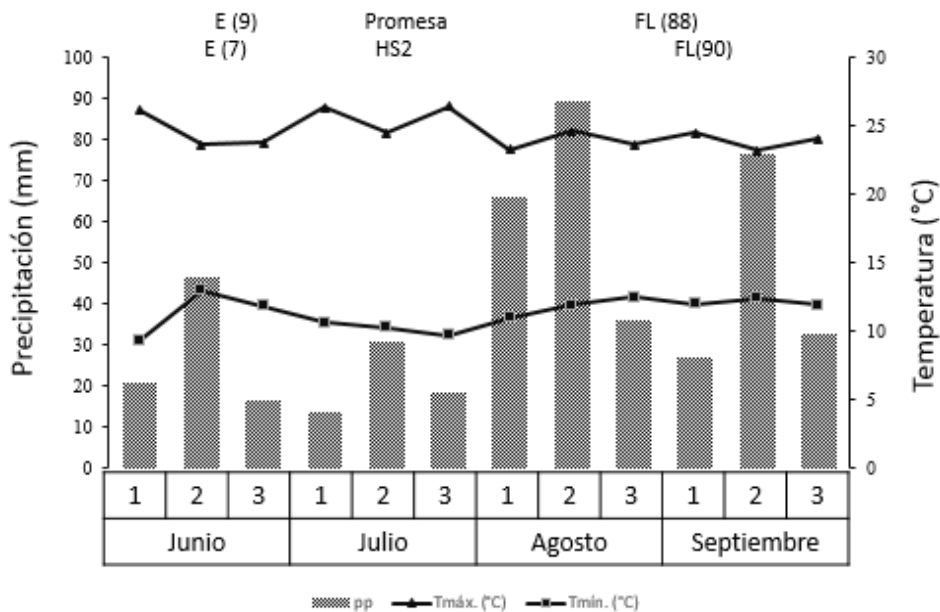


Figura 1. Medias decenales de la temperatura máxima (Tmáx, °C), mínima (Tmín, °C) y suma decenal de la precipitación, durante el ciclo del cultivo de los maíces Promesa y HS2. E = emergencia; FL = floración. Montecillo, Estado de México, 2021.

Área foliar, Índice de área foliar, número de hojas y materia seca

En el Cuadro 2, se puede observar que la mayor altura se obtuvo con plantas sometidas a 0 días de periodo de competencia con maleza (PCM) alcanzando una altura

de 230.8 cm. Por el contrario, las plantas sometidas a una presión constante de malezas (90 PCM) alcanzaron una altura de 185.3 cm.

Una situación similar ocurrió con el grosor del tallo, siendo las plantas que se desarrollaron en un PCM de 0 de mayor diámetro lo que se ve reflejado en mayor soporte de las plantas. Cuando se presenta una competencia con maleza, durante las fases vegetativas se reduce el crecimiento del tallo, el tamaño y número de hojas lo cual afecta el tamaño del dosel y por lo tanto la materia seca acumulada (WIJEWARDANA *et al.*, 2016).

Se observó una reducción del número de hojas a medida que aumentaron los días del periodo de competencia con maleza. Las variables que van correlacionadas con el número hojas son el AF y el IAF. La anterior situación se vio reflejada en el área foliar de las plantas bajo un PCM de 0 (52.0 dm²/m², a) fue estadísticamente superior a las plantas sometidas a un PCM de 90 (29.7 dm²/m², d).

En cuanto a la acumulación de materia seca se observa que las plantas libres de maleza (PCM 0) obtuvieron los mejores resultados MSH (49.2 g, a), MST (119.4 g, a) y una BT (168.6 g, a). Los resultados menos favorables fueron obtenidos con plantas sometidas a competencia con maleza.

Las hojas son los órganos responsables de la captación de energía solar, así como del intercambio de gases, es por eso que su tamaño determina la producción de biomasa, así como el rendimiento de grano (SÁNCHEZ-MENDOZA *et al.*, 2017). Con base a lo anterior, en el cuadro 2 se puede observar que el AF se ve afectada por la competencia con maleza, la mayor AF se obtuvo en las plantas que se encontraban libres de maleza (PCM 0) generando un AF de 52.0 dm²/m², destacando marcadamente del tratamiento que estuvo bajo estrés constante (PCM 90, 29.7 dm²/m², d), dicha situación puede tener un efecto negativo en el rendimiento.

Por otra parte, se puede observar que las plantas más altas fueron las del genotipo HS2 (211.6 cm, a), y obtuvo mayores resultados en cuanto a AF (42.2 dm²/planta, a), IAF (3.5, a) y BT (149.9 g⁻¹ pl⁻¹). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente diferentes en cuanto a los dos genotipos para las variables GT, NHO, MSH, MST y BT.

Cuadro 2. Análisis de varianza en genotipos de Maíz (*Zea mays* L.) en función al periodo de competencia con maleza. Montecillo, Estado de México. 2021.

TRAT	ALT (cm)	GT (mm)	AF (dm ² /planta)	IAF	NHO	MSH (g ⁻¹ pl ⁻¹)	MST (g ⁻¹ pl ⁻¹)	BT (g ⁻¹ pl ⁻¹)	
PCM	0	230.8 a	25.6 a	52.0 a	4.3 a	12.1 a	49.2 a	119.4 a	168.6 a
	30	223.8 b	25.5 b	47.3 b	3.9 b	10.4 b	45.1 b	116.9 a	162.0 b
	60	195.8 c	23.1 c	35.9 c	2.9 c	9.6 bc	37.4 c	105.3 b	142.7 c
	90	185.3 d	22.0 c	29.7 d	2.5 d	9.1 c	34.8 d	80.6 c	115.4 d
Tukey 5%	5.2	1.9	1.5	0.1	0.8	1.8	4.9	5.6	
G	PRO	206.2 b	24.3 a	40.2 b	3.3 b	10.4 a	40.9 a	103.4 a	144.4 b
	HS2	211.6 a	24.89 a	42.2 a	3.5 a	10.2 a	42.2 a	107.7 a	149.9 a
Tukey 5%	3.3	1.8	0.1	0.01	0.6	1.4	4.5	5.5	
Prob. F	PCM	**	**	**	**	**	**	**	**
	G	**	NS	**	**	NS	**	**	**
	PCM*G	**	NS	**	**	NS	NS	NS	NS

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Media general	208.9	24.6	41.2	3.4	10.3	41.6	105.5	147.2
CV (%)	1.8	5.6	2.6	2.7	5.1	3.1	3.2	2.7

*, **, *** Diferencias significativas $p > 0.05$, 0.01 y 0.001, respectivamente. NS= diferencias no significativas $p > 0.05$. PCM= periodo de competencia con maleza, G=genotipo; ALT= altura; GT= grosor del tallo; AF= área foliar, IAF= índice de área foliar, NHO= número de hojas, MSH= materia seca de hoja, MST= materia seca de tallo y BT= biomasa total. En columnas valores con letra similar son estadísticamente iguales.

En el cuadro 3 se observa que la interacción de los genotipos con el periodo de competencia con maleza generó cambios estadísticamente diferentes en la AF, IAF y por lo tanto en la BT y el IC, de esta manera el tratamiento que generó un mayor IAF fue HS2 bajo un sistema de 0 días de competencia con maleza (28.2 % IC), seguido del genotipo HS2.

En cuanto a la materia seca acumulada se observa que hubo una respuesta favorable en los tratamientos de ambos genotipos bajo un PCM de 0 y 30, esto indica que los genotipos tienen la capacidad de retomar favorablemente su crecimiento aún 30 días de estar sometidos a un estrés por malezas.

Cuadro 3. Altura de la planta (ALT), grosor del tallo (GT), área foliar (AF), IAF (índice de área foliar), número de hojas (HNO), materia seca de hoja (MSH), materia seca de tallo (MST) y biomasa total (BT) en genotipos de maíz (G) en función del periodo de competencia con malezas (PCM). Montecillo, Texcoco. 2021.

TRAT	GEN	PCM	ALT (cm)	GT (mm)	AF (dm ² /planta)	IAF	NHO	MSH (g ⁻¹ pl ⁻¹)	MST (g ⁻¹ pl ⁻¹)	BT (g ⁻¹ pl ⁻¹)
1	PRO	0	229.5 ab	27.3 a	50.8 b	4.2 b	12.3 a	48.3 a	118.4 a	166.7 a
2		30	222.5 b	24.5 bc	47.4 c	3.9 c	10.8 bc	45.0 b	115.9 ab	160.9 a
3		60	188.8 d	23.0 d	34.3 e	2.9 e	9.8 cd	36.9 c	102.7 c	139.6 b
4		90	184.0 d	22.3 d	28.5 f	2.4 f	9.0 d	33.7 d	76.7 d	110.4 d
5	HS2	0	232.0 a	28.0 a	53.3 a	4.4 a	12.0 a	50.1 a	120.4 a	170.5 a
6		30	225.0 ab	26.5 ab	47.2 c	3.9 c	10.0 c	45.3 b	117.8 a	163.1 a
7		60	202.8 c	23.3 cd	37.5 d	3.1 d	9.5 cd	37.8 c	107.9 bc	145.7 b
8		90	186.5 d	21.8 d	30.9 f	2.6 f	9.3 d	35.9 c	84.6 d	120.5 c
Media general			208.9	24.6	41.2	3.4	10.3	41.6	105.5	147.2
CV (%)			1.7	5.7	2.4	2.5	5.1	3.1	3.4	2.8
Prob. F			**	**	**	**	**	**	**	**
Tukey $\alpha=0.05$			8.4	3.3	2.4	0.2	1.6	3	8.4	9.7

*, **, *** Diferencias significativas $p > 0.05$, 0.01 y 0.001, respectivamente. NS= diferencias no significativas $p > 0.05$.

En cuanto a las malezas que se presentaron en el experimento obtuvimos que fueron 4 familias (Cucurbitaceae, Malvaceae, Amaranthaceae y Poaceae) y 5 especies predominantes; *Sicyos deppei* G. Don (chayotillo), *Malva parviflora* L., (malva), *Amaranthus hybridus* L. (quintonil), *Bromus catharticus* Vahl (bromo) y *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina), estas especies se encontraron en toda la superficie sembrada en mayor o menor cantidad.

CONCLUSIONES

El cultivo con período libre de maleza (PCM 0) presentó mayor altura, grosor del tallo y número de hojas. En cuanto al área foliar y al índice de área foliar, los valores más altos se obtuvieron con un PCM 0, que se reflejó en mayor acumulación de materia seca de hoja, del tallo y la biomasa total. En cuanto a los genotipos se observó que Promesa registró el mayor número de hojas en un PCM 0, esto debe ser atribuido a las características genotípicas. Sin embargo, HS2 fue el genotipo que registró los valores más altos para las variables de ALT, AF, IAF y BT. A pesar de haber sido sometido a un periodo de competencia con maleza de 30 días, (PCM 30) se observó resultados positivos para las variables ALT, GT, MST y BT, esto debido a una buena capacidad para reajustar su patrón de crecimiento después de un ligero estrés por maleza. La presencia de malezas influyó negativamente en el crecimiento del cultivo, las más predominantes fueron 5 especies: *Sicyos deppei* G. Don, *Malva parviflora* L., *Amaranthus hybridus* L., *Bromus catharticus* Vahl y *Eleusine indica* (L.) Gaertn.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo económico recibido para llevar a cabo este trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-CARPIO, C., ESCALANTE-ESTRADA, J. A. S., AGUILAR-MARISCAL, I., MEJÍA-CONTRERAS, J. A., CONDE-MARTÍNEZ, V. F.; TRINIDAD-SANTOS, A. (2015). Rendimiento y rentabilidad de maíz en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno, en clima cálido. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 18(2), 151-163.
- BLANCO, Y.; LEYVA, A. (2010). Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) precedido de un barbecho transitorio después de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos tropicales*, 31(2), 00-00.
- FAOSTAT. (2018). Producción mundial de maíz. Obtenido de la red: <http://faostat.fao.org>, 22/10/21.
- FASSIO A., CARRIQUIRY A. I., TOJO C.; ROMERO R. (1998). *Maíz: Aspectos Sobre Fenología*. Primera. ed. Unidad de difusión e información Tecnológica del INIA. Montevideo, Uruguay: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
- GARCÍA, E. (2005). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- HERNÁNDEZ, C. N.; SOTO C. F. (2013). Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 24-29.
- KATO, T. A. (2005). Cómo y dónde se originó el maíz. *Investigación y Ciencia* 347: 68-75.
- NORIEGA G., PRECIADO L. A., ORTIZ, R. E., ANDRIO E., TERRÓN I. E.; COVARRUBIAS P. J. (2011). Fenología, crecimiento y sincronía floral de los

- progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 2:4. 489.
- PECINA J., MARTÍNEZ A., CASTILLO M. MA. C, SANTILLÁN L. J. A.; GONZÁLEZ F. (2011). Rendimiento de Grano y Sus Componentes En Maíces Nativos de Tamaulipas Evaluados En Ambientes Contrastantes. Revista Fitotecnia Mexicana 34(2): 85–92.
- PEDROL, H. M.; J.M. CASTELLARÍN. (2009). Fechas de Siembra y Rendimientos de Maíz En Oliveros (Santa Fe), Campaña 2008/09. Para mejorar la producción 41: 41–49
- RITCHIE, S. W.; J. J. HANWAY. (1982). How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Special report No. 48. Ames, IA, USA.
- RIVETTI A. R. (2006). Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 38.2.
- SALAZAR, A. H. C.; G. M. M. GODÍNEZ. (2008). El Maíz y sus Usos Estratégicos In: de León C. and Montessoro R. R.s (eds.). El cultivo de maíz. Temas selectos. Editorial Colegio de Postgraduados. México. pp. 35-47.
- SÁNCHEZ-MENDOZA, S. M., ESCALANTE-ESTRADA, J. A. S.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, M. T. (2017). Área y ángulo foliar, coeficiente de extinción de luz y su relación con la biomasa y rendimiento en genotipos de maíz. Ciencias de la economía y agronomía. Handbook T-II. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México, 1-15.
- WIJEWARDANA C., HENRY W. B., GAO W.; REDDY K. R. (2016). Interactive effects on CO₂, drought, and ultraviolet-B radiation on maize growth and development. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 160, 198-209.

Summary: Growth of hybrid corn (zea mays l.)genotypes in competition with weed.Corn is the most studied crop in Mexico, as it is the staple food of Mexicans, among the factors that affect its development and production is weeds, which are plant species that coexist with crops of economic importance. They represent a severe problem in agriculture, this because they compete with crops for water, nutrients, light and space, it also contributes to the proliferation of pests and diseases, that is why they must be controlled and avoid their invasion. The objective of the work was to evaluate the effect of the duration of the period of competition with weeds on the growth of two hybrid maize genotypes in the High Valleys of Mexico. The treatments consisted of sowing the maize genotypes: HS2 and Promesa. These were exposed to periods of competition with weeds (PCM) of 0, 30, 60 and 90 days of competition (ddc) from the emergency. The population density was 8.3 plants m⁻² and the distance between rows was 80 cm. The experimental design was completely randomized blocks with arrangement in divided plots and four replications. To evaluate the growth of the crop, height (ALT), stem thickness (GT), number of leaves (NHO) and leaf area (AF) were measured, with this value the leaf area

index (IAF) was calculated. At 90 days after sowing, leaf dry matter (MSH), stem dry matter (MST) and total biomass were obtained. In Promesa, a greater number of leaves was obtained in a weed-free period (PCM 0). Regarding the AF and IAF, the highest values were 52.0 dm²/m² and 4.3 respectively, these values were obtained with HS2 under a period Free of competition with weeds (PCM 0). Regarding the genotypes, no significant difference was observed for the variables GT, NHO, MSH and MST. Among the weed species that were found were: *Sicyos deppei* G. Don (Chayotillo), *Malva parviflora* L., (Malva), *Amaranthus hybridus* L. (Quintonil), *Bromus catharticus* Vahl (Bromo) and *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Chicken leg) affecting the growth and development of the crop.
Keywords: Leaf area, leaf area index, dry matter, total biomass

EFFECTIVIDAD DE HERBICIDAS SINTÉTICOS Y NATURALES SOBRE CORREHUELA (*Convolvulus arvensis*)

E. Cortez-Mondaca¹, T. Medina-Cázares², M.A. López¹, R.H. Saucedo-Acosta¹, E. García-León¹, L. M. Tamayo Esquer³, G. Gutiérrez-Soto¹.

¹ Campo Experimental Valle del Fuerte, Km. 1609 Carretera Internacional México-Nogales, Juan José Ríos, Sinaloa, México, INIFAP-CEVAF. E-mail: cortez.edgardo@inifap.gob.mx; miguellopez@uas.edu.mx; saucedo.raul@inifap.gob.mx; garcia.elizabeth@inifap.gob.mx; guillegutierrez97@gmail.com

² Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 Carretera Celaya San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato, México, INIFAP-CEBAJ. E-mail: medina.tomas@inifap.gob.mx

³ Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug s/n Km. 12, Cd. Obregón, Sonora, México, INIFAP-CENEB. E-mail: tamayo.luis@inifap.gob.mx

Resumen: La correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) (Convolvulaceae) tiene alta habilidad competitiva con los cultivos agrícolas y puede ocasionar reducciones en la producción, por lo que es necesario tomar medidas de control adecuadas para evitar sus daños y diseminación a nuevas áreas. Sin embargo, por la prohibición de utilizar Glifosato a partir de 2024, existe la necesidad de validar y transferir los herbicidas para su reemplazo, que sean eficientes y económicos, para control de dicha maleza. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad de herbicidas sintéticos y naturales sobre correhuela en el norte de Sinaloa. El trabajo se llevó a cabo en el INIFAP, C. E. Valle del Fuerte, durante los meses de septiembre y octubre de 2021. En tierra en descanso, se evaluaron seis herbicidas sintéticos y cuatro naturales a la dosis máxima recomendada en la etiqueta, más el Testigo absoluto. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con seis muestreos por tratamiento y los datos fueron analizados con una transformación de raíz cuadrada + 1 y se realizó análisis de varianza con Tukey al 5%. Los mejores tratamientos fueron Paraquat, Glufosinato de amonio, y Sulfosato con 86.78 85.43%, y 69.23% de plantas secas de correhuela. Entre los herbicidas naturales el HO 2 HT con 47.5% de plantas secas fue el más sobresaliente.

Palabras clave: maleza principal, gloria de la mañana, control químico.

INTRODUCCIÓN

Algunas de las especies de maleza de hoja ancha asociadas a cultivos agrícolas en el norte de Sinaloa son: correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) (Convolvulaceae), quelite o bledo (*Amaranthus* spp.) (Amaranthaceae), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) (Portulacaceae), girasol (*Helianthus annuus* L.) (Asteraceae), malva oreja de ratón (*Sida*

hederacea L.) (Malvaceae), etc. Entre las especies de hoja angosta se pueden citar al zacate Johnson (*Sorghum halepense* Pers.) (Poaceae), zacate carricillo o gangrena (*Panicum reptans* L.) (Poaceae), zacate salado (*Leptochloa* spp.) (Poaceae), zacate grama (*Cynodon dactylon* L.) (Poaceae), coquillo (*Cyperus rotundus* L.) (Cyperaceae), entre otras (CESAVESIN-SAGARPA, 2014). Dentro de este grupo de malezas, destaca la correhuela, la cual es una planta perenne de hábito rastrero-trepador, tiene tallos de 1 a 3 m de largo, hojas deltoides y flores campanulares blancas y rosas. La principal característica de esta maleza es su sistema radical, que profundiza hasta 10 m en el suelo y posee raíces laterales y rizomas que producen nuevos brotes mediante los cuales se propaga rápidamente (ROSALES-ROBLES *et al.*, 2006). La alta habilidad competitiva de esta maleza puede ocasionar reducciones en la producción, por lo que es necesario tomar medidas de control adecuadas para evitar sus daños y diseminación a nuevas áreas. La aplicación de herbicidas sistémicos elimina tanto la parte aérea como el sistema radical de esta maleza; para un control eficiente se requiere aplicar los herbicidas cuando la correhuela se encuentra en desarrollo vegetativo, con guías de 20 a 30 cm (ROSALES-ROBLES *et al.*, 2006).

En México como en el resto del mundo, el uso de herbicidas es aceptado entre los productores del país, con excepción de aquellos bajo un régimen orgánico; su aceptación se debe a que facilita el control y combate contra especies vegetales no deseadas en el cultivo, denominadas malezas o malas hierbas. En las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), el uso de herbicidas ha aumentado, ya que en el 2012 el 61.7 % de las UPA utilizaron herbicidas y para el 2017 el 66.9% usó el control químico para el control de malezas, datos que muestran un aumento en el uso de herbicidas (CEDRSSA, 2020). Existen estudios que hablan de una larga persistencia en suelos. Se considera que la degradación inicial es más rápida que la degradación posterior de los residuos, resultando en larga persistencia. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) los herbicidas químicos también pueden entrar a ecosistemas acuáticos por aspersión accidental, derivas o escorrentía superficial (ARELLANO-AGUILAR *et al.*, 2017). Los herbicidas son tóxicos a algunos organismos benéficos como avispas, parasitoides y otros artrópodos depredadores. También afecta a artrópodos del suelo, importantes en su aireación y en la formación de humus; a algunos insectos acuáticos, de la misma manera afecta a mamíferos, roedores, peces, etc. Además que algunas malezas seleccionan resistencia a los herbicidas químicos (AKINSOROTAN *et al.*, 2019). Debido a la prohibición de utilizar Glifosato sal isopropilamina (GSI) a partir de 2024, existe la necesidad de validar y transferir tecnología que incluya herbicidas para su reemplazo, que sean eficientes y económicos, para aplicar en presembrado sin afectar con residuos la emergencia de los cultivos de interés; por lo mencionado se requiere generar y validar tecnología que incluya herbicidas no selectivos (químicos y naturales) para integrar con otras prácticas de control (cultural y biológico) y evitar que los cultivos se vean afectados en su rendimiento y calidad.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de herbicidas sintéticos y naturales sobre correhuela (*C. arvensis*) en el norte de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del INIFAP, Campo Experimental del Valle del Fuerte (CEVAF) en Juan José Ríos, Sinaloa, México. Del 14 de septiembre al 13 de octubre, de 2021. Se realizó la aplicación de seis herbicidas sintéticos y cuatro naturales, a la dosis máxima recomendada en la etiqueta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Herbicidas aplicados contra correhuela en tierra en descanso.

Ingrediente activo	Casa comercial	Dosis
Glifosato isopropilamina	Monsanto	6 l.ha ⁻¹
Paraquat	Syngenta	3 l.ha ⁻¹
Glufosinato de amonio	BASF	2 l.ha ⁻¹
Sulfosato	Syngenta	6 l.ha ⁻¹
Prosulfurón+Dicamba	Syngenta	500 g.ha ⁻¹
Prosulfurón	Syngenta	6 l.ha ⁻¹
HO 2 HT	BioTech	3 l.ha ⁻¹
HO 1 SN	Agro Planet	3 l.ha ⁻¹
HO 3 SB	Biosustenta	2 l.ha ⁻¹
HO 4 BC	Biomex	3 l.ha ⁻¹
Testigo solo agua		

Previo a la aplicación del herbicida fue realizada la calibración de una aspersora de mochila motorizada de 20 l de capacidad (ECHO®), después se realizó la aspersión de los herbicidas, en 6 surcos para cada tratamiento herbicida, de 50 m de largo, la distancia entre surcos fue de 0.8 m. Hubo una separación entre los tratamientos de dos surcos. La aspersión se realizó el 14 de septiembre del 2021.

Se realizaron cuatro muestreos a intervalos semanales, para determinar el efecto de los herbicidas en plantas de correhuela. En cada tratamiento se muestrearon seis sitios, con la ayuda de un cuadro de alambre con medidas de 50 cm x 50 cm (Figura 1). Estos mismos sitios fueron revisados en cada fecha de muestreo, para determinar las plantas de correhuela muertas en cada tratamiento y también la residualidad de los herbicidas. El testigo únicamente se asperjó con agua. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis muestreos por franja y los datos se analizaron con una transformación de raíz cuadrada + 1, y se realizó un análisis de varianza con Tukey al 5%.



Figura 1. Cuadro de alambre de medidas 50 cm x 50 cm usado para contabilizar las plantas de correhuela afectadas por los tratamientos aplicados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se presenta la comparación de medias de la variable porcentaje de plantas secas de correhuela por fecha de muestreo, después de la aplicación de los tratamientos. El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo para la primera fecha de muestreo (21 de sep) el Paraquat, Glufosinato de amonio y Sulfosato, con porcentaje de plantas secas arriba del 60%; el primero de ellos (Paraquat) se diferenció significativamente del resto de los tratamientos. En las siguientes fechas de muestreo el porcentaje de plantas secas ya no se incrementó, pero se mantuvo hasta el último muestreo, para GSI y Paraquat, incluso se observó recuperación de la maleza. En la segunda fecha de muestreo (28 de sep) el ANVA también mostró diferencia significativa entre tratamientos, sobresalió el HO 2 Ht con 47.5% de correhuela. En la tercera (7 de oct) y cuarta fecha de muestreo (13 de oct) no se apreció efecto en ninguno de los tratamientos evaluados. Cabe señalar que los herbicidas naturales u orgánicos no llegaron a secar del todo las plantas, sino más bien detuvieron el crecimiento. De acuerdo con la escala para evaluar el control de maleza propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) (URZÚA, 2001), los porcentajes de control obtenidos se consideran de regulares a pobres, ya que para que un herbicida pueda catalogarse con control aceptable debe de presentar valores por arriba del 85%, que sólo alcanzó el Paraquat y el Glufosinato de amonio. La aplicación de los tratamientos fue el 14 de septiembre y el 19 de septiembre llovió (Cuadro 3), esta puede ser una explicación de los bajos porcentajes de plantas seca observadas en el experimento; lluvias recurrentes que permitieron la recuperación de correhuela en todos los tratamientos, aunque en diferentes grados, el Sulfosato acumuló la menor cantidad de reinfestación, el HO 3 SB la mayor cantidad, y el Paraquat fue el segundo herbicida con más reinfestación (datos no mostrados).

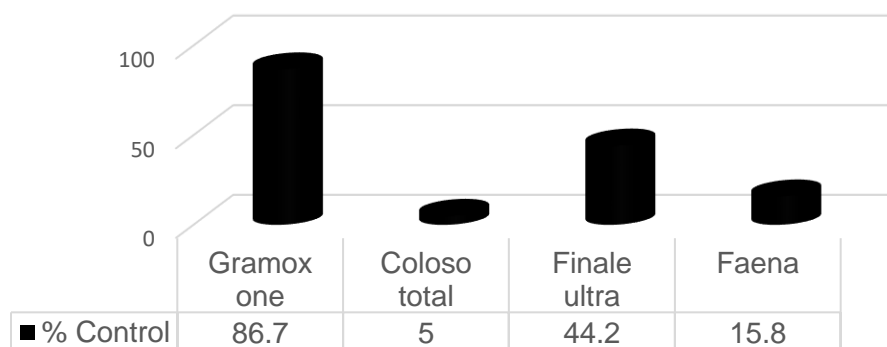
Tratamiento	Dosis ha ⁻¹	Porcentaje de planta seca			
		21-sep	28-sep	7-oct	13-oct
Glito sal ...	6.0 L	48.23 d	0.0 c	0.0 b	0.0
Paraquat	3.0 L	86.78 a	0.0 c	0.0 b	0.0
Glufosinato de ...	2.0 L	65.13 b	20.3 b	0.0 b	0.0
Sulfosato	6.0 L	62.05 c	7.18 c	0.0 b	0.0
Prosulfurón+Dicamba	500 g	0.0 e	31.9 b	12.21 a	0.0
Prosulfurón	6.0 L	0.0 e	0.0 c	0.0 b	0.0
HO 2 HT	3.0 L	0.0 e	47.5 a	0.0 b	0.0
HO 1 SN	3.0 L	0.0 e	16.13 c	0.0 b	0.0
HO 3 SB	2.0 L	0.0 e	8.33 c	0.0 b	0.0
HO 4 BC	3.0 L	0.0 e	0.71 c	0.0 b	0.0
Testigo sin aplicar	0.0 L	0.0 e	0.0 c	0.0 b	0.0

Cuadro 2. Porcentaje de planta seca de correhuela por fechas de muestreo. Letras iguales son estadísticamente iguales según Tukey.

Cuadro 3. Precipitación ocurrida en fechas posteriores a la aplicación de los Tratamientos.

Fecha	Precipitación (mm)
19-sep	12.0
20-sep	8.0
21-oct	36.0
12-oct	40.0
13-oct	41.0

Figura 2. Porcentaje de peso seco de corehuela cuatro días después de la aplicación de tratamientos. INIFAP-CEVAF, 17 sep 2021.



Cuatro días después de la aplicación de los tratamientos, antes de que ocurriera la primera lluvia (Cuadro 3), el Paraquat, Glito sal isopropilamina, Glufosinato de amonio y el Sulfosato mostraron plantas de correhuela afectadas (Fig. 2), incluso, los dos primero

de ellos mostraron el porcentaje total de su efecto pues el porcentaje de plantas secas ya no se incrementó; los dos restantes, después incrementaron el efecto en porcentaje de plantas secas. Glufosinato de amonio acumuló 85.43% y Sulfosato 69.23%, Prosulfurón+Dicamba 44.1%. El porcentaje de plantas secas del resto quedó así: Glito sal isopropilamina 48.2, Paraquat 86.7, Prosulfurón 0.0, HO 2 HT 47.5, HO 1 SN 16.1, HO 3 SB 8.3, HO 4 BC 0.7 (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

Los mejores tratamientos fueron Paraquat y Glufosinato de amonio con 86.78 y 85.43% de plantas secas de correhuela hasta el último muestreo. Entre los herbicidas naturales el HO 2 HT con 47.5% de plantas secas fue el más sobresaliente. Se sugiere repetir la evaluación de los tratamientos, adicionando adherentes en diferentes dosis, y en diferentes atapas de desarrollo de la correhuela, sobre todo con herbicidas orgánicos.

BIBLIOGRAFÍA

- AKINSOROTAN, A.; AJISODUN, A.; IZAH, S.; JIMOH, J. (2019). Acute Toxicity of Paraquat Dichloride on Fingerlings of *Oreochromis niloticus*. International Journal of Research Studies in Biosciences, 7 (1): 29-36.
- ARELLANO-AGUILAR, O.; BETANCOURT-LOZANO, M.; AGUILAR-ZÁRATE, G.; DE LEON-HILL, C. (2017). Agrochemical loading in drains and rivers and its connection with pollution in coastal lagoons of the Mexican Pacific. Environmental Monitoring and Assessment, 189 (6): 270-280.
- CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE Y LA SOBERANÍA ALIMENTARIA (CEDRSSA). (2020). Uso y regulación de los herbicidas en México. Boletín informativo. 43 pp.
- COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DEL ESTADO DE SINALOA (CESAVESIN)-SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). (2014). Campaña contra malezas reglamentadas. Boletín informativo. 28 pp.
- ROSALES-ROBLES, E.; SÁNCHEZ-DE LA CRUZ, R.; SALINAS-GARCÍA, J.; PECINA-QUINTERO, V.; LOERA-GALLARDO, J.; ESQUEDA-ESQUIVEL, V. (2006). Periodo crítico de competencia de la correhuela perenne (*Convolvulus arvensis* L.) en sorgo para grano. Revista Fitotecnia Mexicana, 29 (1): 47-53.
- URZÚA, S. F. (2001). Estudios de efectividad biológica con herbicidas. En: Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Bautista y Díaz: Editores. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 85-94.

Summary: the bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) (Convolvulaceae) has highly competitive ability with agricultural crops and can cause reductions in production, so it is necessary to take appropriate control measures to prevent its damage and spread to new areas. However, due to the prohibition of using Glyphosate salt isopropylamine from 2024, there is a

need to validate and transfer herbicides for its replacement, which are efficient and economical, to control this weed. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of synthetic and natural herbicides on bindweed in northern Sinaloa. The work was carried out at INIFAP, C. E. Valle del Fuerte, during the months of September and October 2021. On fallow land, six synthetic and four natural herbicides were evaluated at the maximum rate recommended on the label and untreated check. A completely randomized experimental design was used, with six samples per treatment and the data were analyzed with a square root + 1 transformation and analysis of variance was performed with Tukey at 5%. The best treatments were Paraquat, Glufosinate ammonium, and Sulfosate with 86.78 85.43%, and 69.23% of dry bindweed plants. Among the natural herbicides, HO 2 HT with 47.5% of dried plants was the best treatment.

ALTERNATIVAS DE PRESIEMBRA PARA EL CONTROL DE MALEZA EN SORGO EN GUANAJUATO

¹M. Hernández-Martínez, ¹T. Medina-Cázares*, ¹S. Montes-Hernández,
¹S.S. González-Figueroa.

¹Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-SMA km 6.5,
Celaya, Gto. México. E-mail: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

Resumen: El sorgo para grano en México, se usa para la elaboración de alimentos concentrados de uso pecuario. En 2019 se cultivaron 1.96 millones de hectáreas con una producción de 6.1 millones de toneladas (SAGARPA, 2019). Los estados más productores son Tamaulipas, Guanajuato y Sinaloa produce el 64%. En Guanajuato se siembran 164,000 hectáreas en 34 municipios y lo que limita la producción de sorgo es el control deficiente de malezas de hoja ancha y angosta provocando la competencia con el cultivo en los primeros 40 días, disminuyendo el rendimiento y la rentabilidad. El objetivo es explorar nuevas alternativas de control de maleza en el cultivo de sorgo, mediante el uso de herbicidas químicos y orgánicos para su posible recomendación, si son eficientes y rentables. Se aplicó 9 tratamientos que fueron 3 herbicidas orgánicos, 3 químicos y 3 testigos (enhierbado, control mecánico y manual). Los tratamientos que presentaron los mejores porcentajes de control (+90%) fueron control mecánico, control manual y control con Glifosato; con poco más del 75% de control, fueron Herbitech, Finale y Sec natural y arriba del 60% el Sec bios y Gramoxone; y por último el testigo enhierbado con 0% de control.

Palabras clave: Control orgánico, rentabilidad, manejo integrado.

INTRODUCCIÓN

El sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en México, se usa para la elaboración de alimentos concentrados para consumo pecuario. En 2019 se cultivaron 1.96 millones de hectáreas con una producción de 6.1 millones de toneladas (SAGARPA, 2019). Tamaulipas, Guanajuato y Sinaloa, son los estados que producen el 64% del total de grano de sorgo en el país. En Guanajuato se siembran 164,000 hectáreas en 34 municipios (SDAyR, 2019).

Un factor que limita la producción de sorgo en Guanajuato es el control deficiente de malezas de hoja ancha y angosta provocando la competencia con el cultivo principalmente en los primeros 40 días, provocando mermas importantes en el rendimiento, afectando la rentabilidad del productor. La maleza compite con el establecimiento del maíz y sorgo, por el agua, nutrimentos, luz, cubriendo al cultivo debido a un rápido crecimiento.

El objetivo: explorar nuevas alternativas de control químico de maleza en el cultivo de sorgo, mediante el uso de herbicidas químicos y orgánicos para su posible recomendación, si son eficientes y rentables.

En el Bajío se han detectado 66 especies diferentes de maleza (ARÉVALO, 1988), de las cuales 13 se presentan con mayor frecuencia (40 a 65%) como el chotol (*Tithonia tubaeformis*), quesillo (*Anoda cristata*), camalote (*Panicum halli*), quebraplató (*Ipomoea hederacea*), quelite bleado (*Amaranthus hybridus*), quelite cenizo (*Chenopodium album*) rosa amarilla (*Melampodium perfoliatum*), pasto rayado (*Echinochloa colona*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), aceitilla (*Bidens bipinata*), coquillo (*Cyperus esculentus*), lechosa (*Euphorbia dentada*), tomatillo (*Physalis pubescens*), golondrina (*Euphorbia albomarginata*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), zacate pegarropa (*Setaria adhaerens*), grama (*Cynodon dactylon*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), chicalote (*Argemone mexicana*), olotillo (*Acalypha ostryifolia*), trigo y cebada del cultivo anterior, principalmente.

En general en sorgo para el manejo de malezas se usa el control químico y el mecánico: 1) Control químico en sorgo, consiste en que generalmente se usan herbicidas pre-emergentes (Gesaprim Combi y Gesaprim Calibre 90) y herbicidas post-emergentes (2,4-D Amina y otros) (ROSALES, 2006). En caso de no tener un buen control o bien por no haber aplicado nada, el productor aplica Faena (Glifosato) en forma dirigida a la maleza de 2 a 3 veces, tratando de no afectar su cultivo (ROSALES, 2005, 2011). 2) Control mecánico consiste en que a los 15 días de nacido el cultivo, se da un cultivo de forma mecánica, auxiliado por deshierbe manual en la hilera del cultivo y si persiste la maleza se da otro cultivo a los siguientes 15 días auxiliando con deshierbe manual (ROSALES, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

En Campo Experimental Bajío, ubicado en Celaya, Gto., en el ciclo primavera-verano 2021 se estableció un lote de sorgo con la variedad BD 940, en el cual se están probando nuevas alternativas para el control de maleza, mediante el uso de nuevos herbicidas orgánicos comparando con los testigos: químicos tradicionales, deshierbes mecánicos y manuales.

La preparación del terreno consistió en dos rastras, nivelación, surcado, siembra, fertilización y riego de nacencia. Se fertilizó con la fórmula 220-40-00, aplicando la mitad de nitrógeno y todo el fosforo a la siembra y el resto a los 35 días. La densidad de siembra fue de 15 kg de semilla por hectárea. El 05-IX-2021 se llevó a cabo el riego de pre-siembra para que emergiera toda la maleza, la siembra del cultivo se realizó el 10-IX-2021.

La aplicación de los tratamientos de herbicidas fue en postemergencia a la maleza y preemergencia al cultivo; la aplicación se realizó el 15-IX-2021, con una aspersora de motor Robin RSO3, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm una de otra, con una presión de 40 PSI y un gasto de agua de 230 L ha⁻¹. La distribución de los tratamientos fue en arreglo en franjas de 6.0 m de ancho (ocho surcos) y 85.0 m de largo con 4 repeticiones o muestreos por franja.

Se realizaron dos evaluaciones: La 1ª al momento de la aplicación y la 2ª a los 15 días después de aplicación. En cada evaluación se registraron las siguientes variables: conteo de malezas con cuadrante de 25 cm x 50 cm, en un total de cuatro por franja y en la

segunda evaluación el porcentaje de control de malezas fue por estimación visual, utilizando la escala 0-100, donde 0= cero control y 100= muerte completa de la planta. Para La variable control de maleza expresada en porcentaje se analizó previa transformación de los datos a arcoseno. Para la comparación de medias de porcentajes de control de maleza se aplicó la prueba de diferencia significativa (D.S.H.).

Los tratamientos en fase experimental que se aplicaron al cultivo de sorgo se muestran en el Cuadro 1, donde se observa que se aplicaron herbicidas: 3 orgánicos, 3 químicos y los testigos (enhierbado, control mecánico y control manual).

Cuadro 1. Tratamientos alternativos y testigos aplicados al sorgo. Ciclo PV 2021, Lote 19; Campo Experimental Bajío.

No.	Tratamientos	Dosis ha ⁻¹
1	Testigo enhierbado	
2	Gramoxone	2.0 L
3	Sec Bios (herbicida orgánico)	2.0 L
4	Finale	2.0 L
5	Testigo control manual	No. de jornales
6	Sec Natural (herbicida orgánico)	15 mL/L de agua
7	Glifosato: Testigo regional	3.0 L
8	Herbitech (herbicida orgánico)	15 mL/L de agua
9	Testigo control mecánico	2 a los 15 y 30 días

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la cuantificación de maleza (especies y frecuencia) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos de herbicidas y testigos se muestran en el Cuadro 2. Se observa la presencia de dos especies de malezas de hoja angosta y cinco especies de maleza de hoja ancha. Se puede observar una población baja de malezas de hoja ancha y angosta en todo el lote experimental y en todos los tratamientos. Las poblaciones más altas que se observan son de zacate Johnson y rosa amarilla, aunque en todos los tratamientos herbicidas aplicados hay una disminución de población en el muestreo realizado a los 15 días, después de la aplicación esta no es suficiente para considerarse como un control aceptable a excepción de los tratamientos testigo limpio a mano, testigo limpio con control mecánico y glifosato.

Cuadro 2. Resultado de la cuantificación de maleza antes (a) y después (d) de la aplicación de herbicidas y en los testigos.

Nombre común	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
	a	d	a	d	a	d	a	D	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d
Johnson	10	2	72	8	8	20	12	20	10	0	38	6	22	4	10	38	8	0
Pegarropa	10	0	6	4	8	0	8	0	8	0	6	4	8	0	8	0	8	0
Q. bleado	6	0	6	2	8	0	8	0	8	0	6	2	10	4	6	2	8	0
Q. cenizo	10	0	8	0	8	0	8	0	10	0	10	0	6	2	8	0	10	0
R. amarilla	24	26	33	33	8	12	10	6	12	0	26	0	11	0	10	2	12	0

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Olotillo	10	2	6	8	8	2	6	0	6	0	8	0	8	2	8	0	8	0
Chicalote	16	10	6	0	12	0	8	8	8	0	10	0	8	0	8	0	8	0

T1= testigo enhierbado; T2= Gramoxone; T3= Sec Bios; T4= Finale; T5= Testigo manual; T6= Sec natural; T7= Glifosato; T8= Herbitech; T9= Testigo mecánico.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la separación de medias de la efectividad del control de maleza, a los 15 días después de aplicar los tratamientos, expresada en porcentaje de hoja ancha, hoja angosta y el promedio de ambas. El análisis de varianza presenta diferencia estadística entre tratamientos siendo los mejores los testigos control manual y control mecánico con 99.99% de control que son estadísticamente iguales, el testigo regional con 94.07% y 95.20% de control de hoja ancha y angosta, respectivamente, los cuales son estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

Cuadro 3. Comparación de medias de porcentajes de control de maleza en sorgo.

No.	Tratamiento	% Hoja ancha	% Hoja angosta	Promedio %
9	Control mecánico	99.99 a	99.99 a	99.9 a
5	Control manual	99.99 a	99.99 a	99.9 a
7	Glifosato	94.07 b	95.20 a	94.6 a
8	Herbitech	80.62 c	75.24 b	77.8 b
4	Finale	80.62 d	73.05 b	76.8 b
6	Sec natural	73.05 e	77.78 b	75.4 bc
3	Sec bios	75.24 e	65.21 c	70.2 c
2	Gramoxone	60.38 f	65.69 c	63.0 d
1	Testigo enhierbado	0.00 g	0.00 d	0.00 e
	D.S.H.	5.74	5.16	5.65
	C.V.	6.48	5.80	

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (DSH 5%).

Con base en el promedio de control de maleza, la aplicación de los tratamientos químicos, orgánicos y los testigos, los conteos y frecuencia de maleza (antes y después de la aplicación), los tratamientos que presentaron los mejores porcentajes de control (+90%) fueron control mecánico, control manual y control con Glifosato. En las evaluaciones no se presentan controles arriba de 85% que es el mínimo requerido por la EWRS para catalogarse como un control aceptable. Está en proceso el análisis de rentabilidad económica para comparar costos.

CONCLUSIONES

- Los tratamientos con mayor porcentaje promedio de control de maleza al 90% fueron control mecánico, control manual y control con glifosato.
- Los tratamientos con más del 75% de control promedio de maleza fueron Herbitech, Finale y Sec Natural y con más del 60% los tratamientos Sec Bios y Gramoxone y, por último, el testigo enhierbado con 0% de control.

BIBLIOGRAFIA

- ARÉVALO VALENZUELA, ALFREDO. 1988. Control químico de maleza en sorgo en el Bajío. Campo Experimental Bajío. Folleto para productores no. 13, 18p.
- ROSALES R., E.; MEDINA C., T.; CONTRERAS DE LA C., E.; TAMAYO ESQUER, L. M.; V. ESQUEDA E. 2002. Manejo de maleza en maíz, sorgo y trigo bajo labranza de conservación. Folleto Técnico N° 24. INIFAP. México. 81p.
- ROSALES ROBLES, ENRIQUE. 2004. Manejo integrado de maleza en sorgo en el noreste de México. Folleto Técnico Núm. 28, Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, en Río Bravo, Tam. 38p.
- ROSALES, E., R. SÁNCHEZ; J. SALINAS. 2005. Período crítico de competencia del polocote *Helianthus annuus* L. en sorgo para grano. Agrocencia 39:205-210.
- ROSALES ROBLES, E.; M. DE LA GARZA, C. 2006. Control químico de maleza en sorgo. Folleto para productores no.14, Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, en Río Bravo, Tam. 28p.
- ROSALES R. E., R. SÁNCHEZ C.; P. A. CERDA G. 2011. Control químico de maleza en sorgo para grano. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34 (4):269-275.
- SAGARPA. 2019. Estadísticas de la producción agrícola. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria. Secretaría de Agricultura. 186p.

Summary: PRE-SEED ALTERNATIVES FOR WEED CONTROL IN SORGHUM IN GUANAJUATO. Sorghum for grain in Mexico is used to make concentrated feed for livestock use. In 2019, 1.96 million hectares were cultivated with a production of 6.1 million tons (SAGARPA, 2019). The most producing states are Tamaulipas, Guanajuato and Sinaloa produce 64%. In Guanajuato 164,000 hectares are planted in 34 municipalities and what limits sorghum production is the deficient control of broad and narrow leaf weeds, causing competition with the crop in the first 40 days, reducing yield and profitability. The objective is to explore new alternatives for weed control in the cultivation of sorghum, through the use of chemical and organic herbicides for their possible recommendation, if they are efficient and profitable. 9 treatments were applied which were 3 organic herbicides, 3 chemicals and 3 controls (weeding, mechanical and manual control). The treatments that presented the control percentages (+ 90%) were mechanical control, manual control and control with Glyphosate; with little more than 75% were Herbitech, Finale and Natural Sec and above 60% were Sec bios and Gramoxone; and finally, the witness in grass with 0%.

Key words: Organic control, profitability, integrated management

CONTROL DE MALEZA EN PREMERGENCIA EN GIRASOL EN GUANAJUATO

M. Hernández M¹. y T. Medina C¹.

¹Campo Experimental Bajío, INIFAP; Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato. E-mail: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

Resumen: En Guanajuato existe un potencial adecuado para la siembra de girasol tanto de riego como bajo condiciones de temporal con precipitaciones de 400 a 550mm y la altitud de 1500 a 1959 m, adecuada para obtener entre un 38 a 46% de aceite en el grano. En Guanajuato a partir de 2015 se está impulsando la siembra de girasol alto oleico y en 2019 se sembró 1,200 hectáreas. Sin embargo, no existe un herbicida específico para el cultivo, por lo tanto, hay fuerte reducción del rendimiento y rentabilidad. El objetivo fue probar el herbicida Premerlin 600 CE de premergenencia en riego para el control de maleza. Se aplicó el herbicida en la dosis que se recomienda 2.0 L/ha de forma comercial, en premergenencia posterior a la siembra y posterior el riego. Los resultados Mostraron un control arriba del 90% de la maleza, durante los primeros 35 días y enseguida se recomienda un cultivo mecánico que va asociado a la segunda fertilización, protegiendo hasta la cosecha mecánica.

Palabras clave: Control químico, rentabilidad, control eficiente.

INTRODUCCIÓN

En México el girasol representa una alternativa viable en áreas con precipitaciones de 400 mm y además posee una mayor tolerancia a la sequía y a heladas. En Guanajuato existe un potencial adecuado para la siembra de girasol bajo condiciones de temporal con precipitaciones de 400 a 550 mm y la altitud (1400 a 1990 m), con un potencial de rendimiento de 2 a 3 t/ha y para obtener entre un 38 a 46% de aceite en el grano. Bajo condiciones de riego el potencial con 3 riegos es de 3 a 3.5 t/ha.

Los esfuerzos por implementar la siembra de girasol en Guanajuato se iniciaron desde el 2010 a la fecha con promocionar a través de parcelas demostrativas con variedades linoleicas (Madero 91, Victoria 86) y a partir del 2013 se inició la siembra de agricultura por contrato son dos PEPSICO-Syngenta, AK de Jalisco, las cuales promueven la siembra de girasol oleico en Guanajuato, que en el ciclo primavera-verano de 2018, se sembraron alrededor de 1,200 ha, apoyando la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural del Guanajuato, con asistencia técnica, seguro agrícola y apoyo a la agricultura por contrato (SAGARPA, 2019).

Un factor que limita la producción de girasol en Guanajuato es que no hay en el mercado comercial, herbicidas específicos para ser aplicados al cultivo de girasol, por lo que el control es 2 escardas mecánicas a los 15 y 35 días auxiliado por 2 deshierbes manuales en la hilera del cultivo. La falta de control de maleza provoca la competencia con el cultivo principalmente en los primeros 40 días y reducciones en el rendimiento que obtiene el productor, ya que la maleza compite con el establecimiento del girasol, por el

agua, nutrimentos, luz, cubriendo al cultivo debido a un rápido crecimiento (ROSALES, 2012).

En el Bajío se han detectado en el ciclo primavera - verano, 66 especies diferentes de maleza (ARÉVALO, 1988), algunas de las cuales se presentan con mayor frecuencia (40 a 65%) como el chotol (*Tithonia tubaeformis*), quesillo (*Anoda cristata*), camalote (*Panicum halli*), quebraplato (*Ipomoea hederacea*), quelite bleado (*Amaranthus hybridus*), quelite cenizo (*Chenopodium album*) rosa amarilla (*Melampodium perfoliatum*), pasto rayado (*Echinochloa colona*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), aceitilla (*Bidens bipinata*), coquillo (*Cyperus esculentus*), lechosa (*Euphorbia dentada*) tomatillo (*Physalis pubescens*), golondrina (*Euphorbia albomarginata*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), zacate pegarropa (*Setaria adhaerens*), grama (*Cynodon dactylon*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), chicalote (*Argemone mexicana*), olotillo (*Acalypha ostryifolia*), trigo y cebada del cultivo anterior principalmente.

Para el control de maleza en girasol el productor, en general usa el control mecánico, que consiste en que a los 15 días de nacido el cultivo se da un cultivo de forma mecánica, auxiliado por deshierbe manual en la hilera del cultivo y si persiste la maleza se da otro cultivo a los siguientes 35 días auxiliando con deshierbe manual (GONZÁLEZ, 2016). Lo anterior ocupando en promedio 15 jornales (\$250 / jornal), más el costo de dos escardas (\$600/escarda) representa un costo de \$4,950.00 que es el 50% de la inversión del productor por hectárea.

El objetivo fue probar el herbicida Premerlin 600 CE de preemergencia en riego para el control de la maleza, para su posible recomendación para que el agricultor cuente con un componente tecnológico eficiente para su cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En Campo Experimental Bajío, ubicado en Celaya, Gto., en el ciclo primavera-verano se sembró, el girasol variedad Syngenta 3950 alto oleico, en lote 29 en una superficie de 0.25 ha, bajo condiciones de riego, probando el herbicida de preemergencia Premerlin 600 CE en dosis 2.0 L/ ha, acorde a la recomendación comercial, aplicándolo enseguida de la siembra y luego se dio el riego de nacencia. Como testigo enhierbado, se dejó 2 surcos en cada extremo del lote (al inició y al final del surcado).

La preparación del terreno consistió en dos rastras, nivelación, surcado, siembra con densidad de 52,000 semillas por ha, fórmula de fertilización 80-40-00 todo a la siembra, se aplicó el herbicida Premerlin en todo el lote, excepto en los 2 surcos de cada extremo que representó el testigo enhierbado y se aplicó el riego de nacencia.

La distribución y trazo de las 4 repeticiones, fue en franjas de 10 surcos a 0.80 m y 50 m de longitud (cada una), excepto el testigo enhierbado. Para la separación de medias se usó la prueba de Student al 5%.

Las variables registradas fueron: 1) cuantificación de maleza es decir número y frecuencia de cada especie de maleza (anchas y angostas), a los 20 días de nacido el cultivo en el testigo enhierbado (4 repeticiones al azar) y en las 4 repeticiones aplicadas con Premerlin; y 2) posteriormente en el gabinete se generó la variable control de maleza en porcentaje; 3) Se estimó el costo de la aplicación con herbicida vs. costo de control mecánico (2 eventos) y deshierbe manual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la cuantificación de maleza (especies y frecuencia) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos de herbicidas y testigos se muestran en el Cuadro 2. Las especies de maleza cuantificada fueron: zacate Johnson (*Sorghum halepense*), pegarropa (*Setaria adhaerens*), quelite bleado (*Amaranthus hybridus*), quelite cenizo (*Chenopodium album*), rosa amarilla (*Melampodium perfoliatum*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*).

Cuadro 2. Resultado de la cuantificación de maleza antes (a) y después (d) de la aplicación del herbicida Premerlin en las 4 repeticiones (R).

Nombre común	R1		R2		R3		R4	
	antes	después	antes	después	antes	después	antes	después
Johnson	14	2	12	1	20	3	10	2
Pegarropa	8	0	9	4	9	0	7	0
Q. bleado	8	0	7	1	9	0	8	0
Q. cenizo	12	0	12	0	10	0	14	0
R. amarilla	10	2	15	2	15	0	10	0
Verdolaga	10	0	11	0	8	2	7	0
Z. bermuda	10	0	14	0	12	0	10	1

En el Cuadro 3 se muestra los resultados de la separación de medias de la efectividad del control de maleza, expresada en porcentaje de hoja ancha, hoja angosta y el promedio de ambas. Con base en el promedio de control de maleza de hoja ancha y angosta y el promedio el herbicida Premerlin controló el 96.25% de maleza de hoja ancha y el 91% de la hoja angosta, en comparación al testigo enhierbado.

Cuadro 3. Comparación de medias de porcentajes de control de maleza de hoja ancha y hoja angosta y el promedio.

No.	Tratamiento	% Hoja ancha	% Hoja angosta	Promedio %
1	Premerlin	96.25 a	91.00 a	93.6 a
2	Testigo enhierbado	0.00 b	0.00 b	0.0 b
	Prueba Student	4.54	6.20	5.37

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

En la actualidad el productor realiza un control combinado de mecánico y manual a los 20 y 35 días posteriores a la siembra, ocupando en promedio 15 jornales (\$250/jornal), más el costo de dos escardas (\$600/escarda), en total \$4,950.00. Con la nueva tecnología se recomienda aplicar en preemergencia Premerlin (Trifluralina insensible la luz solar) en dosis 2.0 L/ha diluidos en 400 litros de agua, cuyo costo total (producto y aplicación) es de \$2,100.00, cuya ventana de aplicación es a la siembra cuidando que exista buena humedad en el terreno de temporal y en zonas de riego aplicar antes del riego.

CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron un control arriba del 90% de la maleza, durante los primeros 35 días y enseguida se recomienda un cultivo mecánico que va asociado a la segunda fertilización, protegiendo hasta la cosecha mecánica.
- El costo del control de maleza con el herbicida es de un total de \$2,100.00 vs. \$4,950.00 del costo de forma mecánica tradicional.

BIBLIOGRAFIA

- ARÉVALO VALENZUELA, ALFREDO. 1988. Distribución de maleza en el Bajío. Campo Experimental Bajío. Folleto para técnicos no. 5, 22p.
- ROSALES ROBLES, ENRIQUE. 2012. Manejo integrado de maleza en girasol en el noreste de México. Folleto para productores no. 8, Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, en Río Bravo, Tam. 28p.
- ROSALES, E., R. SÁNCHEZ Y J. SALINAS. 2005. Período crítico de competencia del polocote *Helianthus annuus* L. en sorgo para grano. *Agrociencia* 39:205-210.
- GONZÁLEZ QUINTERO, JAVIER. 2016. Control químico de maleza en girasol. Folleto para productores no.11, Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, en Río Bravo, Tam. 18p.
- GONZÁLEZ QUINTERO, JAVIER. 2016. El cultivo de girasol en el noroeste de México. Campo Experimental de Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, Río Bravo, Tam. 25 p.
- SAGARPA. 2019. Estadísticas de la producción agrícola. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria. Secretaría de Agricultura. 186p.

Summary: PRE-EMERGENCY WEED CONTROL IN SUNFLOWER IN GUANAJUATO. In Guanajuato there is an adequate potential for planting sunflower both under irrigation and under storm conditions with rainfall of 400 to 550mm and altitude from 1500 to 1959 m, adequate to obtain between 38 to 46% oil in the grain. In Guanajuato, as of 2015, the planting of high oleic sunflower is being promoted and in 2019 1,200 hectares were planted. However, there is no specific herbicide for the crop, therefore, there is a strong reduction in yield and profitability. The objective was to test the pre-emergence herbicide Premerlin 600 CE in irrigation for weed control. The herbicide was applied in the recommended dose of 2.0 L / ha commercially, in pre-emergence after sowing and after irrigation. The results showed a control of over 90% of the weed, during the first 35 days and immediately a mechanical crop is recommended that is associated with the second fertilization, protecting until the mechanical harvest.

Key words: Chemical control, profitability, efficient control.

CONTRASTES EN VARIABLES DE FERTILIDAD DE SUELOS CON LABRANZA CERO Y SUELO CON APLICACIÓN DE GLIFOSATO

C. O. Puente-Valenzuela¹, J. A. Urrieta-Velázquez², L. X. Zelaya-Molina³, F. I. Chávez-Díaz⁴, A. Lagarda-Murrieta⁵

¹CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. E-mail: puente.cristo@inifap.gob.mx

²CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. E-mail: urrieta.jose@inifap.gob.mx

³Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho Las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600. E-mail: zelaya.lily@inifap.gob.mx

⁴Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho Las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600. E-mail: chavez.fernando@inifap.gob.mx

⁵Departamento de Horticultura, UAAAN. Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, Torreón, Coahuila. C.P. 27054. E-mail: lagarda82@yahoo.com.mx

Resumen: La agricultura de conservación con labranza cero es un sistema productivo que puede aplicarse a diferentes cultivos donde el crecimiento de malezas no interfiera con el aprovechamiento económico del cultivo, como es el caso del nogal. La labranza cero se ha asociado con cambios positivos en las propiedades físico – químicas del suelo. En el presente trabajo se evaluaron una serie de variables de fertilidad entre suelos con labranza cero y poda de maleza y suelos con uso del herbicida glifosato para el mismo fin, ambos suelos ubicados dentro del mismo predio. Entre los resultados más significativos encontrados se observó un incremento del 26 por ciento en la materia orgánica en los suelos sin glifosato, así mismo en los valores de nitrógeno de nitratos, fosforo Olsen y potasio extraíble se observaron incrementos de 43, 166 y 133 por ciento respectivamente, esto con respecto a los suelos tratados con glifosato, el potasio soluble tubo un incremento del 367 por ciento y la densidad aparente una disminución en la profundidad de 0 -10. Estos efectos pueden explicarse por el continuo flujo de materia orgánica y su mineralización que pueda darse en los suelos sin aplicación de glifosato. Finalmente es importante considerar replantear la pertinencia del uso del herbicida en cultivos donde la labranza cero pueda ser aplicada.

Palabras Clave: Labranza cero, Fertilidad, Glifosato, Nogal

INTRODUCCIÓN

La labranza cero es una técnica de la agricultura de conservación a la cual se le atribuido un incremento en la calidad del suelo, en la fertilidad y secuestro de carbono, en contraste con la agricultura tradicional se ha demostrado un mayor incremento en la agregación del suelo y en la disponibilidad de nutrientes (PHOGAT *et al.*, 2020). También se le asocia a un incremento en la biodiversidad microbiológica del suelo y de los

procesos biológicos que estos desarrollan, como es el caso de la fijación de nitrógeno por leguminosas (TORABIAN *et al.*, 2019); otros cambios significativos que se observan con la cero labranza es el aumento de la materia orgánica, disminución en la densidad del suelo, aumento en la capacidad de retención de humedad, lo cual se traduce en un mejor rendimiento comparando con la agricultura tradicional (DAYOU *et al.*, 2017).

El glifosato es un herbicida ampliamente distribuido con reconocido control para la vegetación de competencia para los cultivos de interés, tiene una rápida inactivación en suelo y bajo nivel de toxicidad para mamíferos (BUSSE *et al.*, 2001). El glifosato afecta el crecimiento normal de las plantas por el bloqueo de la 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa un enzima que soporta la síntesis de aminoácidos aromáticos, vía síntesis del Corismato, de manera que la ausencia de los aminoácidos bloqueados (fenilalanina, tirosina y triptófano) causan la senescencia y muerte de las plantas por la alteración metabólica causada (SINGH *et al.*, 2020). Actualmente el glifosato se encuentra prohibido en nuestro país, pues se le ha asociado con efectos adversos a la salud, como el desarrollo de afecciones respiratorias, dermatológicas y oculares, desarrollados por personal que labora habitualmente con este producto. Se han establecido niveles de < 0.01 – 9.1 ng/m³ en aire, 0.02 – 427 ug/L en agua superficial y 0.01 – 4.7 ug/L en agua de pozo. Tiene una vida media de 2 a 215 días en el suelo y de 1.5 a 130 días en el agua, haciendo de la actividad microbiológica un importante factor para su degradación (ATSDR, 2020).

En el presente trabajo se tiene como objetivo evaluar el cambio en las variables de fertilidad de suelos, esto en suelos tratados con glifosato para control de malezas y suelos con cero labranza y poda mecánica de las malezas que se desarrollan.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Partida, ejido de Torreón Coahuila, con las siguientes coordenadas: 25°35'30" LN y 103°18'13" LO a una altitud de 1120 msnm, predio de Nogalera con edades de 30 años, un manejo de cero labranza y riego de 70 mm por semana durante seis meses, con esquemas de fertilización química y un manejo de maleza por desvaradora cada mes. El uso de glifosato es empleado para el manejo de la maleza circundante al sistema de riego por aspersor. La toma de muestra de suelo fue realizada al 50 por ciento del radio de la circunferencia del área de influencia de la copa del árbol, designando estas muestras como tratamiento Gli (-), así mismo la muestra de suelo para los tratamientos Gli (+), fue tomada del 50 por ciento del radio de la circunferencia del área de acción del tratamiento con glifosato. Se tomaron 4 repeticiones por tratamiento a 4 profundidades (0 – 10, 10 – 20, 20 – 30 y 30 – 40 cm). Para el análisis de fertilidad las muestras fueron trasladadas al laboratorio de suelos del CENID-RASPA del INIFAP, las cuales fueron analizadas siguiendo los lineamientos establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se muestran los resultados de las variables de fertilidad analizadas, al igual que en la figura 1 se muestran las variables que mostraron tendencia y/o significancia entre tratamientos y/o profundidades. De acuerdo con la normativa se tiene un suelo de textura media, fuertemente alcalino, con efectos despreciables de salinidad y un muy alto contenido de materia orgánica para suelos de climas áridos.

TABLA 1. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE FERTILIDAD

Parámetros		Resultados							
*Arena	28 - 35.875 – 44				26 - 32.25 - 38				
*Arcilla	22 - 30.75 – 38				26 - 33.5 - 38				
*Limo	30 - 33.375 – 36				30 - 34.25 - 38				
Clase Textural	Franca - Franca Arcillosa				Franca Arcillosa				
Profundidad	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	
pH	8.715 ± 0.054	8.755 ± 0.134	8.692 ± 0.124	8.587 ± 0.136	8.6275 ± 0.149	8.665 ± 0.079	8.625 ± 0.112	8.525 ± 0.094	
CE (dS/m)	0.982 ± 0.076	1.025 ± 0.112	1.087 ± 0.212	0.934 ± 0.167	0.678 ± 0.074	0.681 ± 0.111	0.586 ± 0.097	0.648 ± 0.148	
CIC (meq/100 g)	44.16 ± 3.141	40.76 ± 3.394	34.94 ± 2.738	36.82 ± 7.345	38.06 ± 1.536	40.60 ± 7.874	35.13 ± 0.976	35.33 ± 2.060	
Materia Orgánica (%)	6.662 ± 0.251	4.687 ± 0.475	2.372 ± 0.474	1.527 ± 0.293	4.652 ± 1.064	3.065 ± 0.573	2.072 ± 0.382	1.625 ± 0.165	
Da (g/cm ³)	1.192 ± 0.017	1.307 ± 0.030	1.415 ± 0.052	1.445 ± 0.064	1.292 ± 0.057	1.375 ± 0.023	1.417 ± 0.030	1.43 ± 0.011	
CaCO ₃ (%)	4.095 ± 0.614	4.38 ± 0.463	4.952 ± 0.382	5.277 ± 0.469	3.702 ± 0.425	3.697 ± 0.501	4.207 ± 0.401	4.14 ± 0.888	
N-NO ₃ (ppm)	16.55 ± 2.796	15.18 ± 3.192	8.65 ± 2.803	4.713 ± 1.469	14.73 ± 3.543	9.732 ± 2.672	5.44 ± 2.223	3.222 ± 0.195	
Fosforo Olsen (ppm)	170.2 ± 39.99	130.1 ± 15.23	71.70 ± 23.70	48.90 ± 11.06	57.84 ± 15.41	36.55 ± 10.58	30.85 ± 9.690	28.70 ± 6.789	
Potasio extraíble (ppm)	4709 ± 553.2	5591 ± 566.1	3982 ± 136.0	3512 ± 395.4	1978 ± 301.5	1953 ± 280.9	1788 ± 275.9	1884 ± 173.7	
Cobre (ppm)	7.605 ± 1.037	7.78 ± 0.785	7.655 ± 1.552	5.455 ± 2.776	7.055 ± 0.427	7.28 ± 0.704	6.68 ± 1.103	5.955 ± 1.263	
Fierro (ppm)	25.00 ± 6.965	20.34 ± 3.487	15.67 ± 3.228	15.63 ± 4.133	20.84 ± 2.076	18.97 ± 3.149	16.22 ± 4.038	16.31 ± 3.574	
Zinc (ppm)	25.13 ± 2.389	19.84 ± 2.268	8.352 ± 3.367	3.72 ± 0.835	26.62 ± 4.275	21.81 ± 9.556	6.49 ± 3.529	4.84 ± 0.471	
Manganeso (ppm)	62.16 ± 3.883	45.20 ± 9.946	30.64 ± 8.309	23.29 ± 2.277	38.53 ± 11.46	38.43 ± 12.26	35.13 ± 10.90	33.34 ± 13.17	

Para todos los casos se muestra la media y desviación estándar de una n = 4. CE: Conductividad eléctrica, CIC: Capacidad de intercambio catiónico. * Se expresan los mínimos – media – máximo de las fracciones constituyentes a la textura.

Con respecto a los valores de pH y conductividad eléctrica, existió muy poco efecto de la profundidad y de los tratamientos en la variación de los resultados, con respecto a la densidad aparente esta se vio influenciada por los tratamientos y se observó el

comportamiento normal de gradiente negativo según la profundidad (REF). Las variables que se vieron con mayor efecto debido al tratamiento fueron la materia orgánica, nitratos, fósforo Olsen y potasio extraíble; finalmente las variables con menor efecto del tipo tendencia fueron los carbonatos de calcio y la capacidad de intercambio catiónico (ver figura 1).

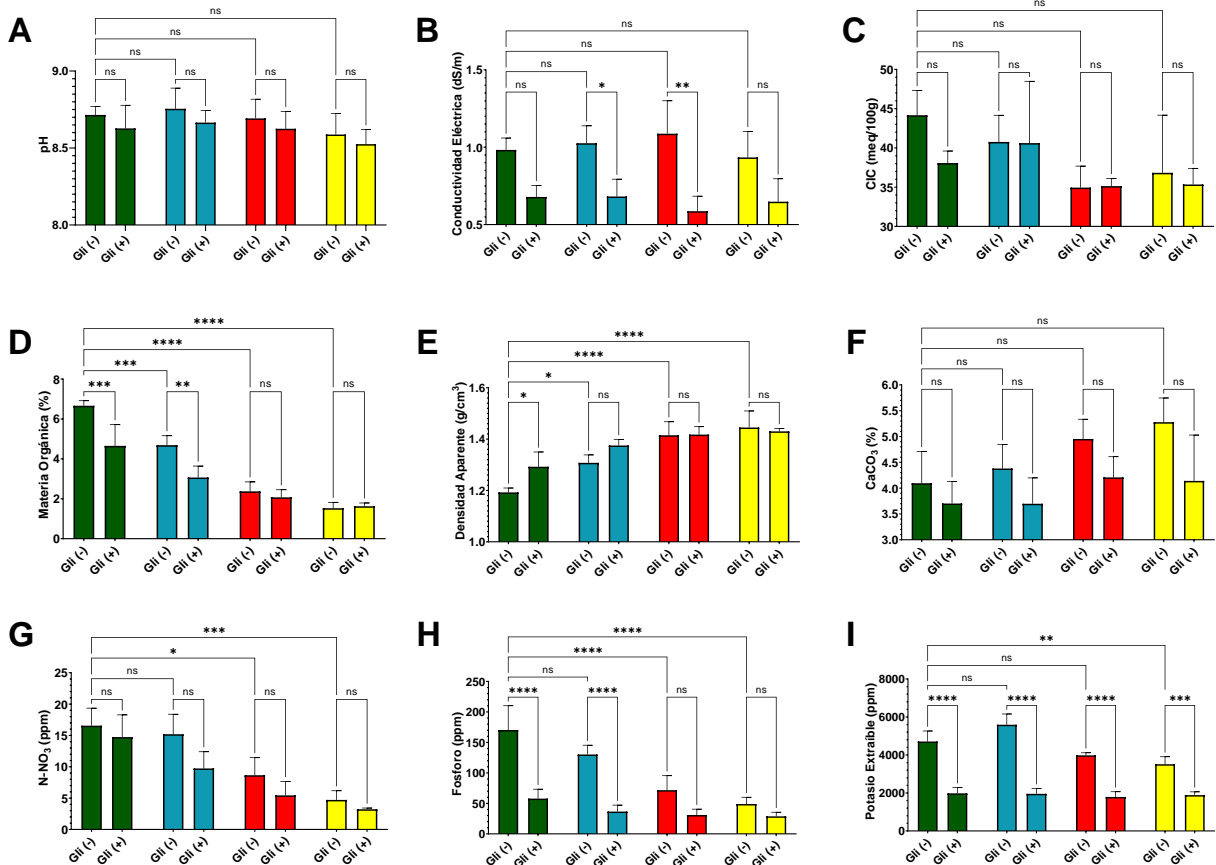


FIGURA 1. CONTRASTE DE PARÁMETROS PRINCIPALES DE FERTILIDAD POR TRATAMIENTO Y POR PROFUNDIDAD

Para todos los casos se grafica la media y desviación estándar (barras de error) de una $n = 4$ sobre el eje de las ordenadas, en el eje de las abscisas se describen los tratamientos: Gli (-), suelo sin aplicación de glifosato, Gli (+), suelo con aplicación de glifosato. En color verde, profundidad de 0 – 10 cm, en azul profundidad de 10 – 20 cm, en rojo profundidad de 20 – 30 cm y en amarillo profundidad de 30 – 40 cm. En el panel A) pH, B) Conductividad eléctrica, C) Capacidad de intercambio catiónico, D) Materia orgánica, E) Densidad aparente, F) Carbonatos totales, G) Nitrógeno de nitratos, H) Fósforo Olsen y I) Potasio extraíble. Se realiza una ANOVA ordinaria de dos vías, con comparaciones múltiples de Tukey's en el software GraphPad Prism versión 8.0.0 for Windows, GraphPad Software, San Diego, California USA, www.graphpad.com. (ns) = no significativo, (*) $p < 0.05$, (**) $p < 0.05$, (***) $p < 0.005$, (****) $p < 0.0001$.

Es evidente que el suelo Gli (-), presenta una mayor disponibilidad del 166 por ciento más, con respecto a los tratamientos Gli (+) del promedio de todas las profundidades para fósforo Olsen; en el caso de potasio extraíble un incremento del 133 por ciento y el potasio soluble del 367 por ciento, finalmente los nitratos presentan un incremento del 43 por ciento más. Esto puede explicarse por el constante flujo de materia

orgánica que ocurre en estos suelos, tal como lo explica Sarker y colaboradores donde contrasta parcelas deshierbadas y parcelas sin deshierbar, concluyendo que la materia orgánica sirve como reservorio de nutrientes vegetales principales, como el nitrógeno, potasio y calcio (SARKER *et al.*, 2019). Si bien en los tratamientos Gli (+) también se encuentra un alto contenido de materia orgánica estos no presentan la misma disponibilidad de nutrientes, Sahani y colaboradores explican que cambios fisicoquímicos en suelos desforestados se deben a una disminución de la biomasa microbiana asociada a la desforestación, encontrando cambios en textura, regímenes hidrológicos, nutrientes de suelos y calidad microbiológica (SAHANI *et al.*, 2001). El incremento en materia orgánica y su mineralización influye en las características físico – químicas del suelo, marcando una dinámica diferente en la disponibilidad de macro y micronutrientes (DHALIWAL *et al.*, 2019). El glifosato en su toxicodinámica actuando sobre la ruta shikimato, la cual es compartida entre plantas y algunos microorganismos, haciéndolos susceptibles a su efecto tóxico, si bien no existen estudios concluyentes sobre esta afección, existiendo solo evidencia de cambios temporales en la diversidad de comunidades microbianas del suelo, las cuales vuelven a restablecerse en el corto tiempo (BRUGGEN *et al.*, 2018). Es posible que los efectos observados en este trabajo se deban a la interrupción del flujo de materia orgánica causado por la aplicación del glifosato en los tratamientos Gli (+).

CONCLUSIONES

El esquema de cero labranzas y el control de maleza por poda incrementan la disponibilidad de los nutrientes vegetales: nitrógeno de nitratos, fósforo y potasio; lo cual se asocia con el incremento de materia orgánica y su flujo en el suelo, haciendo de la materia orgánica un reservorio de fácil disponibilidad para estos nutrientes. Estos efectos se ven disminuidos de manera significativa en tratamientos donde es empleado el glifosato. Es importante replantear la pertinencia de la eliminación de malezas en cultivos como el nogal donde un sistema de labranza cero resulta altamente compatible.

AGRADECIMIENTOS

Se hace un agradecimiento al Dr. Ángel Lagarda por permitir dar seguimiento a los predios con manejo de poda de maleza.

BIBLIOGRAFÍA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2020). ToxGuide for Glyphosate. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-214.pdf>.
- DAYOU *et al.*, J. Appl. Biosci. 2017 Impacts of the conventional tillage tools and reduced tillage on the soil fertility preservation: critical review. Journal of Applied Biosciences 117: 11684-11695. 10.4314/jab.v117i1.5.
- JHARNA RANI SARKER, BHUPINDER PAL SINGH, WARWICK J. DOUGHERTY, YUNYING FANG, WARWICK BADGERY, FRANCES C. HOYLE, RAM C. DALAL,

- ANNETTE L. COWIE, (2018). Impact of agricultural management practices on the nutrient supply potential of soil organic matter under long-term farming systems., Soil and Tillage Research, Pages 71-81, Volume 175 10.1016/j.still.2017.08.005.
- MATT D. BUSSE, ALICE W RATCLIFF, CAROL J SHESTAK, ROBERT F POWERS (2001). Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control on soil microbial communities, Soil Biology and Biochemistry, Pages 1777-1789 Volume 33, Issues 12–13. 10.1016/S0038-0717(01)00103-1.
- PHOGAT, M., DAHIYA, R., & KUMAR, S.S. (2020). Effect of long term zero tillage on soil organic carbon and its fractions: A review. Jurnal of Pharmacohnosy and Phytochemistry. 2953 – 2958. Volume 9(5). 10.22271/phyto.2020.v9.i5ao.12791.
- SARKER MMH, SONET SS, HOSEN T, et al. (2019). Weeding effects on soil physico-chemical properties in artificial hill plantation. Biodiversity Int J. 2019;3(6):287-291. DOI: 10.15406/bij.2019.03.00156
- SHAHRAM TORABIAN, SALAR FARHANGI-ABRIZ, MATTHEW D. DENTON. (2019). Do tillage systems influence nitrogen fixation in legumes? A review, Soil and Tillage Research, 113 – 121, Volume 185. 10.1016/j.still.2018.09.006.
- SINGH, S., KUMAR, V., GILL, J., DATTA, S., SINGH, S., DHAKA, V., KAPOOR, D., WANI, A. B., DHANJAL, D. S., KUMAR, M., HARIKUMAR, S. L., & SINGH, J. (2020). Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. International journal of environmental research and public health, 17(20), 7519. 10.3390/ijerph17207519
- S.S. DHALIWAL, R.K. NARESH, AGNIVA MANDAL, RAVINDER SINGH, M.K. DHALIWAL. (2019). Dynamics and transformations of micronutrients in agricultural soils as influenced by organic matter build-up: A review. Environmental and Sustainability Indicators, Volumes 1–2, 10.1016/j.indic.2019.100007.
- U. SAHANI, N. BEHERA. (2001) Impact of deforestation on soil physicochemical characteristics, microbial biomass and microbial activity of tropical soil. Land Degradation & Development Volume 12, Issue 2 p. 93-105. 10.1002/ldr.429
- VAN BRUGGEN, ARIENA & MM, HE & SHIN, KEUMCHUL & V, MAI & JEONG, K.C. & FINCKH, MARIA & JR, MORRIS. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Science of The Total Environment. 616-617. 255-268. 10.1016/j.scitotenv.2017.10.309.

Summary: Conservation agriculture with zero tillage is a productive system that can be applied to different crops where the growth of weeds does not interfere with the economic use of the crop, as is the case of walnut. No-tillage has been associated with positive changes in the physicochemical properties of the soil. In the present work, a series of fertility variables were evaluated between soils with zero tillage and weed pruning and soils with the use of glyphosate herbicide for the same purpose, both soils located within the same farm. Among the most significant results found, an increase of 26 percent in organic matter in soils without glyphosate was observed, as well as in the nitrogen values of nitrates, Olsen phosphorus and extractable potassium, increases of 43, 166 and 133 percent were observed. respectively, this with respect to the soils treated with glyphosate, the soluble potassium had an increase of

367 percent and the apparent density a decrease in depth of 0 -10. These effects can be explained by the continuous flow of organic matter and its mineralization that can occur in soils without the application of glyphosate. Finally, it is important to consider rethinking the relevance of the use of the herbicide in crops where no-tillage can be applied.

Key Words: No-tillage, Fertility, Glyphosate, Walnut

CURVAS DE DOSIS-RESPUESTA A TEMBOTRIONE EN F1 DE POBLACIONES DE *SETARIA ADHAERENS*

Domínguez Valenzuela, José Alfredo¹, López Valencia Gabriela¹, Preciado Urrutia, Saúl¹, Santos González, Francisco²

¹Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230. Correo: jose_dv001@yahoo.com.mx; ²Bayer de México, S. A. de C. V. francisco.santos1@bayer.com

Resumen. Ocho poblaciones de *S. adhaerens* colectadas en 2020 en el estado de Guanajuato se identificaron como resistentes (R) (2, 3, 4, 5 y 6) y sensibles (S) (1,7 y 8) a tembotrione. Semillas maduras se sembraron y cultivaron en invernadero para producir semillas (F1) y realizar pruebas de dosis-respuesta a tembotrione. Las semillas cosechadas de las ocho poblaciones se escarificaron y germinaron en charolas con suelo:peat moss (2:1), se trasplantaron plántulas con una hoja verdadera a macetas individuales con 150 g del sustrato indicado. Plantas de las poblaciones S con 2-3 hojas verdaderas se asperjaron con 0, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 750 mL/ha de producto comercial +1.0 L de Dyne amic y plantas de las poblaciones R se trataron con 0, 50, 150, 300, 450, 600, 750, 1000 mL/ha de producto comercial, más 1.0 L/ha de Dyne amic. Los tratamientos se dispusieron como un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 10 repeticiones (plantas individuales). A los 21 días se obtuvo el peso fresco de la parte área de las plantas tratadas. El peso fresco se convirtió a porcentaje de peso fresco con respecto al tratamiento sin herbicida (0 ml). Los datos de peso fresco se sometieron a análisis de regresión no lineal utilizando un modelo log logístico para estimar los parámetros dosis media efectiva (ED₅₀) y factor de resistencia (FR) de las curvas de dosis-respuesta, mediante el programa SigmaPlot 12. Las ED₅₀ para las poblaciones R fueron 646.4091, 458.2377, 507.9768, 654.1903, 563.3662 ml/ha, para las poblaciones 2,3,4,5 y 6, respectivamente, y para las poblaciones S fueron de 164.9366, 216.8198 y 155.6059 ml/ha de producto comercial, para las poblaciones 1,7 y 8, respectivamente. Los valores de FR fueron para las poblaciones 2,3,4,5 y 6 fueron 4.15, 2.94, 3.26, 4.20, 3.62, respectivamente. Para las poblaciones 1,7 y 8, fueron 1.05, 1.39 y 1, respectivamente. Los resultados confirman la resistencia de *S. adhaerens* a tembotrione (Laudis), dado que la descendencia F1 de todas las poblaciones heredan el carácter R o S.

INTRODUCCIÓN

El zacate “pega ropa” (*Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov.), es una especie con amplia distribución en México, encontrándose en los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Estado de México (VILLASEÑOR y ESPINOSA, 1998). Personalmente, se le ha observado en los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua.

Hay más de 100 especies del género *Setaria*, las cuales son plantas anuales con metabolismo C4 y se caracterizan por su dificultad para el control y su proclividad para el desarrollo de resistencia a herbicidas. Se cree que *Setaria adhaerens* es originaria de Europa, y se distribuye por todas las regiones cálidas del mundo (RECASENS *et al.*, 2020). NICORA (1978) ubica su origen en el noreste de África.

Setaria adhaerens es una planta anual, de germinación primaveral-estival. De 50 a 70 cm de altura. La planta adulta es decumbente, mostrando los tallos, inicialmente, postrados, y después, erectos. Inflorescencias en espigas relativamente cortas (hasta 7cm) y de forma piramidal. Cerdas (aristas) de las epiquillas y ejes de la inflorescencia recubiertos por dientes diminutos retrorsos (hacia abajo) que los hacen ásperos al tacto y convierten a la planta en pegajosa. El futo es seco, lustroso y fusionado a la semilla (cariópside). La raíz fibrosa y ocasionalmente con raíces en los nudos inferiores de los tallos (VIBRANS, 2009).

A partir de la tercera hoja, la plántula puede reconocerse por la lígula ciliada (membrana terminada en pelillos) y una vaina fuertemente aplanada. La prefloración es enrollada. Las hojas muestran una vaina con márgenes translúcidos y sin pilosidad, pero con una suave pubescencia en ambas caras del limbo. A partir de la tercera hoja la plántula muestra un intenso ahijamiento (RECASENS *et al.*, 2020).

Los tallos generalmente son tendidos y luego eventualmente erectos, ramificados, delgados; los nudos inferiores generalmente desarrollan raíces adventicias. Sus hojas son alternas; vainas con márgenes translúcidos y lamina foliar con pelos engrosados basalmente; entre vaina y lámina se encuentra la lígula membranosa que termina en pelillos. La inflorescencia es una espiga densa de hasta 7 cm de longitud, de color verde, compuesta de múltiples espiguillas. Las cerdas de las espiguillas (aristas) son densamente dentadas hacia abajo, lo que les da la adherencia al pelo de los animales y a la ropa. Las espiguillas son solitarias o agrupadas y presentan basalmente cerdas largas.

Tembotrione es utilizado en México como herbicida postemergente para el control de malezas anuales, gramíneas y de dicotiledóneas en maíz. Es una triquetona con actividad herbicida (HRAC 27). Se formula como suspensión concentrada con 415 de tembotrione L-1: 2-{2-cloro-4-metil-3-[(2,2,2-trifluoroetoxi)metil]benzoil}Ciclohexano-1,3-diona. Es un herbicida selectivo de POST que resulta efectivo en el control de un amplio espectro de malezas de hoja ancha y gramíneas. Se aplica siempre en combinación con el antídoto isoxadifen, con una excelente selectividad para el cultivo de maíz. Penetra rápidamente en la planta y se mueve en su interior por el floema y xilema. Es inhibidor de la enzima p-hidroxifenilpiruvato dioxigenasa (HPPD), con lo cual se inhibe la formación de carotenoides.

En 2009 se confirmaron los dos primeros casos de resistencia a tembotrione en el mundo, fueron recolectados semillas de dos biotipos de *Amaranthus tuberculatus* y *A. palmeri* en Iowa y Kansas, respectivamente (HEAP, 2021). El caso de *S. adhaerens*

recolectado en México y confirmado por ensayos curva-respuesta en invernadero en 2020, es el primer caso reportado en una gramínea que afecta severamente al maíz, por lo que su detección y eliminación es fundamental para una adecuada producción.

Objetivo. Confirmar la resistencia a tembotrione de *Setaria adhaerens*, en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

En colectas realizadas en 2020 en el estado de Guanajuato, se confirmó la resistencia a tembotrione en 11 poblaciones de *Setaria adhaerens*. Además de la población sensible (S) colectada en Durango, otras tres poblaciones de Guanajuato se comportaron como sensibles a tembotrione.

Semillas de esa colecta (Tabla 1) se sembraron en charolas con suelo:peat moss (2:1), bajo condiciones de invernadero, semillas de las cinco poblaciones que mostraron los mayores índices o factores de resistencia (FR), además de tres poblaciones S, incluida la de Durango. Lo anterior para producir semillas F1 y realizar nuevamente pruebas de dosis respuesta para confirmar la resistencia en esas poblaciones.

Tabla 1. Poblaciones de *Setaria* incluidas en el experimento

Población	Descripción	Ubicación
1*	La Goma Dgo	25.468287° 103.710.719°
2	Predio V2 Finca 1 Cortazar Loc. 1	Sin Coord.
3	Cortazar 2 V2 Mezquitil T4 Cortazar	Sin Coord.
4	Puente de Reyes Jaral del Progreso	Sin Coord.
5	Las Mesas, Abasolo, Gto.	20° 35.718' 101° 32.294'
6	El Tule, Abasolo, Gto.	20° 31.877' 101° 35.377'
7*	El Tule, Abasolo, Gto	20° 31.721' 101° 35.216'
8*	Santa Rosa, Abasolo, Gto.	20° 36.747' 101° 30.391'

Cinco plántulas con 2-3 hojas se trasplantan en forma equidistante en macetas con 4 kg suelo franco arenoso. Cada población con cuatro repeticiones. Se fertilizan y riegan como sea necesario hasta llegar a la producción de semillas maduras. Las macetas de cada población se mantuvieron separadas por lo menos 2 m entre sí, dentro del invernadero.

Semillas maduras de cada población se cosecharon durante los meses de abril a junio de 2021, se separaron de las espigas y se escarificaron (eliminación total de lema y palea) para darles un tratamiento de frío durante 14 días a 4° C.

Semillas escarificadas, se sembraron sobre papel filtro en cajas Petri, hidratándolas con una solución de nitrato de calcio a 200 ppm y se incubaron a 4° C durante 48 h y posteriormente se incuban a temperatura ambiente en el laboratorio para obtener porcentaje de germinación, los cuales estuvieron por arriba del 42% (no se muestra).

Semillas escarificadas de cada una de las 8 población se sembraron en charolas con suelo:peat moss (2:1) para la obtención de plántulas con la primera hoja, las cuales

se trasplantaron individualmente en macetas con 150 g de una mezcla de suelo:peat moss (2:1), con 10 repeticiones.

Plántulas con 2-3 hojas verdaderas de las poblaciones S (1, 7 y 8) se asperjaron con dosis crecientes del producto comercial + 1.0 L ha⁻¹ de Dyne amic: 0, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 750 ml ha⁻¹; las poblaciones R se asperjaron con 0, 50, 150, 300, 450, 600, 750, 1000 ml ha⁻¹, más 1.0 L ha⁻¹ de Dyne amic.

La aplicación se realizó con una aspersora manual con control de presión y calibrada para aplicar 200 L ha⁻¹, a 200 kPa y punta de boquilla TeeJet 8002EVS. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones (plantas individuales).

La evaluación de peso fresco de la parte aérea por planta se registró a los 21 días después de la aplicación del producto comercial, utilizando una balanza analítica. Se registró el peso fresco por planta en cada tratamiento (dosis) en cada población y ese se transformó a porcentaje de reducción de peso fresco con respecto al testigo (sin herbicida). Estos datos se sometieron a análisis de regresión no lineal para estimar los parámetros de las curvas de dosis-respuesta (mínimo, máximo, R², ED₅₀ y FR), con el modelo log-logístico de cuatro parámetros: $Y=c+[(d-c)/(1+(x/g)^b]$

En donde Y es peso fresco de la parte aérea de cada planta, como porcentaje del testigo sin herbicida, c y d son coeficientes que corresponden a los límites asintóticos inferior y superior, respectivamente, b es la pendiente de la línea, g es la dosis del herbicida en el punto de inflexión entre los límites superior e inferior de las asíntotas y representa la ED₅₀ (dosis media efectiva), x (variable independiente) es la dosis del herbicida Laudis en mL/ha (GONZÁLEZ-TORRALVA *et al.*, 2010).

RESULTADOS

El análisis de regresión no lineal mostró básicamente dos grupos de las poblaciones F1: R y S; siendo R las poblaciones 2,3,4,5 y 6; en tanto que, las poblaciones 1, 7 y 8 resultaron S, tal como había sucedido en las pruebas realizadas en 2020, no obstante, con pequeñas variaciones que se pueden considerar como “no significativas”. Los factores de resistencia fueron de 4.20, 4.15, 3.62, 3.26 y 2.94 para las poblaciones 5, 2, 6, 4 y 3. Por otra parte, la población más S fue la población 8, seguida por 1 y 7, respectivamente (Figura 1, Tabla 2). No se observaron diferencias significativas entre poblaciones R, ni entre las poblaciones S.

Lo anterior, es una prueba definitiva de que la resistencia observada en las poblaciones F1 resistentes a tembotrione, es un carácter heredable.

Los ensayos con plantas enteras continúan siendo pruebas clásicas para confirmación de resistencia a herbicidas en especies de malezas particularmente los ensayos de dosis-respuesta (Burgos *et al.*, 2017). La prueba de dosis-respuesta es la preferida para la confirmación de resistencia de un biotipo de una especie de maleza en la que se obtiene el parámetro de dosis media efectiva (effective dose) ED₅₀ o GR₅₀; es decir la dosis de herbicida necesaria para reducir al 50% el peso de la parte aérea con respecto a un testigo sin herbicida (HEAP, 2005).

Por definición, la resistencia a herbicidas es la diferencia genéticamente heredada en respuesta a un herbicida entre dos poblaciones de la misma especie (HEAP, 2005). De las primeras pruebas de dosis-respuesta realizadas con las mismas poblaciones en

2020, es evidente que la F1 de las mismas poblaciones heredó el carácter de resistencia, no obstante que se observaron pequeñas diferencias en los FR, las cuales no son estadísticamente significativas. Por el hecho de que *S. adhaerens* es una especie monoica, autógama y alógama, es de esperar que la generación F1 de plantas auto polinizadas en invernadero, hayan heredado la resistencia a tembotrione.

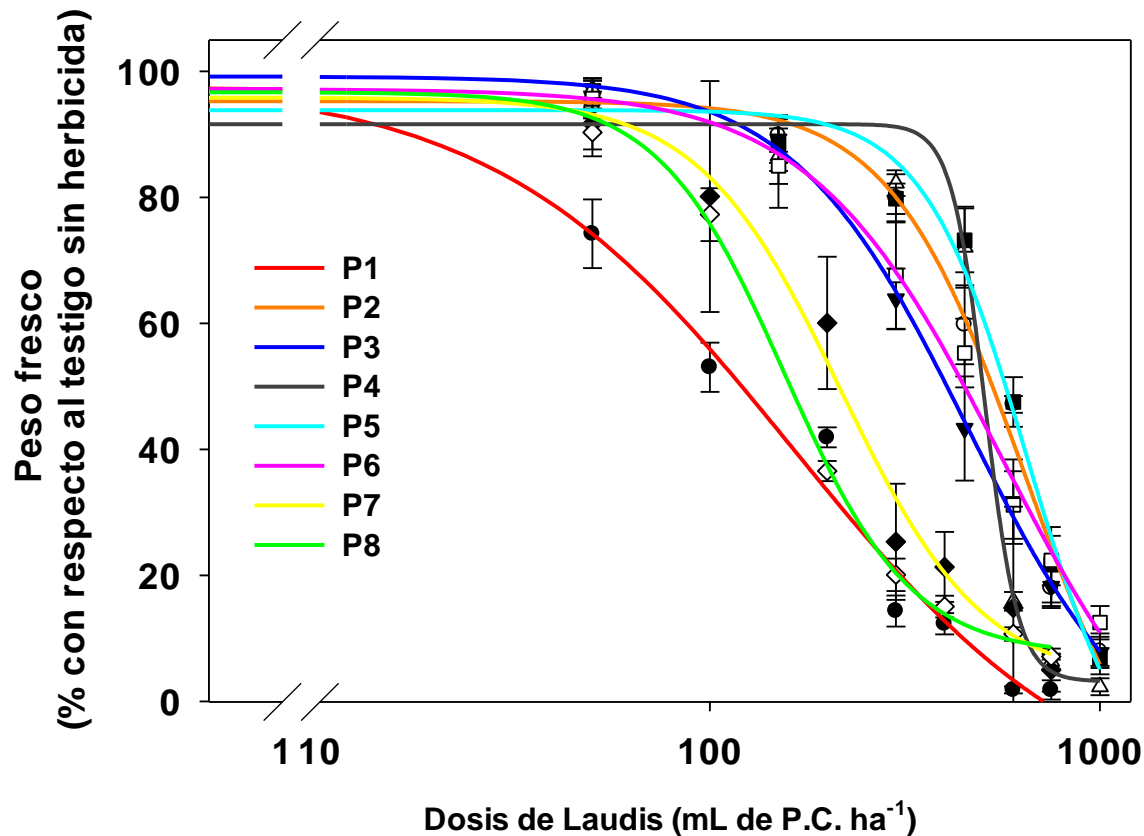


Figura 1. Curvas de dosis-respuesta (escala logarítmica) de 8 poblaciones de F1 de *Setaria adhaerens*. Barras verticales representan el error estándar de la media.

Tabla 2. Parámetros estimados para las curvas de dosis-respuesta de la F1 de poblaciones de *S. adhaerens*, bajo condiciones de invernadero. 2021.

Población	min	max	R ²	ED ₅₀	FR
1 (S)	0.6928	98.33	0.98	164.9366	1.05
2	5.0575	95.2735	9802	646.4091	4.15
3	3.2711	99.1930	0.9837	458.2377	2.94
4	3.2090	91.0724	0.9805	507.9768	3.26
5	4.2893	93.8565	0.9737	654.1903	4.20
6	9.4328	97.1981	.9689	563.3662	3.62
7 (S)	2.9202	95.8422	0.9198	216.8198	1.39
8 (S)	7.3156	96.6853	0.9941	155.6059	1

La herencia de la resistencia a herbicidas puede estar influenciada por varios factores, especialmente por las bases bioquímicas y genéticas. En un experimento con F1, F2 y retro cruza de un biotipo de *Lolium rigidum*, BUSI *et al.*, (2011), encontraron que con las dosis de campo en la F1 se observó una herencia dominante de genes nucleares a diclofop-metil o clorsulfuron.

En donde existen altas densidades de población de una maleza, las probabilidades de seleccionar un biotipo resistente a un herbicida son altas, aún con bajas tasas de mutación, por lo tanto, con aplicaciones repetidas de un mismo herbicida o herbicidas con el mismo modo de acción, se puede alcanzar una población predominantemente resistente en corto tiempo (JASIENIUK *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

- La F1 de las ocho poblaciones de *S. adhaerens* que en 2020 resultaron R y S a tembotrione, presentaron FR similares.
- El carácter de resistencia de las poblaciones R y S es heredable a la F1.

BIBLIOGRAFÍA

- BURGOS NILDA R., TRANEL PATRICK J., STREIBIG JENS C., DAVIS VINCE M., SHANER DALE, NORSWORTHY JASON K. AND RITZ CHRISTIAN. 2017. Review: Confirmation of Resistance to Herbicides and Evaluation of Resistance Levels. *Weed Sci.* 61(1):4-20. <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00032.1>
- BUSI, R.; VILA AIUB, M. M.; POWLES, S. B. 2011. Genetic control of a cytochrome P450 metabolism-based herbicide resistance mechanism in *Lolium rigidum*. *Nature Publishing Group Heredity* 106; 5; 5-2011; 817-824.
- HEAP. I. 2005. Criteria for Confirmation of Herbicide-Resistant Weeds with specific emphasis on confirming low level resistance. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). <http://www.weedscience.org/Pages/ResistanceCriterion.pdf>. Consultado 23 de septiembre de 2021.
- JASIENIUK, M., BRULÉ-BABEL, A. L., MORRISON, I. N. 1996. The evolution and Genetics of Herbicide Resistance in Weeds. *Weed Sci.* 44:176-193.
- NICORA, E. G., 1978. Gramineae. *In*: M. N. Correa (ed.). *Flora Patagónica* 8(3): 71-75.
- RECASENS J., CONESA J. A. Y TORRA, J. 2020. Identificación y características de las especies de malas hierbas del género *Setaria*. Cátedra Corteva de Malherbología. Edicions de la Universitat de Lleida. DOI: DOI 10.21001/trichoma.1.2020.
- VIBRANS H. (ed.). 2009. *Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov. Cola de zorra pegajosa (sugerido). Ficha informativa. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/setaria-adhaerens/fichas/ficha.htm#2.%20Origen%20y%20distribuci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica>. Consultado 23 de septiembre de 2021.
- VILLASEÑOR R., J. L. Y F. J. ESPINOSA G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Summary. Dose-response tests to tembotrione in F1 of *Setaria adhaerens* populations. Eight populations of *S. adhaerens* collected in 2020 in the state of Guanajuato were identified as resistant R (2, 3, 4, 5, and 6) and susceptible S (1, 7 and 8) to tembotrione. Mature seeds were sowed and cultivated under greenhouse conditions to produce new F1 seeds from each population. Seeds harvested were scarified and germinated in trays with soil:peat moss (2:1), to later transplant individual one-leaf seedlings into 150 g substrate pots. Seedlings from S populations with 2-3 leaves were sprayed with doses of commercial product of tembotrione of 0, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 750 mL ha⁻¹, adding the 1.0 L ha⁻¹ of Dyne amic; while seedlings of the R populations were sprayed with doses of commercial product of 0, 50, 150, 300, 450, 600, 750, 1000 mL ha⁻¹, plus 1.0 L ha⁻¹ of Dyne amic. Treatments were arranged as a completely random design with 8 treatments and 10 replicates. Above ground plant fresh weight was measured 21 days after treatment and transformed to percentage with respect to de control (0 mL ha⁻¹). Fresh weight data were subject to non-linear regression analysis using a lo-logistic model to estimate ED₅₀ parameter and the resistance factor (RF), using software SigmaPlot 12.0. The ED₅₀ for the R populations 2,3,4,5 and 6 were 646.4091, 458.2377, 507.9768, 654.1903, 563.3662 ml ha⁻¹, respectively, while for the S populations 1, 7 and 8 were 164.9366, 216.8198 and 155.6059 ml ha⁻¹, respectively. The RF for the R populations 2,3,4,5 and 6 were 4.15, 2.94, 3.26, 4.20, 3.62, respectively, and for the S populations 1, 7 and 8, were 1.05, 1.39 and 1, respectively. These results confirm the resistance of *S. adhaerens* to tembotrione, given that the F1 generation inherited the R or S trait.

Key words. F1 generations, resistance inheritance, tembotrione, *S. adhaerens*.

MANEJO POSTEMERGENTE DE MALEZA Y PREEMERGENTE AL CULTIVO DE MAÍZ

Cid Aguilar Carpio¹, J. Alberto S. Escalante Estrada¹, Leonardo Alejandro Beltrán Rodríguez²

¹Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo Méx. E-mail: aguilar.cid@colpos.mx; jasee@colpos.mx

²Laboratorio de Etnobotánica Ecológica, Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, C.P. 04510. E-mail: leonardo.beltran@ib.unam.mx

RESUMEN

El maíz es uno de los principales cultivos en México. La siembra directa se genera en un sistema agrícola que evita implementar prácticas tradicionales de laboreo del suelo (barbecho, rastreo y surcado). Al realizar la siembra de un cultivo sobre una cobertura vegetal es necesario el uso de herbicidas aptos para controlar la maleza, esto permitira el desarrollo y producción del cultivo. Por lo que, el objetivo del estudio fue determinar la eficiencia de cuatro herbicidas postemergentes a la maleza y en preemergencia al cultivo de maíz. El estudio se realizó en Tlayacapan, Morelos, México bajo condiciones de riego. Los tratamientos fueron: 1) testigo sin aplicación; 2) glufosinato de amonio + s-metolaclor; 3) glufosinato de amonio; 4) Diuron + paraquat. Los muestreos se realizaron a los 0, 10 y 20 días después de la aplicación (dda). Las variables evaluadas fueron, número de malezas, porcentaje de control y porcentaje de emergencia en maíz. En el estudio se registraron cinco malezas, que fueron las más predominantes *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *Digitaria* sp. *Echinochloa colona* (L.) Link, *Portulaca oleracea* y *Parthenium hysterophorus*. Con las aplicaciones de glufosinato de amonio se logró niveles de control mayor o igual al 93% desde los 10 dda sobre la maleza *Echinochloa colona*, *Digitaria ciliaris* y para *Digitaria* sp. el mejor control (98%) fue con diuron + paraquat. Para *Portulaca oleracea* los herbicidas diuron + paraquat controlaron en un 99% a la maleza desde los 10 dda. La maleza *Parthenium hysterophorus* fue controlada en un 100% con la aplicación de glufosinato de amonio solo y en mezcla con s-metolaclor. Palabras Clave: Control químico, herbicidas, densidad de población.

SUMMARY

Corn is one of the main crops in Mexico. Direct sowing is generated in an agricultural system that avoids implementing traditional soil aging practices (fallow, tracking and furrowing). When planting a crop on a vegetation cover it is necessary to use herbicides suitable to control weeds, this will allow the development and production of the crop. Therefore, the objective of the study was to determine the efficiency of four herbicides post-emergent to weeds and in pre-emergence to corn crop. The study was conducted in Tlayacapan, Morelos, Mexico under irrigation conditions. The treatments were: 1) control without application; 2) glufosinate

ammonium + s-metolachlor; 3) glufosinate ammonium; 4) Diuron + paraquat. Sampling was performed at 0, 10 and 20 days after application (daa). The variables evaluated were, number of weeds and percentage of control. Five weeds were recorded in the study, which were the most predominant *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *Digitaria* sp. *Echinochloa colona* (L.) Link, *Portulaca oleracea* and *Parthenium hysterophorus*. With the applications of glufosinate ammonium, control levels greater than or equal to 93% were achieved from 10 daa on the weed *Echinochloa colona*, *Digitaria ciliaris* and for *Digitaria* sp. the best control (98%) was with diuron + paraquat. For *Portulaca oleracea* the herbicides diuron + paraquat controlled 99% of the weeds from 10 daa. The *Parthenium hysterophorus* weed was 100% controlled with the application of glufosinate ammonium alone and in mixture with s-metolachlor.

Keywords: Chemical control, herbicides, population density.

BIODIVERSIDAD Y EFICIENCIA EN EL CONTROL DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE AGAVE POR HERBICIDAS Y COBERTERAS

L.X. Zelaya-Molina¹, I.F. Chávez-Díaz¹, S. Ruiz-Ramírez², M.A. Aragón-Magadán¹, J.A. Urrieta-Velázquez³, C.O. Puente-Valenzuela³, R. Vega⁴, R. Gómez-Salcedo⁵.

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Blvd. de la Biodiversidad No. 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

zelaya.lily@inifap.gob.mx, chavez.fernando@inifap.gob.mx,
aragon.marco@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad No. 2470, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

ruiz.santiago@inifap.gob.mx

³CENID RASPA-INIFAP, Km. 6.5 Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. urrieta.jose@inifap.gob.mx, puente.cristo@inifap.gob.mx

⁴ Rancho San Nicolás, San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco. C.P. 47190.

vegaop10@gmail.com

⁵CuCosta-UdG, Av. Universidad #203, Puerto Vallarta, Jalisco. C.P. 48280.

rodrigo.gomez3249@alumnos.udg.mx

Resumen: El agave es un cultivo que a cobrado importancia en los últimos años debido a la cantidad de divisas que genera para el país, no obstante, la información referente a la diversidad de arvenses asociados al cultivo y su control es escasa. En el presente trabajo se determinó la biodiversidad de arvenses asociados al cultivo de agave en Los Altos de Jalisco y se evaluó el efecto de tratamientos alternativos al glifosato como medios de control. La arvense con mayor presencia pertenece al género *Melampodium*, conocida comúnmente como hierba de sapo. Los tratamientos con mayor efecto sobre la diversidad de arvenses fueron la malla anti malezas, el herbicida natural Herbitech y el glufosinato.

Palabras clave: Alternativas al glifosato, malla cubre suelo, herbicida natural, biodiversidad de arvenses.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, dentro de los productos agrícolas más importantes del estado de Jalisco se encuentra el agave, cultivo que en 2020 tuvo una producción de 1,128,634.71 ton, y generó 24,649,678.04 millones de pesos (SIAP, 2021). Dentro del estado de Jalisco, una de las principales zonas productoras del agave azul es el denominado “triángulo de oro del agave”, que corresponde a la región de los Altos de Jalisco, la cual comenzó a producir agave a fines del siglo XIX y comprende una meseta entre los municipios de Atotonilco, Tepatitlán, San Ignacio Cerro Gordo, Arandas y Jesús María (VALENZUELA-ZAPATA, 2006). Actualmente, en esta región la industria del tequila da empleo a 70,000 personas, aporta 4200 millones de pesos anuales de recursos fiscales

a través del IEPS y genera 1300 millones de dólares a través de sus exportaciones (NAVARRO-DEL TORO, 2021).

En el cultivo de agave de la región de Los Altos, los arvenses son uno de los factores que limitan el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que representan una competencia por humedad, nutrientes, luz y espacio durante las etapas cruciales de crecimiento del cultivo, específicamente durante la época de lluvia, generando una reducción en número de hojas, biomasa y peso de la piña (MONROY-REYES *et al.*, 2005). Es por esto que el manejo de arvenses es una práctica agronómica esencial en este cultivo, pero la falta de información científica disponible sobre estas prácticas ocasiona que se apliquen dosis o productos inadecuados, así como productos que generen daños al agroecosistema y a la salud humana (MUÑOZ, 2021). Por ejemplo, en el estado de Jalisco se ha recomendado el empleo de herbicidas químicos que contengan como ingrediente activo: Bromacil + Diuron, Tebuthiuron, Acetoclor + Diuron, S-metolaclor + atrazina, Dimetenamida + atrazina, Quizalofop-p-e, Carfentrazone + Sethoxidim, Halosulfuron o Glifosato, dependiendo del tipo de arvense (hoja ancha, hoja angosta) presente (SALAMANCA-CAMACHO y MEDINA-OCEGUEDA, 2007).

Sin embargo, debido a la prohibición establecido por el gobierno mexicano de utilizar glifosato a partir de 2024, es necesario contar con alternativas que reemplacen el uso del glifosato, que permitan hacer un manejo adecuado de los arvenses, que sean eficientes y económicos y que no afecten a los cultivos de interés. Es por esto que el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia en el control de arvenses por herbicidas no selectivos (químicos y naturales) y coberteras vivas y sintéticas, en una parcela de producción de agave azul en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, para generar y validar alternativas al uso de glifosato en el cultivo de agave azul en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se estableció en Los Altos de Jalisco, en la localidad de San Ramón, en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, en el Estado de Jalisco, sito con las coordenadas 20° 41' 15.9" N, 102° 31' 01.4" W, a 1990 msnm.

Biodiversidad de arvenses. Previo a la distribución de tratamientos, se observó la totalidad del terreno cultivado con agave (0.5 ha); se generó un registro fotográfico, se cuantificaron y recuperaron en estado de floración los diferentes tipos de arvenses establecidas. Se procedió a la identificación de los mismos mediante la aplicación PlantNet (2013) para un primer acercamiento y se corroboró la identidad mediante comparación con las bases de datos de arvenses de CONABIO (HANAN y PICHARDO, 2009) y del ITIS por sus siglas en inglés (Sistema de Información Taxonómica Integrada). Posteriormente se calcularon los siguientes índices de biodiversidad: Abundancia absoluta (Aa) como el número total de especies presentes por sitio, riqueza específica mediante el índice de Margalef, $DMg = S - 1 / \ln N$ (en donde S= número de géneros, N: total de aislamientos); la diversidad alfa mediante el índice de Shannon, $H' = -\sum p_i (\log_2 p_i)$ (en donde p_i = proporción de géneros); la dominancia de Simpson, $\lambda S = 1 - \sum p_i^2$. Para la riqueza específica mediante el índice de Margalef se consideraron los parámetros: ≤ 1.9 no hay riqueza, 2-4.9 riqueza media, $5 \leq$ riqueza abundante; para la biodiversidad mediante el índice de Shannon o Biodiversidad α se consideró ≤ 1.9 diversidad baja, 2-3

diversidad media, $3.1 \leq$ diversidad alta y para la dominancia de Simpson cercano a 0 menor dominancia, cercano a 1 mayor dominancia (ASHMAWY *et al.*, 2019).

Establecimiento de los tratamientos. Los tratamientos que se establecieron se describen en el Cuadro 1, donde se indican los herbicidas químicos y orgánicos alternativos al glifosato y otros métodos de control de arvenses.

Eficiencia en el control de arvenses. La eficiencia se evaluó de forma cualitativa determinando la capacidad de cada uno de los tratamientos para limitar el crecimiento de los diferentes tipos de malezas. Con fines prácticos, para visualizar una matriz que identificara los tratamientos efectivos se designó la siguiente escala de efectividad: se calificaron como efectivos (3 puntos) en el caso de que a los 7 días se observará el tipo de arvense muerto, como medianamente efectivo (2) en caso de observar daños, pero no la muerte de la arvense y como no efectivos (1) cuando el tratamiento no generó ningún efecto.

Cuadro 1. Tratamientos alternativos al glifosato para el control de arvenses en el cultivo de Agave.

Tratamiento	Descripción	Dosis
1	Testigo, sin control	NA
2	Testigo, glifosato	2 L/ha
3	Glufosinato + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
4	Glufosinato + Fluazifop + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
5	Dicamba + 2,4-D + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
6	Atrazina + s-metolaclor + Sulfare y urea foliar	4 L/ha
7	Sec Natural	6.7 mL/L
8	SecBios	10 mL/L
9	Herbitech	10 mL/L
10	Malla antimaleza 130 g negro	Necesaria
11	Cobertera Trébol blanco holandés (<i>Trifolium repens</i>)	2 kg/ha
12	Manual con azadón	NA

Análisis de los datos: Los tratamientos constaron de cuatro repeticiones dispuestas en un diseño completamente aleatorizado, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre las medias de los datos obtenidos de la escala de efectividad, tomando en cuenta los tratamientos por los tipos de arvenses sobre los que tuvo efecto. Posteriormente se realizó una separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron un total de 12 especies arvenses diferentes en el sitio experimental, las cuales se mencionan en el Cuadro 2.

La abundancia absoluta (AA) de las arvenses encontradas muestra una mayor cantidad de presencia de *Melampodium* sp.; no obstante, al calcular la dominancia de Simpson se observa que, aunque *Melampodium* sp. es la especie con mayor abundancia no hay una dominancia aparente, por lo que, el efecto de las arvenses sobre el ecosistema agrícola está determinado por la totalidad de la diversidad de arvenses

encontrados. Por otra parte, la riqueza específica y la biodiversidad de arvenses son bajas, como es de esperarse en los sistemas agrícolas tecnificados.

Se observó un efecto significativamente mayor ($P \leq 0.05$) sobre los arvenses por parte de la maya cubre suelos, seguido por el herbicida natural Herbitech y por el glufosinato. En el Cuadro 3 se observan los datos de los efectos ejercidos por los tratamientos por cada tipo de arvense.

Cuadro 2. Identificación de los diferentes tipos de arvenses encontrados en el sitio experimental en Los Altos de Jalisco.

#	Género	Posible Especie	Nombre común	Common Name
1	<i>Melampodium</i>	<i>M. divaricatum</i> / <i>M. perfoliatum</i>	Botón de oro, hierba aguada, margarita, hierba de sapo / ojo de perico	Butter daisy / Perfoliate blackfoot
2	<i>Salvia</i>	<i>S. tiliifolia</i>	Chía cimarrona,	Lindenleaf sage
3	<i>Verbena</i> (Syn <i>Glandularia</i>)	<i>V. bipinnatifida</i>	Alfombrilla, hierba del aire, moradilla, panalillo, verbena	Purple prairie verbena, dakota mock vervain
4	<i>Digitaria</i>	<i>D. sanguinalis</i>	Pasto de cuaresma, pasto colchón, pata de gallina, pasto millán, pasto chato, gramilla	Purple crabgrass, hairy grass, large crabgrass, redhair crabgrass
5	<i>Sicyos</i>	<i>S. angulatus</i> / <i>S. deppei</i>	Chayotillo, amole, xomácol, pepino estrella	Wall bur cucumber, nimble-kate, star cucumber
6	<i>Setaria</i>	<i>S. parviflora</i> / <i>S. pumila</i>	Zacate sedoso, motilla, triguillo	Knotrion bristlegrass, marsh bristlegrass, bristly foxtail, cattail
7	<i>Chloris</i>	<i>C. virgata</i>	Barbas de indio, cebadilla, zacate mota, barba de chivo, paragüitas, zacate cola de zorro, pasto blanco, escobilla	Feather fingergrass, feather windmill grass, showy chloris
8	<i>Euphorbia</i>	<i>E. prostrata</i> / <i>E. indivisa</i>	Ciridoña, golondrina, hierba de la golondrina, glondrina serrana, siete colores	Ground spurge, blue weed, prostrate sandmat, postrate spurge
9	<i>Sonchus</i>	<i>S. asper</i>	Lechuguilla espinosa, cerraja, epzotillo, cardo, chicalotillo	Spiny sowthistle, prickly sowthistle, spiny-leaf sowthistle, perennial sowthistle
10	<i>Tagetes</i>	<i>T. lunulata</i> / <i>T. patula</i>	Flor de muerto, aceitilla, cempasúchil de campo, cocozatona	Red-crescent marigold,
11	<i>Cynodon</i>	<i>C. dactylon</i>	Zacate bermuda, bramilla, grama, zacate agrarista, zacate pata de gallo, grama de la costa, zacate borrego, gallitos, pata de perdiz	Devilgrass, gramma-seda, manienie, bermudagrass, motie molulu
12	<i>Mirabilis</i>	<i>M. jalapa</i>	Maravilla, Don Diego de noche, linda tarde, buenas noches, arrebola	Common four o'clock, marvel-of-Peru,

Los géneros y las posibles especies fueron determinadas mediante la aplicación PlantNet y corroboradas mediante las bases de datos de CONABIO e ITIS.

Cuadro 3. Índices de biodiversidad y efecto de tratamientos por tipo de arvense.

Arvenses	AA	Efectividad											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 <i>Melampodium</i>	133	1	3	3	2	1	2	3	3	3	3	2	1
2 <i>Salvia</i>	26	1	3	3	1	2	3	2	3	3	3	3	1
3 <i>Verbena</i>	23	1	3	3	1	2	2	3	2	3	3	2	1
4 <i>Digitaria</i>	97	1	1	1	1	1	3	2	1	2	3	2	1
5 <i>Sicyos</i>	78	1	3	3	2	1	2	3	3	3	3	1	1
6 <i>Setaria</i>	69	1	2	2	1	1	2	2	1	2	3	2	1
7 <i>Chloris</i>	86	1	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1
8 <i>Euphorbia</i>	9	1	3	3	1	1	3	2	2	3	3	2	1
9 <i>Sonchus</i>	15	1	2	2	2	1	2	2	2	1	3	2	1
10 <i>Tagetes</i>	49	1	3	3	2	2	3	3	1	3	3	2	1
11 <i>Cynodon</i>	72	1	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1
12 <i>Mirabilis</i>	2	1	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	1
Total individuos:	659	G	B	B	F	G	C	D	DE	B	A	E	G
Total especies (S):	12												
Riqueza específica	1.69												
Diversidad de Shannon	0.96												
Dominancia Simpson	0.13												

AA: Abundancia absoluta.

El código de colores en la columna de la abundancia absoluta muestra en color rojo los arvenses con mayor abundancia y en verde los que registraron menor abundancia.

El código de colores en las columnas de efectividad muestra en color rojo los tratamientos con mayor efecto por tipo de arvense y en verde los de menor efecto.

Las letras similares indican que los tratamientos no tienen diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Al evaluarse la eficiencia en el control de arvenses por herbicidas no selectivos (químicos y naturales) y coberteras vivas y sintéticas, en una parcela de producción de agave azul en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, se encontró que de los 12 tipos de arvenses presentes la arvense con mayor abundancia pertenece al género *Melampodium* (comúnmente conocida como hierba de sapo). Los tratamientos con mayor efectividad en eliminar la mayor diversidad de arvenses fueron la malla anti malezas, el herbicida natural Herbitech y el glufosinato; ya que causaron la muerte de siete a doce de las arvenses encontradas en la parcela de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- ASHMAWY AA; SHAHIM AA; ESMAIL SM; EL-NABY HA (2019). Virulence dynamics and diversity of *Puccinia striiformis* populations in Egypt during 2017//18 and 2018/19 growing season. JPPP. 10: 655-666.
- GOËAU, H., BONNET, P., JOLY, A., BAKIĆ, V., BARBE, J., YAHIAOUI, I., ... & PÉRONNET, A. (2013). PI@ ntnet mobile app. In Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia (pp. 423-424).
- HANAN ALIPI, A. M., & PICHARDO, J. M. (2009). Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tagetes-filifolia/fichas/ficha.htm>. (Acceso. 05 de noviembre de 2021).
- ITIS. Integrated Taxonomic Information System. 2019. [Internet]. Integrated Taxonomic Information System on-line database; [cited 2021 Nov 07]. Available from: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=126240#nu
- MONROY-REYES, B.; PIMIENTA-BARRIOS, E.; HURTADO-DE LA PEÑA, S. A.; GARCÍA-GALINDO, J. (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. Scientia-CUCBA 7(2):113-130.
- MUÑOZ, F. R. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas. Serie Informes Técnicos IRET No. 44. Universidad Nacional Costa Rica. - Heredia, Costa Rica
- NAVARRO-DEL TORO, G. J. (2021). El tequila para consumo nacional como una ventana de oportunidades para el pequeño productor agavero. RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración, 10(19): 22-41.
- SALAMANCA-CAMACHO, M. MEDINA-OCEGUEDA, S. 2007. Manejo de la maleza en plantaciones de agave tequilero. En: Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la zona de denominación de origen del tequila. (Rulfo-Vilchis, F. O.; Pérez-Domínguez, J. F.; del Real-Laborde, J. I.; Byerly-Murphy, K. F.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Guadalajara, Jalisco, 117-134.
- SIAP, SERVICIO DE INFORMACIÓN Y AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (2021) Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- VALENZUELA-ZAPATA, A. G. (2006). Agave azul. Historia por venir. Itinerarios culturales y rutas del patrimonio, Patrimonio cultural y turismo No. 15. (Aceves, B.; Iduet, F.). Conaculta, Cd. de México. 145-157.

Summary: Biodiversity and efficiency in the control of weeds in agave cultivation by herbicides and covers.

The agave is a crop that has gained importance in recent years due to the amount of foreign exchange it generates for the Mexican country, however, the information regarding the diversity of weeds associated with the crop and its control is scarce. In the present study, the biodiversity of weeds associated with agave cultivation in Los Altos de Jalisco was determined and the effect of alternative treatments to glyphosate as control media was evaluated. The weed with the highest presence

belongs to the genus *Melampodium* sp. commonly known as butter daisy. The treatments with the greatest effect on the diversity of weeds were the anti-weed ground cover, the natural herbicide Herbitech, and gluphosinate.

Key words: Alternatives to glyphosate usage, ground cover, natural herbicide, weeds biodiversity.

RESPUESTA FISIOLÓGICA DE PLANTAS DE AGAVE ANTE EL USO DE HERBICIDAS Y COBERTERAS PARA EL CONTROL DE ARVENSES

I.F. Chávez-Díaz¹, L.X. Zelaya-Molina¹, S. Ruiz-Ramírez², C.O. Puente-Valenzuela³, J.A. Urrieta-Velázquez³, R. Vega⁴, A. Barragán-Nava⁵, E. Plascencia-Ulloa⁵

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Blvd. de la Biodiversidad No. 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

zelaya.lily@inifap.gob.mx chavez.fernando@inifap.gob.mx,

²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad No. 2470, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

ruiz.santiago@inifap.gob.mx

³CENID RASPA-INIFAP, Km. 6.5 Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. urrieta.jose@inifap.gob.mx, puente.cristo@inifap.gob.mx

⁴Rancho San Nicolás, San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco. C.P. 47190.

vegaop10@gmail.com

⁵CuCosta-UdG, Av. Universidad #203, Puerto Vallarta, Jalisco. C.P. 48280.

andres.barragan3244@alumnos.udg.mx, esmeraldaplascenciaulloa@gmail.com

Resumen: El agave es un producto agrícola de alto valor comercial, no obstante, su producción puede llegar a tardar de 5 a 7 años. Dado su lento desarrollo es deseable que los métodos de manejo integrado incidan en promover el buen desarrollo de la planta. El objetivo del presente estudio fue observar la respuesta fisiológica en el desarrollo de las plantas de agave ante el efecto de diferentes métodos de control de arvenses propuestos como alternativas al uso de glifosato. El trébol blanco holandés usado como cobertera viva, así como el uso de cobertura sintética para el control de arvenses, mostraron tener un efecto positivo sobre el desarrollo de la planta de agave.

Palabras clave: Puntas desprendidas, *Trifolium repens*, malla cubre suelos, herbicidas naturales.

INTRODUCCIÓN

La producción de tequila es una actividad económica de gran importancia para el sector primario de México. De 2015 a la fecha el consumo de agave azul (*Agave tequilana* Weber), para la producción de tequila y tequila 100% de agave, se incrementó en un 85.5%; esto es, de 788.9 a 1,464.0 miles de ton (CRT, 2021). Sin embargo, uno de los factores bióticos que limitan el crecimiento y desarrollo de las plantas de este cultivo son las arvenses, debido a la competencia por humedad, nutrientes, luz y espacio, afectando de forma negativa el número de hojas formadas, peso de biomasa (piña + hojas), y el peso de la piña de las plantas de agave (MONROY-REYES *et al.*, 2005); lo que repercute directamente en la producción de tequila. Esto ha ocasionado que el manejo de arvenses sea una práctica agronómica esencial en este cultivo; pero, a pesar de esto, existe poca información científica disponible sobre estas prácticas, lo que ocasiona que se apliquen

dosis o productos inadecuados de herbicidas generalmente químicos, que generan daños al ambiente, a los mismos cultivos y a la salud humana.

Desde hace muchos años, dentro de los herbicidas más empleados en la mayoría de los cultivos alrededor del mundo se encuentra el glifosato, que, aunque se comenta que su contribución en la producción de alimentos es innegable, con el tiempo se sabe que esos logros involucran un costo ambiental y en salud muy alto, que a largo plazo puede resultar muy negativo para el futuro de la humanidad (MUÑOZ, 2021). Además, aunque el principal mecanismo de los herbicidas, entre ellos el glifosato, se deriva del metabolismo diferencial entre especies de arvenses y plantas de cultivo, la acción de fitotoxicidad de los herbicidas químicos puede generar un daño al cultivo que generalmente se considera como mínimo o aceptable agronómicamente (PINTO DE CARVALHO *et al.*, 2009). No obstante, no existe información disponible sobre este aspecto en la mayoría de los cultivos incluyendo el cultivo de agave azul en México.

En diciembre de 2020 el gobierno mexicano estableció en el Diario Oficial de la Federación la prohibición de utilizar glifosato en la producción agrícola a partir de 2024. Por lo que es necesario contar con alternativas que reemplacen el uso del glifosato, que sean eficientes y económicos y que no afecten a los cultivos de interés. En el caso específico del cultivo de agave, la diversidad de ambientes y sistemas de producción en que se desarrolla genera la necesidad de contar con alternativas que permitan hacer un manejo adecuado de la maleza junto con la conservación de todos los elementos del agroecosistema y causando un daño nulo o mínimo en la producción de agave azul (SALAMANCA-CAMACHO y MEDINA-OCEGUEDA, 2007). Es por esto que el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta fisiológica de plantas de agave ante el uso de herbicidas no selectivos (químicos y naturales) y coberteras vivas y sintéticas en una parcela de producción de agave azul en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, para generar y validar alternativas al uso de glifosato en el cultivo de agave azul en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se estableció en Los Altos de Jalisco, en la localidad de San Ramón, en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, en el Estado de Jalisco, sitio con las coordenadas 20° 41' 15.9" N, 102° 31' 01.4" W, a 1990 msnm.

Establecimiento de los tratamientos. Los tratamientos que se establecieron se describen en el Cuadro 1, donde se indican los herbicidas químicos y orgánicos alternativos al glifosato y otros métodos de control de arvenses.

Respuesta fisiológica de la planta de agave ante el control de arvenses. Una forma indirecta de evaluar el rendimiento del agave en etapas tempranas es mediante el conteo de puntas de las pencas que se desprenden del cogollo, como una respuesta fisiológica de la planta hacia los tratamientos a los que es sometida. Al momento del establecimiento de los tratamientos, se marcaron las puntas desprendidas del cogollo hasta ese momento. Treinta días posteriores al establecimiento de los tratamientos, se contabilizaron las puntas desprendidas de cuatro plantas por cada repetición. Se calculó el radio de puntas desprendidas por cada repetición con respecto al control utilizando la fórmula $RPD = \text{Log}_e(\text{PDT}/\text{PDC})$, en donde RPD= radio de puntas desprendidas como respuesta fisiológica de la planta de agave al efecto de los tratamientos, PDT= promedio

de puntas desprendidas por tratamiento, PDC= promedio de puntas desprendidas en las plantas control (JOHNSON *et al.*, 2010).

Análisis de los datos. Los tratamientos se establecieron bajo un experimento completamente aleatorizado, cada tratamiento constó de cuatro plantas representativas sobre las que se realizaron las observaciones. Se corrieron las pruebas de homocedasticidad correspondientes sobre los datos obtenidos. Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre las medias de puntas desprendidas por las plantas de agave por tratamiento. Sobre los resultados obtenidos se realizó una prueba de separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Tratamientos alternativos al glifosato para el control de arvenses en el cultivo de Agave.

Tratamiento	Descripción	Dosis
1	Testigo, sin control	NA
2	Testigo, glifosato	2 L/ha
3	Glufosinato + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
4	Glufosinato + Fluazifop + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
5	Dicamba + 2,4-D + Sulfare y urea foliar	1.5 L/ha
6	Atrazina + s-metaclor + Sulfare y urea foliar	4 L/ha
7	Sec Natural	6.7 mL/L
8	SecBios	10 mL/L
9	Herbitech	10 mL/L
10	Malla antimaleza 130g negro	Necesaria
11	Cobertera Trebol blanco holandés (<i>Trifolium repens</i>)	2 kg/ha
12	Manual con azadón	NA

NA=No aplica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) sobre el desprendimiento de puntas en las pencas de las plantas de agave como respuesta fisiológica hacia el efecto de los diferentes tratamientos para el control de arvenses. Se observó que los tratamientos correspondientes a coberteras, deshierbe manual y herbicidas naturales tuvieron un efecto benéfico sobre el desprendimiento de puntas permitiendo un buen desarrollo de la planta significativamente mejor ($P \leq 0.05$) al observado en las plantas control (Cuadro 2). Mientras que los tratamientos con herbicidas sintéticos, en su totalidad retrasaron el desarrollo de la planta, por lo que se observó en promedio un menor desprendimiento de puntas en cada tratamiento (Cuadro 2).

Los resultados fueron plasmados en una gráfica de radios en donde es posible observar el efecto de cada uno de los tratamientos tomando como respuesta basal el promedio de puntas desprendidas por las plantas control (Figura 1). De esta manera se visualizó que los tratamientos que promovieron un desarrollo significativamente mayor

Cuadro 2. Promedio de puntas desprendidas en plantas de agave como respuesta fisiológica al efecto de tratamientos para el control de arvenses.

Trat	Descripción	Promedio PD
1	Testigo, sin control	2.06 ^D
2	Testigo, glifosato	1.38 ^F
3	Glufosinato + Sulfare y urea foliar	2.06 ^D
4	Glufosinato + Fluazifop + Sulfare y urea foliar	1.69 ^E
5	Dicamba + 2,4-D + Sulfare y urea foliar	1.75 ^E
6	Atrazina + s-metaclor + Sulfare y urea foliar	1.69 ^E
7	Sec Natural	2.63 ^B
8	SecBios	2.50 ^B
9	Herbitech	2.31 ^C
10	Malla antimaleza 130 g negro	3.19 ^{AB}
11	Cobertera Trebol blanco holandés (<i>Trifolium repens</i>)	3.50 ^A
12	Manual con azadón	2.63 ^B

PD: Puntas desprendidas

El código de colores indica en color rojo un menor promedio de puntas desprendidas y en color verde un mayor número de puntas desprendidas como respuesta fisiológica al efecto de los tratamientos alternativos al control de arvenses.

Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

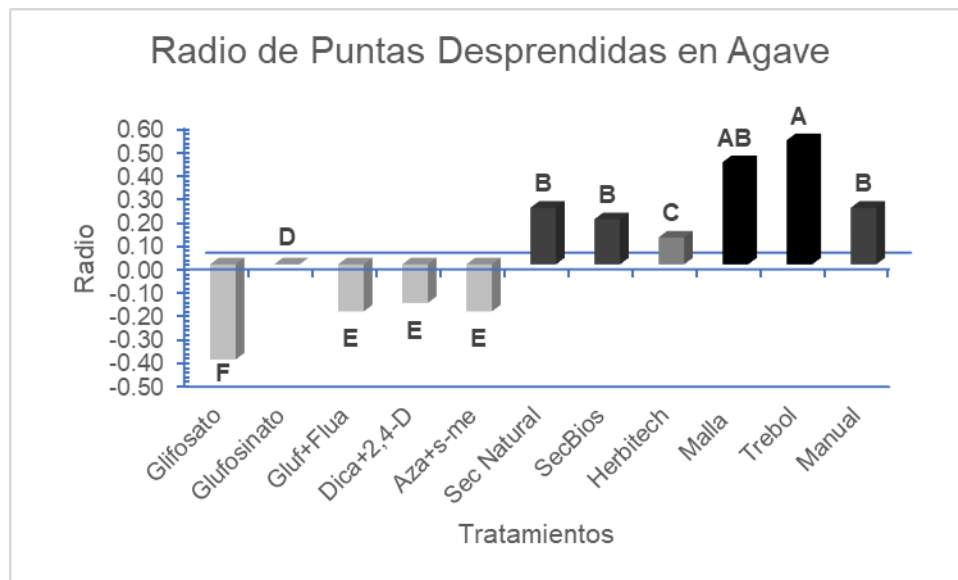


Figura 1. Radio de puntas desprendidas en plantas de agave como respuesta fisiológica al efecto de tratamientos para el control de arvenses. Las letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

($P \leq 0.05$) fueron la cobertera viva con Trébol blanco holandés y la malla cubre suelos, seguidos por los tratamientos manual y los herbicidas naturales Sec Natural y SecBios. Por su parte, el glifosato demostró ralentizar significativamente ($P \leq 0.05$) el desarrollo de las plantas de agave seguido por glufosinato + fluazifop (tratamiento 4) y atrazina + s-metolaclor (tratamiento 6).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son acordes a lo observado por otros autores. Es posible que la respuesta fisiológica observada en el tratamiento de cobertera viva usando trébol se deba a la capacidad del mismo de fijar pequeñas cantidades de nitrógeno atmosférico, trabajos como los desarrollados por FANG *et al.* (2021) demuestran la capacidad del trébol blanco y la microbiota nativa asociada a las plantas de cítricos para aportar hasta un 30% del nitrógeno necesario para el cultivo, por lo que es posible que suceda un fenómeno similar en el presente estudio. De forma similar NIU y *et al.* (2020) en un estudio reportan que a través del uso de coberturas plásticas en cultivo de maíz, se logró incrementar la capacidad de retención de agua, mejorar la arquitectura y actividad de las raíces e incrementar la actividad fotosintética, lo cual mejoró notablemente el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

La evaluación en la respuesta fisiológica de plantas de agave ante el uso de herbicidas no selectivos (químicos y naturales) y coberteras vivas y sintéticas en una parcela de producción de agave azul en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, para el control de arvenses en el cultivo de agave, permitió validar que el uso de trébol blanco como cobertera viva, así como el uso de malla antimaleza 130 g negro como cobertura sintética, tienen un efecto positivo directo sobre la respuesta fisiológica de la planta induciendo un mayor desarrollo en las plantas, al aumentar significativamente el número de puntas desprendidas en las pencas de las plantas de agave. Por el contrario, es importante señalar el efecto negativo generado por los herbicidas químicos glifosato, glufosinato+fluazifop y atrazina+s-metolaclor, cuyo empleo en la zona productora de Los Altos de Jalisco podría retrasar la producción de agave azul destinado a la industria tequilera de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- CONSEJO REGULADOR DEL TEQUILA (CRT). (2021). Consumo de agave para Tequila y Tequila 100% de agave. <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>
- FANG, L. HE, X. ZHANG, X. YANG, Y. LIU, R. SHI, S. SHI, X. ZHANG Y. 2021. A small amount of Nitrogen transfer from white clover to citrus seedling via common arbuscular mycorrhizal networks. *Agronomy*. 11:32. . <https://dx.doi.org/10.3390/agronomy11010032>.
- JOHNSON, N.C. WILSON, G.W.T. BOWKER, M.A. WILSON, J.A. MILLER, R.M. 2010. Resource limitation is a driver of local adaptation in mycorrhizal symbioses. *PNAS*. 107(05):2093-2098. doi/10.1073/pnas.0906710107.
- MONROY-REYES, B.; PIMIENTA-BARRIOS, E.; HURTADO-DE LA PEÑA, S. A.; GARCÍA-GALINDO, J. (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. *scientia-CUCBA* 7(2):113-130.
- MUÑOZ, F. R. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas. Serie Informes Técnicos IRET N° 44. Universidad Nacional Costa Rica. - Heredia, Costa Rica
- NIU, L. YAN, Y. HOU, P. BAI W., ZHAO, R. WANG, Y. LI, S. DU, T. ZHAO, M. SONG, J. ZHOU, W. 2020. Influence of plastic film mulching and planting density on yield, leaf anatomy, and root characteristics of maize on the Loess Plateau. *The crop journal*. 8:548-564. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.12.002>.
- PINTO DE-CARVALHO, S. J.; NICOLAI, M.; RODRIGUES-FERREIRA, R.; VARGAS DE OLIVEIRA-FIGUEIRA, A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. (2009). Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia agrícola*, 66 (1): 136-142.
- SALAMANCA-CAMACHO, M. MEDINA-OCEGUEDA, S. 2007. Manejo de la maleza en plantaciones de agave tequilero. En: Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la zona de denominación de origen del tequila. (Rulfo-Vilchis, F. O.; Pérez-Domínguez, J. F.; del Real-Laborde, J. I.; Byerly-Murphy, K. F.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Guadalajara, Jalisco, 117-134.

Summary: Physiological response of agave plants to the use of herbicides and covers for weed control.

Agave is an agricultural product of high commercial value; however, its production can take from 5 to 7 years. Given its slow development, integrated management methods should promote the good development of the plant. The objective of this study was to observe the physiological response in the development of agave plants to the effect of different weed control methods proposed as alternatives to the use of glyphosate. The white clover used as a living cover, as well as the use of synthetic ground cover for the control of weeds, shown to have a positive effect on the development of the agave plant.

Key words: Detached tips, *Trifolium repens*, ground cover, natural herbicides.

MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE LIMÓN EN GUANAJUATO, MÉXICO

Juan Carlos Delgado C.¹, Juan Carlos Delgado T.¹
¹Novus Consultoría y Servicios Especializados, S.C.
novus.cse1@gmail.com

Resumen: durante octubre y noviembre de 2021 se llevó a cabo un muestreo en los municipios de Apaseo El Grande, Celaya, Cuerámara y Pénjamo para determinar las especies de malezas asociadas al cultivo de limón en Guanajuato, México. Se encontraron al menos 138 especies diferentes, con predominancia de *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea purpurea*, *Euphorbia berteroana*, *Portulaca oleracea*, *Anoda cristata*, *Argemone ochroleuca*, *Chloris virgata*, *Parthenium hysterophorus*, *Solanum americanum*, *Bidens pilosa* y *Commelina coelestis*.

Palabras clave: limón, malezas, especies, producción

INTRODUCCIÓN

En México la producción de cítricos se ha vuelto realmente importante durante los últimos años, ya que las superficies de siembra se han incrementado dentro de la República Mexicana. En el caso específico del cultivo de limón, las variedades que se manejan principalmente son el persa (sin semilla) y el mexicano, que abastecen los mercados nacional e internacional. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el año 2020 reportó una superficie establecida de 207,838.07 hectáreas de limón a nivel nacional, con una producción de 2,851,426.94 toneladas, con un rendimiento promedio por hectárea de 15.40 toneladas, un precio medio rural de \$6,581.44/t y un valor de la producción de \$18,766,498.58 (miles de pesos). Los estados que destacan a nivel nacional en la producción de limón son Michoacán y Veracruz con 63,896.95 y 48,067.31 hectáreas, respectivamente. En Guanajuato este cultivo ocupa una superficie de unas 200 ha, pero se está promoviendo el establecimiento de huertos por parte de los gobiernos estatal y municipales, por lo que paulatinamente se abrirán nuevas áreas a la producción de este frutal. Las zonas que dominan la producción actualmente en Guanajuato son los municipios de Pénjamo, Cuerámara, Abasolo, Celaya, Apaseo el Grande, entre otros.

El proceso de producción del cultivo de limón en Guanajuato está influenciado en gran medida por la disponibilidad de agua y a la incidencia de diferentes problemas fitosanitarios conforme a las condiciones ambientales de cada zona. El ataque de plagas como el minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella*) y el psílido asiático (*Diaphorina citri*) junto con enfermedades como la mancha foliar (*Alternaria* sp.) son prevalentes en todas las áreas de producción. Pero sin duda el mayor componente fitosanitario está representado por una amplia gama de especies de malezas de hoja ancha y angosta que compiten con el cultivo por la disponibilidad de agua, luz, espacio y nutrientes. La competencia de las malezas con el cultivo dependerá de los planes de manejo de cada agricultor, pero sobre todo de los bancos de semillas puesto que muchas parcelas tienen

un historial de siembra de cultivos de cereales de grano pequeño o zonas recién abiertas a la producción, desmontadas, localizadas en pequeños lomeríos con abundante pedregosidad. Los daños de las malezas al cultivo de limón se reflejarán en un desarrollo limitado de las plantas y ser reservorios de plagas y enfermedades que originan focos de infestación.

Al ser la zona productora de limón de Guanajuato completamente nueva, a la fecha no se dispone de un listado de las especies de malezas que lo afectan, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar y enlistar las especies de malezas comunes que están asociadas a este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El muestreo se llevó a cabo durante los meses de octubre y noviembre de 2021 en los municipios de Apaseo el Grande, Celaya, Cuerámara y Pénjamo, Gto. como zonas más representativas de la producción de limón en el Estado. Se muestrearon 11 parcelas en los municipios indicados, pero específicamente en Pénjamo se considera el municipio más representativo, ya que se recorrió un huerto con 100 hectáreas de limón. Se realizaron recorridos en forma de zig-zag dentro de cada parcela o punto donde se registraron las especies de malezas presentes, la mayoría de ellas muy comunes, en la etapa de floración; mientras que las que no se pudieron reconocer a nivel de campo, se colectaron para su análisis en laboratorio.

Para el reconocimiento de especies se utilizó como referencia lo registrado en los diferentes fascículos de la Flora del Bajío, [Flora del Bajío \(inecol.mx\)](http://Flora%20del%20Bajio%20(inecol.mx)) y las fichas técnicas de la página de Malezas de México, [Malezas de Mexico - inicio Weeds of Mexico - home \(conabio.gob.mx\)](http://Malezas%20de%20Mexico%20-%20inicio%20Weeds%20of%20Mexico%20-%20home%20(conabio.gob.mx)); así como en lo establecido por Zamudio y Galván (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se registraron 138 especies de malezas diferentes, pertenecientes a 37 familias botánicas (tabla 1).

Las especies más comunes pertenecen a la familia Asteraceae, Poaceae, Malvaceae y Solanaceae, en proporciones de 22.46, 18.11, 7.24 y 6.52%, respectivamente.

Las malezas más frecuentes del cultivo de limón en Guanajuato son *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea purpurea*, *Euphorbia berteroana*, *Portulaca oleracea*, *Anoda cristata*, *Argemone ochroleuca*, *Chloris virgata*, *Parthenium hysterophorus*, *Solanum americanum*, *Bidens pilosa* y *Commelina coelestis*, presentes en más del 50% de los puntos muestreados. Asimismo, representan una amenaza para la producción en esta zona, en virtud de las dificultades que se tienen para el manejo de algunas de ellas.

De acuerdo con los antecedentes de trabajos previos de los autores en otros cultivos en la zona agrícola de Guanajuato, se registran por primera vez las malezas *Anoda thurberi*, *Crotalaria incana*, *Dichondra argentea*, *Euphorbia umbellulata*, *Funastrum cynanchoides*, *Hyparrhenia variabilis*, *Ipomoea cardiophylla*, *Heliotropium procumbens*, *Nicandra physalodes*, *Physalis solanacea*, *Solanum stoloniferum* y *Verbesina encelioides*.

Tabla 1. Especies de malezas asociadas al cultivo de Limón en Guanajuato

No.	Especie	Familia
1	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd	Mimosaceae
2	<i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell ex J. M. Coult.	Euphorbiaceae
3	<i>Acmella radicans</i> (Jacq.) R. K. Jansen	Asteraceae
4	<i>Adenophyllum cancellatum</i> (Cass.) Villareal	Asteraceae
5	<i>Aldama dentata</i> Llave & Lex	Asteraceae
6	<i>Alternanthera caracasana</i> Kunth	Amaranthaceae
7	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
8	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae
9	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlttdl.	Malvaceae
10	<i>Anoda thurberi</i> A. Gray	Malvaceae
11	<i>Apodanthera undulata</i> A. Gray	Cucurbitaceae
12	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Papaveraceae
13	<i>Bacopa procumbens</i> (Mill.) Greenm.	Plantaginaceae
14	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Asteraceae
15	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
16	<i>Boerhavia coccinea</i> P. Mill.	Nyctaginaceae
17	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	Poaceae
18	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	Verbenaceae
19	<i>Bouteloua triaena</i> (Trin. ex Spreng.) Scribn.	Poaceae
20	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) A. S. Hitchc.	Poaceae
21	<i>Brassica nigra</i> (L.) W. D. J. Koch	Brassicaceae
22	<i>Calyptocarpus vialis</i> Less.	Asteraceae
23	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Poaceae
24	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae
25	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae
26	<i>Chenopodium murale</i> L.	Chenopodiaceae
27	<i>Chloris chloridea</i> (J. Presl) A. Hitchc.	Poaceae
28	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Poaceae
29	<i>Commelina coelestis</i> Willd.	Commelinaceae
30	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
31	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Asteraceae
32	<i>Crotalaria incana</i> L.	Fabaceae
33	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	Fabaceae
34	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	Lythraceae
35	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson	Apiaceae
36	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae
37	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
38	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

39	<i>Datura quercifolia</i> Kunth	Solanaceae
40	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf	Poaceae
41	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Convolvulaceae
42	<i>Dicliptera peduncularis</i> Nees	Acanthaceae
43	<i>Dissodia papposa</i> (Vent.) A. S. Hitchc.	Asteraceae
44	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae
45	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
46	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae
47	<i>Eragrostis curvula</i> (Schrader) Nees	Poaceae
48	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	Poaceae
49	<i>Eriochloa acuminata</i> (J. Presl) Kunth	Poaceae
50	<i>Euphorbia berteroana</i> Balb. ex Spreng.	Euphorbiaceae
51	<i>Euphorbia cuphosperma</i> (Engelm.) Boiss.	Euphorbiaceae
52	<i>Euphorbia umbellulata</i> Engelm. ex Boiss.	Euphorbiaceae
53	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr	Asteraceae
54	<i>Funastrum cynanchoides</i> (Decne.) Schltr.	Apocynaceae
55	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae
56	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pavón	Asteraceae
57	<i>Gaura coccinea</i> Nutt. ex Pursh.	Onagraceae
58	<i>Gomphrena serrata</i> L.	Amaranthaceae
59	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.	Asteraceae
60	<i>Heliotropium procumbens</i> Mill.	Boraginaceae
61	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Malvaceae
62	<i>Hilaria belangeri</i> (Steud.) Nash	Poaceae
63	<i>Hyparrhenia variabilis</i> Stapf	Poaceae
64	<i>Ipomoea cardiophylla</i> A. Gray	Convolvulaceae
65	<i>Ipomoea costellata</i> Hallier f.	Convolvulaceae
66	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	Convolvulaceae
67	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae
68	<i>Ixophorus unisetus</i> (J. Presl) Schldt.	Poaceae
69	<i>Kallstroemia rosei</i> Rydb.	Zygophyllaceae
70	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae
71	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae
72	<i>Leptochloa panicea</i> (Retz.)	Poaceae
73	<i>Leptochloa uninervia</i> (J. Presl) Hitchc. & Chase	Poaceae
74	<i>Lippia queretarensis</i> Kunth	Verbenaceae
75	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae
76	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae
77	<i>Malvella leprosa</i> (Ortega) Krapov.	Malvaceae
78	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae
79	<i>Melampodium divaricatum</i> (L. C. Rich.) DC.	Asteraceae
80	<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	Asteraceae
81	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	Asteraceae

XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

82	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Poaceae
83	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Sterculiaceae
84	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Loasaceae
85	<i>Mirabilis viscosa</i> Cav.	Nyctaginaceae
86	<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G. Don	Malvaceae
87	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Solanaceae
88	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae
89	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae
90	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Asteraceae
91	<i>Paspalum prostratum</i> Scribn. & Merr.	Poaceae
92	<i>Paspalum pubiflorum</i> Rupr. ex. E. Fourn.	Poaceae
93	<i>Perityle microglossa</i> Benth.	Asteraceae
94	<i>Phyllanthus compressus</i> Kunth	Phyllanthaceae
95	<i>Physalis solanacea</i> (Schltdl.) Axelius	Solanaceae
96	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	Phytolaccaceae
97	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae
98	<i>Polygonum persicaria</i> L.	Polygonaceae
99	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
100	<i>Proboscidea louisianica</i> (P. Mill.) Thell.	Martyniaceae
101	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	Fabaceae
102	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
103	<i>Ruellia lactea</i> Cav.	Acanthaceae
104	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae
105	<i>Salvia reflexa</i> Hornem.	Lamiaceae
106	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Lamiaceae
107	<i>Sanvitalia angustifolia</i> Engelm. ex A. Gray	Asteraceae
108	<i>Sechiopsis triquetra</i> (Ser.) Naud.	Cucurbitaceae
109	<i>Senecio salignus</i> DC.	Asteraceae
110	<i>Setaria adhaerens</i> (Forssk.) Chiov.	Poaceae
111	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
112	<i>Sida spinosa</i> L.	Malvaceae
113	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	Asteraceae
114	<i>Simsia lagascaeformis</i> DC.	Asteraceae
115	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae
116	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae
117	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Solanaceae
118	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae
119	<i>Solanum pinnatisectum</i> Dunal	Solanaceae
120	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Solanaceae
121	<i>Solanum stoloniferum</i> Schltdl. & Bouché	Solanaceae
122	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae
123	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae
124	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae

125	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don	Malvaceae
126	<i>Stachys boraginoides</i> Cham. & Schldl.	Lamiaceae
127	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.	Asteraceae
128	<i>Taraxacum officinale</i> G. H. Weber ex Wigg.	Asteraceae
129	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Acanthaceae
130	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Asteraceae
131	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae
132	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae
133	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae
134	<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt.	Verbenaceae
135	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray	Asteraceae
136	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	Hydrophyllaceae
137	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae
138	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	Asteraceae

El listado de malezas encontradas en el cultivo de limón servirá de base para los planes de manejo futuros, ya sea que se conserve o se incremente la superficie establecida en Guanajuato, pero en todo caso también servirá para determinar variaciones en la flora a lo largo de los años.

CONCLUSIONES

- En el cultivo de limón en el estado de Guanajuato se pueden encontrar al menos 138 especies de malezas diferentes.
- Las malezas más comunes del cultivo de limón en Guanajuato son *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea purpurea*, *Euphorbia berteroana*, *Portulaca oleracea*, *Anoda cristata*, *Argemone ochroleuca*, *Chloris virgata*, *Parthenium hysterophorus*, *Solanum americanum*, *Bidens pilosa* y *Commelina coelestis*.
- Este listado inicial de malezas en el cultivo de limón será una referencia para los planes de manejo y permitirá determinar las variaciones de la flora a lo largo de los años de producción del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a los Ings. Osbelia Martínez Aguilar, Salvador Cruz Martínez y Azalea Orozco González, personal técnico del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato por el apoyo brindado para realizar los recorridos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

SIAP. (2021). Cierre de la producción agrícola. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (consulta noviembre 2021)

URL, HEIKE VIBRANS, Malezas de México. CP-CONABIO-SEMARNAT

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

ZAMUDIO, S.; R. GALVÁN V. (2011). La diversidad vegetal del Estado de Guanajuato, México. Fascículo Complementario XXVII. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. INECOL. 101 p.

Summary: During October and November 2021 it was carried out a sampling at municipalities of Apaseo El Grande, Celaya, Cuerámara and Pénjamo, Guanajuato, México to determine the weed species in lemon crop. At least 138 weed species associated to lemon crop were registered, mainly *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea purpurea*, *Euphorbia berteriana*, *Portulaca oleracea*, *Anoda cristata*, *Argemone ochroleuca*, *Chloris virgata*, *Parthenium hysterophorus*, *Solanum americanum*, *Bidens pilosa* and *Commelina coelestis*.

Key words: lemon, weeds, species, production

ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN NARANJA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

V. A. Esqueda Esquivel¹, C. Matilde Hernández², J. F. Enríquez Quiroz³, U. A. Díaz Zorrilla²

¹Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Medellín, Ver. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP. Km 4.5 carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Tlapacoyan, Ver. matilde.cristian@inifap.gob.mx, diaz.ulises@inifap.gob.mx

³Campo Experimental La Posta. CIRGOC. INIFAP. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Medellín, Ver. enriquez.javier@inifap.gob.mx

Resumen: En el estado de Veracruz, el herbicida glifosato se utiliza entre tres y seis ocasiones al año para controlar las malezas en las plantaciones de cítricos, favoreciendo el desarrollo de malezas resistentes. Además, el uso de este herbicida se prohibirá en México en 2024, por lo que es necesario encontrar alternativas para sustituirlo. El objetivo de este experimento fue determinar la efectividad en el control de malezas, de herbicidas convencionales y naturales, que pudieran utilizarse en vez del glifosato en plantaciones de naranja. El experimento se estableció en septiembre de 2021 en una huerta de naranja Valencia de 33 años de edad, en el municipio de Martínez de la Torre, Ver. Se utilizó el diseño en franjas con cuatro repeticiones. Se evaluaron 13 tratamientos: glifosato, paraquat, glufosinato, saflufenacil + paraquat, diurón + paraquat, saflufenacil + glufosinato, diurón + glufosinato, carfentrazone + glufosinato, Sec Natural, Herbitech, Sec Bios, bromacil + diurón y un testigo sin aplicar. Se evaluó el control de maleza y la toxicidad a la naranja a los 14 y 29 días después de la aplicación (DDA). Considerando el control global de malezas, se determinó que, paraquat (500 g/ha) y las mezclas diurón + paraquat (400 + 500 g/ha) y saflufenacil + paraquat (30.1 + 500 g/ha), podrían utilizarse para sustituir al glifosato hasta los 14 DDA, mientras que a los 29 DDA solamente la mezcla de bromacil + diurón podría sustituirlo. No se observaron daños en los árboles de naranja debido a la aplicación de los herbicidas.

Palabras clave: herbicidas convencionales, herbicidas naturales, eficiencia, toxicidad.

INTRODUCCIÓN

La infestación de malezas es uno de los factores que más impactan en forma negativa la producción de naranja en el estado de Veracruz. Aunque existen diversos métodos manuales y mecánicos para su control, más del 95% de los productores utilizan el herbicida glifosato para combatir las malezas, ya que es un producto con actividad

eficiente contra especies anuales y perennes. Se utiliza de tres a seis veces por año en dosis de 720 a 1,440 g de ingrediente activo por hectárea (FERNÁNDEZ-LAMBERT *et al.*, 2017; PALMA-BAUTISTA *et al.*, 2019).

Glifosato es un herbicida no selectivo y no residual, que actúa en la ruta del ácido shikímico, mediante la inhibición de la síntesis de los aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina y triptófano (SZÉKÁCS y DARVAS, 2012; KOMIVES y SCHRÖDER, 2016). El uso continuo y repetido de glifosato en las huertas de cítricos ha traído como consecuencia la aparición en México de siete biotipos de malezas que han desarrollado resistencia a este herbicida: *Leptochloa virgata*, *Bidens pilosa*, *Eleusine indica*, *Amaranthus palmeri*, *Parthenium hysterophorus*, *Chloris barbata* y *Aster squamatus* (BRACAMONTE *et al.*, 2018; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ *et al.*, 2019; PALMA-BAUTISTA *et al.*, 2019; HEAP, 2021). La mayoría de ellas se encuentran en plantaciones de cítricos.

En vista del creciente problema sobre el desarrollo de biotipos de malezas resistentes a glifosato en huertas de cítricos tanto en México, como en el mundo (SINGH y SINGH, 2004; PÉREZ-LÓPEZ *et al.*, 2014), se ha realizado investigación para buscar métodos químicos alternativos. En Florida, JHALA *et al.* (2013) indicaron que la mezcla de tanque de saflufenacil con glufosinato de amonio tuvo mayor efectividad en malezas gramíneas y de hoja ancha, que el glifosato solo. En huertas de limón persa del estado de Veracruz, la aplicación de glufosinato de amonio y la mezcla de paraquat con diurón, ofrecieron un control de *L. virgata*, significativamente superior que el glifosato (PÉREZ-LÓPEZ *et al.*, 2014). En España, los herbicidas glufosinato de amonio y paraquat aplicados solos, mostraron controles de *E. indica* entre 15 y 20% superiores a los obtenidos con glifosato (ALCÁNTARA *et al.*, 2016).

Además del problema agronómico y económico que representa la presencia de biotipos resistentes a glifosato, en México se prohibirá completamente el uso de este herbicida a partir de 2024 (SEGOB, 2020). Esta prohibición plantea un serio reto para los productores de naranja, al eliminar la principal herramienta utilizada para el control de malezas, ya que en un corto periodo de tiempo deberán encontrarse o desarrollarse estrategias que provean un control eficiente y rentable de las malezas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar alternativas eficientes de control químico de malezas para sustituir al herbicida glifosato en plantaciones de naranja en el estado de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento en una plantación de naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck), ubicada en el rancho Lomas de Arena, localizado a los 20°08'15.45" de latitud Norte, 97°06'6.16" de longitud Oeste, a una altitud de 103 m, en el municipio de Martínez de la Torre, Ver. Los árboles están sembrados en el sistema de marco real con 8 m de distancia entre hileras y 4 m entre árboles a lo largo de la hilera. La plantación tiene una edad de 33 años, aunque en abril de 2019 se le dio una poda de rejuvenecimiento, por lo que, en la actualidad, los árboles miden entre 3 y 4 m de altura. Se evaluaron 13 tratamientos en franjas, los cuales se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de naranja Valencia.

No.	Tratamiento	Dosis
1	Glifosato (testigo regional)	900 g/ha
2	Paraquat	500 g/ha
3	Glufosinato de amonio	225 g/ha
4	Saflufenacil + paraquat	30.1 + 500 g/ha
5	Diurón + paraquat	400 + 500 g/ha
6	Saflufenacil + glufosinato de amonio	30.1 + 225 g/ha
7	Diurón + glufosinato de amonio	400 + 225 g/ha
8	Carfentrazone + glufosinato de amonio	20 + 225 g/ha
9	Sec Natural	1 L/150 L de agua
10	Herbitech	1 L/100 L de agua
11	<u>Sec Bios</u>	1 L/100 L de agua
12	Bromacil + diurón	1200 + 1200 g/ha
13	Testigo sin aplicación	-

Las franjas se ubicaron entre dos hileras de naranja y tuvieron un ancho de 4.5 m y una longitud de 40 m (180 m²). Los herbicidas se aplicaron el 21 de septiembre de 2021 en forma dirigida a la maleza, cuya altura variaba entre 25 y 75 cm. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila equipada con un aguilón con cuatro boquillas de abanico plano 8003, que proporcionó un gasto de 323 L de solución por hectárea. A los tratamientos del 1 al 12 se les agregó el surfactante ADP (alkil fenol) en dosis de 200 mL/100 L de agua.

Antes de la aplicación se evaluó visualmente la cobertura de malezas en cuatro puntos de todas las unidades experimentales. También se determinó la densidad de población de malezas mediante conteos realizados en el interior de un cuadro de 1 m x 1 m, lanzado al azar en cuatro puntos de la franja correspondiente al testigo sin aplicar (ESQUEDA, 2011). Se realizaron evaluaciones visuales del control de malezas y la toxicidad a la naranja a los 14 y 29 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). 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. La evaluación se realizó sobre las principales especies de malezas y también se estimó un control que incluyó a todas las especies en conjunto. A su vez, para el caso de toxicidad a la naranja, 0 significó que los tratamientos no causaron ningún daño al cultivo y 100 que las plantas de naranja fueron eliminadas completamente (ALEMÁN, 2004; ESQUEDA *et al.*, 2010). Cada franja se dividió imaginariamente en cuatro subparcelas, en cada una de las cuales se realizaron las evaluaciones.

Para homogenizar las varianzas, los datos de control de malezas fueron transformados a su valor de arcoseno, como lo recomiendan GOMEZ y GOMEZ (1984). 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

Al momento de la aplicación de los tratamientos, la cobertura de las malezas en los diferentes tratamientos era de 100% (datos no mostrados). En el lote experimental se identificaron seis especies de malezas, pertenecientes a dos familias botánicas. Se cuantificó una población de malezas de 890,000 plantas/ha, siendo el zacate pelo de conejo [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], el zacate frente de toro (*Digitaria* sp.), el mozote blanco (*Bidens pilosa* L.), el zacate cola de zorra (*Leptochloa* sp.) y la hierba ceniza (*Lagascea mollis* Cav.), las especies dominantes.

En la primera evaluación, a los 14 DDA (Tabla 2), los controles más altos (>90%) de *C. dactylon* se obtuvieron con paraquat y las mezclas de diurón + paraquat y saflufenacil + paraquat, mientras que, con glifosato el control fue ligeramente inferior a 80%. En el resto de los tratamientos los controles fueron malos o muy malos (18.3 a 66.3%); esta especie se considera de difícil control, ya que además de producir semillas viables, se reproduce por estolones y rizomas (GRICHAR y BOSWELL, 1989). Siete tratamientos: diurón + paraquat, paraquat, diurón + glufosinato, bromacil + diurón, glifosato, saflufenacil + paraquat y carfentrazone + glufosinato tuvieron controles superiores a 90% de *Digitaria* sp. Para *B. pilosa*, seis tratamientos tuvieron controles superiores a 95%, entre los cuáles, las mezclas de saflufenacil + paraquat, carfentrazone + glufosinato y bromacil + diurón la controlaron totalmente. Glifosato sólo ofreció un control de esta especie de 45%; cabe resaltar que esta especie ha desarrollado biotipos con resistencia a este herbicida en México (ALCÁNTARA-DE LA CRUZ *et al.*, 2016), lo cual puede ser el caso de la población de este experimento.

Tabla 2. Control de malezas (%) y toxicidad a la naranja (%) a los 14 DDA.

Tratamiento	Cd	D sp.	Bp	L sp.	Lm	Total	Tx
Glifosato	78.3 bc	91.3 a	45.0 d	92.5 a	96.3 a	65.0 b	0
Paraquat	98.8 a	95.8 a	87.5 bc	94.5 a	99.5 a	90.0 a	0
Glufosinato	57.5 c	81.3 bc	76.3 c	85.0 abc	100.0 a	30.0 cd	0
Saflufenacil + paraquat	92.5 ab	91.3 ab	100.0 a	93.8 a	100.0 a	88.0 a	0
Diurón + paraquat	95.3 ab	96.5 a	98.3 a	95.3 a	100.0 a	90.0 a	0
Saflufenacil + glufosinato	62.5 c	60.0 de	98.3 a	52.5 de	100.0 a	40.0 c	0
Diurón + glufosinato	66.3 c	92.5 a	97.0 ab	90.0 ab	100.0 a	40.0 c	0
Carfentrazone + glufosinato	61.3 c	91.3 ab	100.0 a	90.0 ab	100.0 a	65.0 b	0
Sec Natural	18.8 d	55.0 e	77.5 c	47.5 de	55.0 c	20.0 d	0
Herbitech	21.3 d	73.8 cd	22.5 e	70.0 cd	95.0 a	30.0 cd	0
Sec Bios	57.5 c	73.8 cd	55.0 d	76.3 bc	85.0 b	20.0 d	0
Bromacil + diurón	57.5 c	92.5 a	100.0 a	91.3 ab	100.0 a	70.0 b	0
Testigo sin aplicar	0.0 e	0.0 f	0.0 f	0.0 f	0.0 d	0.0 e	0

Cd = *Cynodon dactylon*, D sp. = *Digitaria* sp., Bp = *Bidens pilosa*, L. sp. = *Leptochloa* sp., Lm = *Lagascea mollis*, Tx = Toxicidad a la naranja. 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.

Los herbicidas naturales mostraron controles entre regulares y muy malos de esta especie (22.5 a 77.5%). Para *Leptochloa* sp. se encontraron siete tratamientos con controles superiores a 90%, similares al ofrecido por glifosato, destacando la mezcla de diurón + paraquat y paraquat. Diez de los 13 tratamientos, incluyendo el herbicida natural Herbitech tuvieron controles de 95% o superiores de *L. mollis*; a su vez, el control con

Sec Bios fue de 85% y con Sec Natural de 55%. Al considerar el control total, los mejores controles se observaron en las franjas tratadas con paraquat y las mezclas de diurón + paraquat y saflufenacil + paraquat, cuyos valores fueron de 90% o ligeramente menores. En el resto de los tratamientos, los controles fueron desde regulares hasta muy malos (20 a 70%). Debido a que al momento de la aplicación se tuvo el cuidado de que las soluciones herbicidas no llegaran al follaje de los árboles de naranja, no se ocasionó toxicidad a los mismos.

En la segunda evaluación, a los 29 DDA (Tabla 3) en la mayoría de los tratamientos se observó una reducción en el control de *C. dactylon* con respecto a la primera evaluación. Solamente con el tratamiento de glifosato se tuvo un incremento significativo en el control de esta especie, aunque éste fue estadísticamente semejante al control que se obtuvo con paraquat y saflufenacil + paraquat. Para *Digitaria* sp. solamente las mezclas de diurón + paraquat, bromacil + diurón, glifosato y paraquat mantuvieron controles superiores a 90%. El control de *B. pilosa* se mantuvo superior a 90% con los mismos tratamientos indicados en la primera evaluación, manteniendo dos de ellos un control total de esta especie. Se tuvieron controles iguales o superiores a 90% de *Leptochloa* sp. con glifosato, paraquat, diurón + paraquat, bromacil + diurón y carfentrazone + glufosinato. El control de *L. mollis* se mantuvo o se redujo sólo muy ligeramente en comparación con la primera evaluación. Glifosato fue tratamiento con el mayor control total de malezas (90%), siendo estadísticamente semejante al control proporcionado por la mezcla de bromacil + diurón, la cual, a su vez, fue semejante a la mezcla de diurón + paraquat, cuyo control total fue de 80%. En el resto de los tratamientos el control varió entre 25 y 65%. No se observó toxicidad en la naranja ocasionada por los tratamientos herbicidas.

Tabla 3. Control de malezas (%) y toxicidad a la naranja (%) a los 29 DDA.

Tratamiento	Cd	D sp.	Bp	L sp.	Lm	Total	Tx
Glifosato	91.3 a	93.8 ab	35.0 fg	92.5 a	96.3 abc	90.0 a	0
Paraquat	86.3 ab	91.3 abc	88.8 c	91.3 a	98.8 ab	65.0 c	0
Glufosinato	27.5 de	62.5 d	66.3 d	75.0 bcd	92.5 bcd	30.0 e	0
Saflufenacil + paraquat	85.0 ab	85.5 c	98.8 a	88.0 ab	100.0 a	60.0 cd	0
Diurón + paraquat	68.8 bc	95.0 a	97.5 ab	91.3 a	98.8 ab	80.0 b	0
Saflufenacil + glufosinato	22.5 de	40.0 e	97.5 ab	47.5 e	100.0 a	25.0 e	0
Diurón + glufosinato	47.5 cd	87.5 bc	92.5 bc	86.3 abc	98.8 ab	35.0 e	0
Carfentrazone + glufosinato	23.8 de	89.3 abc	100.0 a	90.0 ab	100.0 a	50.0 d	0
Sec Natural	15.0 e	67.5 d	60.0 de	47.5 e	57.5 e	30.0 e	0
Herbitech	22.5 de	70.0 d	20.0 g	65.0 de	90.0 cd	35.0 e	0
<u>Sec Bios</u>	40.0 d	62.5 d	42.5 ef	70.0 cd	81.3 d	35.0 e	0
Bromacil + diurón	66.3 bc	95.0 a	100.0 a	91.3 a	100.0 a	85.0 ab	0
Testigo sin aplicar	0.0 f	0.0 f	0.0 h	0.0 f	0.0 f	0.0 f	0

Cd = *Cynodon dactylon*, D sp. = *Digitaria* sp., Bp = *Bidens pilosa*, L. sp. = *Leptochloa* sp., Lm = *Lagascea mollis*, Tx = Toxicidad a la naranja. 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: 1. El herbicida paraquat y

las mezclas diurón + paraquat y saflufenacil + paraquat, ofrecieron controles superiores a los del glifosato hasta los 14 DDA. 2. A los 29 DDA, solamente la mezcla de bromacil + diurón mantuvo controles semejantes a los del glifosato.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA, R.; FERNÁNDEZ, P.; SMEDA R. J.; ALVES, P. L.; DE PRADO, R. (2016). Response of *Eleusine indica* and *Paspalum distichum* to glyphosate following repeated use in citrus groves. *Crop Protection* 79:1-7.
- ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; DOMÍNGUEZ-MARTÍNEZ, P. A.; MARTINS da S., H.; CRUZ-HIPÓLITO, H. E.; PALMA-BAUTISTA, C.; VÁZQUEZ-GARCÍA, J. G.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; DE PRADO, R. (2019). Management of glyphosate-resistant weeds in Mexican citrus groves: Chemical alternatives and economic viability. *Plants* 8:325.
- ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; FERNÁNDEZ-MORENO, P. T.; OZUNA, C. V.; ROJANO-DELGADO, A. M.; CRUZ-HIPÓLITO, H. E.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; BARRO, F.; DE PRADO, R. (2016). Target and non-target site mechanisms developed by glyphosate-resistant hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.) populations from Mexico. *Frontiers in Plant Science* Volume 7 | Article 1492.
- ALEMÁN, F. (2004). Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- BRACAMONTE, E.; MARTINS da S., H.; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; CRUZ-HIPÓLITO, H. E.; DE PRADO, R. (2018). From tolerance to resistance: mechanisms governing the differential response to glyphosate in *Chloris barbata*. *Pest Management Science* 74:1118-1124.
- ESQUEDA, E. V. A. (2011). Glufosinato de amonio: efecto en las malezas de los cultivos de mango y papaya. p. 74-78. *In: XXXII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza*. Toluca, Edo. de Méx., México.
- ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A.; ROSAS-GONZÁLEZ, X.; BECERRA-LEOR, E. N. (2010). Evaluación de herbicidas residuales para el control de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(1):5-12.
- FERNÁNDEZ-LAMBERT, G.; AGUILAR-LASSERRE, A.; AZZARO-PANTEL, C.; MIRANDA ACKERMAN, M. A.; PURROY VÁZQUEZ, R.; PÉREZ-SALAZAR, M. R. (2017). Behavior patterns related to the agricultural practices in the production of Persian lime (*Citrus latifolia* Tanaka) in the seasonal grove. *Computers and Electronics in Agriculture* 116:162-172.
- GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd. ed. J. Wiley & Sons. New York, USA. 680 p.
- GRICHAR, J.; BOSWELL, T. E. (1989). Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control with postemergence herbicides in peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Technology* 3(2):267-271.
- HEAP, I. (2021). International Herbicide-Resistant Weed Database. <http://weedscience.org/Pages/filter.aspx> (consultado el 6 de noviembre de 2021).

- JHALA, A. J.; RAMIREZ, A. H. M.; SINGH, M. (2013). Tank mixing saflufenacil, glufosinate, and indaziflam improved burndown and residual weed control. *Weed Technology* 27:422-429.
- KOMIVES, T.; SCHRÖDER, P. (2016). On glyphosate. *Ecocycles* 2(2):1-8.
- PALMA-BAUTISTA, C.; GHEREKHLOOB, J.; DOMÍNGUEZ-MARTÍNEZ, P. A.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; CRUZ-HIPÓLITO, H. E.; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, H.; ROJANO-DELGADO, A. M.; DE PRADO, R. (2019). Characterization of three glyphosate resistant *Parthenium hysterophorus* populations collected in citrus groves from Mexico. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 155:1-7.
- 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.
- SEGOB (SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN). (2020). Diario Oficial de la Federación. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020 (consultado el 15 de mayo de 2021).
- SINGH, Z. S.; SINGH, M. (2004). Effect of growth stage on trifloxysulfuron and glyphosate efficacy in twelve weed species of citrus groves. *Weed Technology* 18(4):1031-1036.
- SZÉKÁCS, A.; DARVAS, B. (2012). Forty years with glyphosate. p. 247-284. *In*: HASANEEN, M. N. A. E. G. (ed.). *Herbicides – Properties, synthesis and control of weeds*. InTech. Rijeka, Croatia.

Summary: Alternatives to glyphosate for weed control in oranges in the state of Veracruz. In the state of Veracruz, the herbicide glyphosate is used between three and six times a year to control weeds in citrus groves, favoring the development of resistant weeds. In addition, the use of this herbicide will be banned in Mexico in 2024, so it is necessary to find alternatives to replace it. The objective of this experiment was to determine the effectiveness of conventional and natural herbicides in weed control that could be used instead of glyphosate in orange orchards. The experiment was established in September 2021 in a 33-year-old Valencia orange orchard, in the municipality of Martínez de la Torre, Ver. The strip design with four repetitions was used. Thirteen treatments were evaluated: glyphosate, paraquat, glufosinate, saflufenacil + paraquat, diuron + paraquat, saflufenacil + glufosinate, diuron + glufosinate, carfentrazone + glufosinate, Sec Natural, Herbitech, Sec Bios, bromacil + diuron and a weedy check. Weed control and orange toxicity were evaluated at 14 and 29 days after application (DAA). Considering the global control of weeds, it was determined that paraquat (500 g/ha) and the mixtures diuron + paraquat (400 + 500 g/ha) and saflufenacil + paraquat (30.1 + 500 g/ha) could be used to replace the glyphosate up to 14 DAA, while at 29 DAA only the bromacil + diuron mixture could replace it. No toxicity was observed in the orange trees due to the application of the herbicides.

Key words: conventional herbicides, natural herbicides, efficiency, toxicity

ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

V. A. Esqueda Esquivel¹, J. F. Enríquez Quiroz², C. Matilde Hernández³, U. A. Díaz Zorrilla³

¹Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Medellín, Ver. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

²Campo Experimental La Posta. CIRGOC. INIFAP. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Medellín, Ver. Enriquez.javier@inifap.gob.mx

³Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP. Km 4.5 carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Tlapacoyan, Ver. matilde.cristian@inifap.gob.mx, diaz.ulises@inifap.gob.mx

Resumen: En el estado de Veracruz, se utiliza extensivamente el glifosato para controlar las malezas en las plantaciones de cítricos, lo que ha ocasionado la aparición de biotipos de malezas resistentes. Además, el uso de este herbicida se prohibirá en México en 2024, por lo que es necesario encontrar alternativas para sustituirlo. El objetivo de este experimento fue determinar la efectividad en el control de malezas, de herbicidas convencionales y naturales, que pudieran utilizarse en vez del glifosato en plantaciones de limón persa. El experimento se estableció en septiembre de 2021 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 14 tratamientos: glifosato, paraquat, glufosinato, saflufenacil + paraquat, diurón + paraquat, saflufenacil + glufosinato, diurón + glufosinato, carfentrazone + paraquat, carfentrazone + glufosinato, Sec Natural, Herbitech, Sec Bios, saflufenacil + diurón y un testigo sin aplicar. Se evaluó el control de maleza y la toxicidad limón persa a los 14, 28 y 55 días después de la aplicación. Considerando el control global de malezas, se determinó que las mezclas de saflufenacil + paraquat (30.1 + 500 g/ha), el herbicida natural Herbitech (1 L/100 L de agua) y el glufosinato (225 g/ha), podrían utilizarse para sustituir al glifosato hasta los 28 DDA, requiriéndose después una aplicación complementaria para mantener un control eficiente de malezas. No se observaron daños en los árboles de limón persa debido a la aplicación de los herbicidas.

Palabras clave: herbicidas convencionales, herbicidas naturales, eficiencia, toxicidad.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas para la producción de cítricos, lo representa la presencia de malezas, ya que, si no son controladas oportuna y eficientemente, compiten por los nutrientes, la humedad del suelo y la luz solar, pudiendo ocasionar reducciones

considerables en el vigor y crecimiento, especialmente en plantaciones jóvenes (BEAN, 2020). Además de ocasionar competencia, las malezas interfieren con la realización de prácticas agrícolas y pueden ser hospederas de plagas y enfermedades, que posteriormente se transmiten a los cítricos (ROY *et al.*, 2015; GÓMEZ, 2016).

En las plantaciones de cítricos, los métodos más recomendados para eliminar las malezas son: manual, mecánico y químico. El control manual es lento, caro y poco práctico, mientras que el control mecánico, puede compactar el suelo, reduciendo el desarrollo del sistema radicular, por lo que se disminuye su capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo que se refleja en reducción de la producción (GONZÁLEZ y TULLO, 2019). Por otra parte, el control mediante pasos de rastra puede dañar las raíces fibrosas del cultivo cercanas a la superficie del suelo y ocasionar erosión del suelo, además de tener un control deficiente de malezas perennes (KANISSERY *et al.*, 2020).

El control químico de la maleza se puede realizar con herbicidas residuales aplicados al suelo, con herbicidas postemergentes no selectivos que actúan por contacto o son traslocables o con la mezcla de ambos (PRICE, 2015; GOMES *et al.*, 2016; FABER *et al.*, 2017; MALIK *et al.*, 2018). A pesar de las múltiples opciones existentes para el control químico de las malezas en las plantaciones de cítricos, en el estado de Veracruz, la aplicación de glifosato es el método predominante, utilizándose entre tres y seis veces por año (PÉREZ-LÓPEZ *et al.*, 2014).

El empleo extensivo de glifosato en las huertas de cítricos en el estado de Veracruz ha ocasionado una enorme presión de selección que ha favorecido la sobrevivencia y reproducción de biotipos que desarrollaron mutaciones que les proporcionaron resistencia a dicho herbicida. En México se han reportado siete biotipos de malezas resistentes a este herbicida, seis de los cuales se han encontrado en huertas de cítricos (HEAP, 2021).

Además del problema agronómico y económico que representa la presencia de biotipos resistentes a glifosato, en México se prohibirá completamente su uso a partir de 2024 (SEGOB, 2020). Esta prohibición plantea un serio reto para los productores de cítricos, al eliminar la principal herramienta utilizada para el control de malezas, ya que en un corto periodo de tiempo deberán encontrarse o desarrollarse estrategias que provean un control eficiente y rentable de las malezas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar alternativas eficientes de control químico de malezas para sustituir al herbicida glifosato en plantaciones de limón persa en el estado de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento en una plantación de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), ubicada en el rancho Santa Rosa, localizado a los 18°54'49" de latitud Norte, 96°14'25" de longitud Oeste, a una altitud de 69 m, en el municipio de Medellín, Ver. Los árboles están sembrados en el sistema de marco real con 6.5 m de distancia entre hileras y 5.5 m entre árboles a lo largo de la hilera. La plantación tiene una edad de dos años y las plantas tienen una altura de entre 2 y 3 m. Se utilizó el diseño de bloques al azar con 14 tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones. Entre los tratamientos se consideraron 10 de herbicidas convencionales, tres de herbicidas naturales y un testigo sin aplicar.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de limón persa.

No.	Tratamiento	Dosis
1	Glifosato (testigo regional)	900 g/ha
2	Paraquat	500 g/ha
3	Glufosinato de amonio	225 g/ha
4	Saflufenacil + paraquat	30.1 + 500 g/ha
5	Diurón + paraquat	400 + 500 g/ha
6	Saflufenacil + glufosinato de amonio	30.1 + 225 g/ha
7	Diurón + glufosinato de amonio	400 + 225 g/ha
8	Carfentrazone + paraquat	20 + 500 g/ha
9	Carfentrazone + glufosinato de amonio	20 + 225 g/ha
10	Sec Natural	1 L/150 L de agua
11	Herbitech	1 L/100 L de agua
12	<u>Sec Bios</u>	1 L/100 L de agua
13	Saflufenacil + diurón	30.1 + 1600 g/ha
14	Testigo sin aplicación	-

Las unidades experimentales se ubicaron entre dos hileras de limón persa y tuvieron un ancho de 6 m y una longitud de 10 m (60 m²). Los herbicidas se aplicaron el 3 de septiembre de 2021 en forma dirigida a la maleza, cuya altura variaba entre 10 y 40 cm. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila equipada con un aguilón con cuatro boquillas de abanico plano 8003, que proporcionó un gasto de 276 L de solución por hectárea. A los tratamientos del 1 al 13 se les agregó el surfactante ADP (alkil fenol) en dosis de 200 mL/100 L de agua.

Antes de la aplicación se evaluó visualmente la cobertura de malezas en todas las unidades experimentales. También se determinó la densidad de población de malezas mediante conteos realizados en el interior de un cuadro de 1 m x 1 m, lanzado al azar en las cuatro parcelas correspondientes a los testigos sin aplicar (ESQUEDA, 2011). Se realizaron evaluaciones visuales del control de malezas y la toxicidad al limón persa a los 14, 28 y 55 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). 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. La evaluación se realizó sobre las principales especies de malezas y también se estimó un control que incluyó a todas las especies en conjunto. A su vez, para el caso de toxicidad al limón persa, 0 significó que los tratamientos no causaron ningún daño al cultivo y 100 que las plantas de limón fueron eliminadas completamente (ALEMÁN, 2004; ESQUEDA-ESQUIVEL *et al.*, 2010).

Para homogenizar las varianzas, los datos de control de malezas fueron transformados a su valor de arcoseno, como lo recomiendan GOMEZ y GOMEZ (1984). 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

Al momento de la aplicación de los tratamientos, la cobertura promedio de las malezas en los diferentes tratamientos variaba de 52.5 a 72.5% (datos no mostrados).

En el lote experimental se identificaron seis especies de malezas, pertenecientes a cinco familias botánicas. Se cuantificó una población de malezas de 425,000 plantas/ha, siendo la hierba ceniza, el zacate frente de toro, el arrocillo y la malva peluda las especies dominantes, las cuales representaron al 93.35% de la densidad total de malezas presentes en el lote experimental (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad de población de especies de malezas en el sitio experimental.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Densidad (plantas/ha)
Hierba ceniza	<i>Lagascea mollis</i> Cav.	Asteraceae	180,000
Frente de toro	<i>Digitaria</i> sp.	Poaceae	112,500
Arrocillo		Poaceae	52,500
	<i>Enteropogon chlorideus</i> (J. Presl) W. D. Clayton		
Malva peluda	<i>Malachra fasciata</i> Jacq.	Malvaceae	47,500
Gusanillo	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	Euphorbiaceae	20,000
Vergonzosa	<i>Mimosa pudica</i> L.	Mimosaceae	12,500
Total			425,000

En la primera evaluación, a los 14 DDA (Tabla 3), todos los tratamientos de herbicidas convencionales y naturales tuvieron controles eficientes de *L. mollis* (86.8 a 99.5%) y *M. fasciata* (77.8 a 99.5%), siendo estadísticamente semejantes entre sí y superiores al testigo sin aplicación. El control de *Digitaria* sp. fue superior al 90% con 11 tratamientos, incluyendo a glifosato y los tres herbicidas naturales; solamente las mezclas de saflufenacil + glufosinato de amonio y saflufenacil + diurón tuvieron controles regulares a malos, ya que el primer herbicida es preferentemente utilizado para el control de hojas anchas (JHALA *et al.*, 2013). El efecto de los herbicidas en *E. chlorideus* fue muy variable, ya que solamente tres tratamientos ofrecieron controles superiores a 85%: glifosato (99%), el herbicida natural Herbitech (87.5%) y mezcla de carfentrazone + glufosinato de amonio (86.3%); controles entre 75 y 80% se tuvieron con la mezcla de saflufenacil + paraquat y con glufosinato de amonio, mientras que, en el resto de los tratamientos herbicidas, el control fue menor a 60%. Al considerar el control de la maleza en conjunto, se observó que solamente glifosato, Herbitech y la mezcla de saflufenacil + paraquat ofrecieron controles superiores al 90%; en seis tratamientos los controles variaron entre 80 y 90% y en el resto de los tratamientos éstos fueron menores a 80%. Cabe hacer notar que glifosato tuvo un control eficiente de todas las especies, mientras que, en los demás tratamientos, incluyendo los herbicidas naturales, se notó buen efecto en algunas especies de malezas, pero regular o malo en otras. Debido a que al momento de la aplicación se tuvo el cuidado de que las soluciones herbicidas no llegaran al follaje de los árboles de limón persa, no se ocasionó toxicidad a los mismos.

En la segunda evaluación, a los 28 DDA (Tabla 4), en todos los tratamientos se notó una reducción en el control de todas las especies de maleza en relación con la primera evaluación. Para *L. mollis*, solamente la mezcla de saflufenacil + diuron mantenía un control superior a 95% y sólo tres tratamientos tenían controles de entre 80 y 90% (saflufenacil + paraquat, diurón + paraquat y diurón + glufosinato de amonio). En el resto de los tratamientos se observaron controles menores de 80%. En *Digitaria* sp. se observaron controles de 95% o superiores con Herbitech y glifosato, mientras que, en seis tratamientos el control fluctuaba entre 90 y 95%. Solamente glifosato mantuvo un

control eficiente de *E. chlorideus* en esta fecha de evaluación (98.3%); a su vez, con Herbitech el control fue ligeramente superior a 80%. En el resto de los tratamientos, los controles fueron de regulares a muy malos. El control de *M. fasciata* fue muy eficiente (>90%) con las mezclas de saflufenacil + diurón, diurón + glufosinato de amonio y diurón + paraquat. Con la mezcla de carfentrazone + paraquat, glifosato, la mezcla de saflufenacil + paraquat y paraquat, los controles variaron entre 80 y 90%. Glifosato fue el único tratamiento con más de 90% de control de todo el espectro de malezas; aunque estadísticamente su control fue semejante a otros nueve tratamientos, cuyos valores variaban entre 70 y 80%. No se observó toxicidad en el limón persa ocasionada por los tratamientos herbicidas.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) a los 14 DDA.

Tratamiento	Lm	D sp.	Ec	Mf	Total	Tx
Glifosato	98.8 a	99.8 a	99.0 a	99.3 a	98.3 a	0
Paraquat	95.0 a	97.0 ab	57.5 cde	94.5 a	77.5 bcd	0
Glufosinato	97.5 a	98.5 ab	76.3 bcd	94.0 a	89.8 ab	0
Saflufenacil + paraquat	98.5 a	98.3 ab	78.8 bc	98.0 a	90.3 ab	0
Diurón + paraquat	98.3 a	95.3 ab	45.0 de	98.8 a	86.8 abc	0
Saflufenacil + glufosinato	86.8 a	78.8 c	27.5 e	86.8 a	65.8 cd	0
Diurón + glufosinato	96.0 a	91.3 bc	55.0 cde	98.8 a	82.5 bcd	0
Carfentrazone + paraquat	96.8 a	94.5 ab	37.5 e	97.3 a	89.0 abc	0
Carfentrazone + glufosinato	96.5 a	97.0 ab	86.3 ab	91.5 a	87.8 abc	0
Sec Natural	93.5 a	97.8 ab	45.0 de	77.8 a	78.8 bcd	0
Herbitech	96.3 a	98.3 ab	87.5 ab	90.5 a	91.0 ab	0
Sec Bios	97.0 a	96.0 ab	45.0 de	88.3 a	86.5 abc	0
Saflufenacil + diurón	99.5 a	52.5 d	35.0 e	99.5 a	58.8 d	0
Testigo sin aplicar	0.0 b	0.0 e	0.0 f	0.0 b	0.0 e	0

Lm = *Lagascea mollis*, D sp. = *Digitaria* sp., Ec = *Enteropogon chlorideus*, Mf = *Malachra fasciata*, 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.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) a los 28 DDA.

Tratamiento	Lm	D sp.	Ec	Mf	Total	Tx
Glifosato	71.3 ab	98.8 a	98.3 a	87.5 ab	90.5 a	0
Paraquat	78.8 ab	90.0 ab	35.0 cdef	81.3 ab	67.5 ab	0
Glufosinato	78.0 ab	91.3 ab	62.5 bcde	63.8 ab	80.0 ab	0
Saflufenacil + paraquat	88.0 ab	92.5 ab	70.0 abcd	86.3 ab	80.0 ab	0
Diurón + paraquat	82.5 ab	87.5 abc	27.5 def	94.5 ab	75.0 ab	0
Saflufenacil + glufosinato	75.8 ab	62.5 cd	12.5 fg	79.0 ab	52.5 b	0
Diurón + glufosinato	80.0 ab	81.3 bc	35.0 cdef	95.0 ab	74.3 ab	0
Carfentrazone + paraquat	77.5 ab	88.8 ab	25.0 ef	88.8 ab	75.0 ab	0
Carfentrazone + glufosinato	62.5 b	90.0 ab	72.5 abc	78.8 ab	70.0 ab	0
Sec Natural	73.8 ab	90.8 ab	32.5 cdef	51.3 b	62.5 b	0
Herbitech	65.0 ab	95.3 ab	81.3 ab	65.0 ab	79.5 ab	0
Sec Bios	76.3 ab	92.5 ab	27.5 def	73.8 ab	72.5 ab	0
Saflufenacil + diurón	95.5 a	36.3 d	17.5 fg	98.3 a	48.8 b	0
Testigo sin aplicar	0.0 c	0.0 e	0.0 g	0.0 c	0.0 c	0

Lm = *Lagascea mollis*, D sp. = *Digitaria* sp., Ec = *Enteropogon chlorideus*, Mf = *Malachra fasciata*, 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 última evaluación, a los 55 DDA (Tabla 5), con excepción de glifosato, que seguía manteniendo un control muy eficiente de las malezas gramíneas (95.5%), y de la mezcla de saflufenacil + diurón, cuyos controles de malezas de hoja ancha fluctuaron entre 80 y 85%, en todos los tratamientos se observó una reducción considerable en los valores de control, lo cual es debido a la recuperación de plantas afectadas parcialmente o nuevos flujos de emergencia de malezas, por disminución en la residualidad, la cual puede ser afectada por factores climáticos, edáficos y las propiedades intrínsecas del herbicida (CURRAN, 2001) y es un indicativo de que se requiere de una segunda aplicación del mismo u otro tratamiento herbicida a partir de los 28 DDA. No se observó toxicidad en el limón persa ocasionada por los tratamientos herbicidas.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en el control de malezas (%) y toxicidad al limón persa (%) a los 55 DDA.

Tratamiento	Lm	D sp.	Ec	Mf	Total	Tx
Glifosato	12.5 bcd	95.5 a	95.5 a	32.5 abcd	36.3 a	0
Paraquat	37.5 abc	13.8 efg	10.0 de	46.3 abc	30.0 a	0
Glufosinato	37.5 abc	57.5 bc	30.0 bcd	25.0 bcd	41.3 a	0
Saflufenacil + paraquat	52.5 ab	45.0 bcd	37.5 bc	60.0 ab	42.5 a	0
Diurón + paraquat	30.0 abcd	20.0 def	0.0 e	65.0 ab	31.3 a	0
Saflufenacil + glufosinato	53.8 ab	10.0 fg	0.0 e	57.5 abc	32.5 a	0
Diurón + glufosinato	42.5 abc	12.5 fg	15.0 cde	55.0 abc	27.5 a	0
Carfentrazone + paraquat	27.5 bcd	27.5 cdef	5.0 e	45.0 abc	37.5 a	0
Carfentrazone + glufosinato	20.0 bcd	55.0 bc	35.0 bc	37.5 abcd	32.5 a	0
Sec Natural	30.0 abcd	45.0 bcd	10.0 de	22.5 bcd	37.5 a	0
Herbitech	5.0 cd	72.5 ab	56.3 b	7.5 cd	23.8 a	0
Sec Bios	22.5 bcd	35.0 cde	5.0 e	27.5 bcd	25.0 a	0
Saflufenacil + diurón	82.5 a	0.0 g	0.0 e	85.0 a	37.5 a	0
Testigo sin aplicar	0.0 d	0.0 g	0.0 e	0.0 d	0.00 b	0

Lm = *Lagascea mollis*, D sp. = *Digitaria* sp., Ec = *Enteropogon chlorideus*, Mf = *Malachra fasciata*, 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: 1. El herbicida natural Herbitech, la mezcla saflufenacil + paraquat, glufosinato de amonio y la mezcla de carfentrazone + paraquat ofrecieron controles similares a los del glifosato hasta los 14 DDA. 2. A los 28 DDA, solamente los tres primeros tratamientos mantuvieron controles semejantes a los del glifosato. 3. Después de los 28 DDA, se debe realizar una aplicación complementaria de los mismos u otros tratamientos para mantener un control eficiente de la maleza.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, F. (2004). Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.

- BEAN, T. M. (2020). Weed management in citrus orchards. UC Weed Science. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=39171> (consultado el 6 de noviembre de 2021).
- CURRAN, W. S. (2001). Persistence of herbicides in soil. *Agronomy Facts* 36. The Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. University Park, PA, USA. 4 p.
- ESQUEDA, E. V. A. (2011). Glufosinato de amonio: efecto en las malezas de los cultivos de mango y papaya. p. 74-78. *In: XXXII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza*. Toluca, Edo. de Méx., México.
- ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A.; ROSAS-GONZÁLEZ, X.; BECERRA-LEOR, E. N. (2010). Evaluación de herbicidas residuales para el control de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(1):5-12.
- FABER, B.; DAUGOVISH, O.; DE SOTO, J.; HOWELL, A.; BEAN, T. (2017). Citrus weed control with indaziflam and rimsulfuron herbicides. CAVCA ADVISER. University of California. Cooperative Extension. Riverside, CA, USA. 4 p.
- GOMES, G. C.; DA SILVA Jr., A. C.; ROCHA, P. M. R.; MARCHI, S. R.; MARTINS, D. (2016). Selectivity of saflufenacil applied singly and in combination with glyphosate on coffee and citrus crops. *Revista Caatinga* 29(1):45-53.
- GÓMEZ, C. A. (2016). Malezas en plantaciones cítricas y métodos de control. Artículo de Divulgación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/malezas-en-plantaciones-citricas-caracteristicas-y-metodos-de-control> (consultado el 8 de mayo de 2021).
- GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd. ed. J. Wiley & Sons. New York, USA. 680 p.
- GONZÁLEZ, S. L. R.; TULLO, A. C. C. (2019). Cultivo de cítricos. Guía Técnica. Proyecto Paquetes Tecnológicos. JICA. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay. 80 p.
- HEAP, I. (2021). International Herbicide-Resistant Weed Database. <http://weedsociety.org/Pages/filter.aspx> (consultado el 6 de noviembre de 2021).
- JHALA, A. J.; RAMIREZ, A. H. M.; SINGH, M. (2013). Tank mixing saflufenacil, glufosinate, and indaziflam improved burndown and residual weed control. *Weed Technology* 27:422-429.
- KANISSERY, R.; FUTCH, S. H.; SELLERS, B. A. (2020). 2020-2021 Florida citrus production guide. HS-107. University of Florida. Horticultural Sciences Department. IFAS Extension. Gainesville, FL, USA. 12 p.
- MALIK, S.; RANA, G. S.; DUHAN, A.; KAUR, A. (2018). Evaluation of different herbicides on weed control, yield and quality of sweet orange. *Chemical Science Review and Letters* 7(26):528-532.
- 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.
- PRICE, J. (2015). Weed control in citrus. University of Georgia. Agriculture and Natural Resources. <https://site.extension.uga.edu/worthag/files/2019/05/Weed-Control-in-Citrus-1.pdf> (consultado el 15 de mayo de 2021).
- ROY, A.; HARTUNG, J. S.; SCHNEIDER, W. L.; SHAO, J.; LEON, G.; MELZER, M. J.; BEARD, J. J.; OTERO-COLINA, G.; BAUCHAN, G. R.; OCHOA, R.; BRLANSKY,

R. H. (2015). Role bending: Complex relationships between viruses, hosts, and vectors related to citrus leprosis, an emerging disease. *Phytopathology* 105(7):1013-1025.

SEGOB (SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN). (2020). Diario Oficial de la Federación. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020 (consultado el 15 de mayo de 2021).

Summary: Alternatives to glyphosate for weed control in Persian lime in the state of Veracruz. In the state of Veracruz, glyphosate is used extensively to control weeds in citrus groves, which has led to the emergence of resistant weed biotypes. In addition, the use of this herbicide will be banned in Mexico in 2024, so it is necessary to find alternatives to replace it. The objective of this experiment was to determine the effectiveness on weed control of conventional and natural herbicides that could be used instead of glyphosate in Persian lime orchards. The experiment was established in September 2021 in a two-year-old Persian lime orchard, in the municipality of Medellín, Ver. The randomized block design with four replications was used. Fourteen treatments were evaluated: glyphosate, paraquat, glufosinate, saflufenacil + paraquat, diuron + paraquat, saflufenacil + glufosinate, diuron + glufosinate, carfentrazone + paraquat, carfentrazone + glufosinate, Sec Natural, Herbitech, Sec Bios, saflufenacil + diuron and a weedy check. Weed control and Persian lime toxicity were evaluated at 14, 28 and 55 days after application (DAA). Considering the global control of weeds, it was determined that the mixtures of saflufenacil + paraquat (30.1 + 500 g/ha), the natural herbicide Herbitech (1 L/100 L of water) and glufosinate (225 g/ha), could be used to replace glyphosate up to 28 DAA, later requiring a complementary application to maintain efficient weed control. No toxicity was observed in the Persian lime trees due to the application of the herbicides.

Key words: conventional herbicides, natural herbicides, efficiency, toxicity

EVALUACION DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES EN CULTIVO DE HIGO *Ficus carica*, EN EL SUR DE SONORA

J.A. Cantúa¹, L.M. Tamayo², J.A. Marroquín³, F.I. Parra⁴, C.M. Armenta⁵

¹⁻⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Dr. Norman E. Borlaug. cantua.jesus@inifap.gob.mx

Resumen: En el sur de Sonora, diversos factores pueden limitar la producción del cultivo de higo (*Ficus carica* L.), dentro de estos factores la maleza es uno de ellos, el control de maleza en el cultivo de higo es en forma manual o aplicando herbicidas químicos. El objetivo del presente trabajo fue determinar la efectividad de herbicidas postemergentes en el control de maleza, en el cultivo de higo en el sur de Sonora. El experimento se estableció en octubre de 2021, en un lote con higo, en el ejido Fundición, Navojoa, Sonora, México. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue de 2 metros de largo por 2 metros de ancho. Se evaluaron los herbicidas Glufosinato de amonio 560 y 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 y 200 g ha⁻¹, Testigo regional (Sal de potasio N-fosfonometil-glicina) 712 y 356 g ha⁻¹, Herbicida orgánico 1 (SN), Herb. org. 2 (BT) y Herb. org. 3 (SB). En general los tratamientos con los mejores porcentajes de control de maleza fueron Glufosinato de amonio 560 y 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 y 200 g ha⁻¹, y Testigo regional (Sal de potasio N-fosfonometil-glicina) 712 g ha⁻¹.

Palabras clave: glufosinato, Paraquat, Sal de potasio N-fosfonometil-glicina, Herbicidas orgánicos.

INTRODUCCION

La superficie establecida de higo (*Ficus carica* L.) en la República Mexicana, se concentra en los estados de Baja California Sur, Morelos y Veracruz con 602, 497 y 230 hectáreas respectivamente, reuniendo en conjunto aproximadamente el 70% de la superficie plantada. En el estado de Sonora el cultivo de higo es de reciente establecimiento en el padrón de cultivos, para el ciclo agrícola 2019 se habían establecido 105 ha (SIAP, 2021). Para su producción además de los problemas técnicos y de comercialización, el cultivo se somete de manera natural al impacto de malezas, plagas y enfermedades. Dentro de estos factores, para un buen desarrollo del cultivo de higo es importante mantenerlo libre de competencia con la maleza, para lo cual los productores eliminan la maleza manualmente y con herbicidas de contacto (NIETO *et al.*, 2007). Por lo anterior en el presente trabajo, el objetivo fue evaluar la efectividad biológica de herbicidas postemergentes no selectivos en el cultivo de higo, en el sur de Sonora.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en octubre del 2021, en una huerta comercial de higo, variedad Black Mission en un lote ubicado en el ejido Fundición, Navjoa, Sonora, México. Las plantas fueron establecidas en septiembre de 2020, en un sistema de plantación de 4.20 m x 3 m.

Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 2 metros de largo por 2 metros de ancho. Se evaluaron trece tratamientos (Tabla 1) y fueron aplicados en una sola ocasión en postemergencia a la maleza. Se utilizó una aspersora de mochila, con boquillas Tee-Jet 8002; utilizando un volumen de agua de 250 l ha⁻¹. A los tratamientos se les agregó el surfactante Carfulmin. Al momento de la aplicación, la altura de la maleza fluctuaba entre 1 y 5 cm, con un promedio de 2.5 cm.

Considerando que los herbicidas Glufosinato de amonio, Paraquat y el Testigo regional (Sal de potasio N-fosfonometil-glicina) son herbicidas no selectivos, la aplicación se realizó cuidando que no se aplicara en el follaje de las plantas. Se determinó el porcentaje de control a los 7, 14 y 21 días después de aplicados (dda) los tratamientos.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el control de maleza en higo.

Tratamiento	Herbicida	Dosis g ha ⁻¹
1	Orgánico 1 (SN)	1 l/100 l de agua-
2	Orgánico 1 (SN)	0.75 l/100 l de agua
3	Orgánico 2 (BT)	1 l/100 l de agua-
4	Orgánico 2 (BT)	0.75 l/100 l de agua
5	Orgánico 3 (SB)	1 L/100 l de agua-
6	Orgánico 3 (SB)	0.75 l/100 l de agua
7	Glufosinato de amonio	560
8	Glufosinato de amonio	280
9	Paraquat	400
10	Paraquat	200
11	Testigo regional*	712
12	Testigo regional*	356
13	Testigo enhierbado	-

* Sal de potasio N-fosfonometil-glicina.

Para la evaluación se identificó y cuantificó la maleza presente antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente se determinó el porcentaje de control mediante evaluación visual, utilizando una escala porcentual (0-100%) donde 0 significó que no hubo control y 100 que la maleza fue controlada totalmente. En cada unidad experimental se realizó un muestreo a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (dda). Los datos determinados en cada fecha de evaluación fueron ordenados y sometidos a análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las especies de maleza determinadas y contabilizadas por metro cuadrado, antes de la aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales fueron: golondrina (*Euphorbia* spp. L.) entre 32 a 48 plantas por metro cuadrado, tomatillo (*Physalis* spp.) entre 0 a 3 plantas por metro cuadrado y quelite (*Amaranthus* spp.) de 0 a 2 plantas por metro cuadrado. La especie de maleza predominante fue golondrina y su distribución era en manchones.

Los resultados a los 7, 14 y 21 dda, correspondientes al porcentaje de control de maleza presente en los tratamientos, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de control de maleza.

Trat.	7 dda	14 dda	21 dda
7	100 a	100 a	100 a
8	100 a	100 a	100 a
9	100 a	100 a	100 a
10	100 a	100 a	100 a
11	100 a	100 a	100 a
12	80 b	80 b	80 b
3	40 c	40 c	40 c
2	28 d	28 d	28 d
1	27 d	27 d	27 d
5	27 d	27 d	27 d
6	27 d	27 d	27 d
4	26.75 d	26.75 d	26.75 d
13	0 e	0 e	0 e

CV=65%, DMS $P < 0.05 = 9.65$

Para los tratamientos Glufosinato de amonio 560 y 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 y 200 g ha⁻¹ y Testigo regional (Sal de potasio N-fosfometil-glicina) 712 g ha⁻¹, se registra un control de la maleza del 100 por ciento, lo que corresponde a un efecto sobre la maleza como un excelente control; concordando con lo mencionado por (MELGAREJO, 1999) quien menciona a Paraquat y Sal de potasio N-fosfometil-glicina como los herbicidas de contacto más utilizados en el cultivo de higo; también (NIEVAS *et al.*, 2021) mencionan a Paraquat como herbicida para controlar malezas en higo.

El tratamiento con el Testigo regional (Sal de potasio N-fosfometil-glicina) 356 g ha⁻¹, registra un 80 por ciento de control del complejo de maleza; lo cual, es considerado como un muy buen control en el efecto sobre la maleza. En el caso de los tratamientos Orgánico 1 (SN), Orgánico 2 (BT) y Orgánico 3 (SB), el control de maleza fluctuó de 26.75 a 40 %, considerado como un control insuficiente en la práctica de la misma.

El análisis estadístico de los datos muestra diferencias significativas entre los tratamientos; registrándose la dosis de los herbicidas Glufosinato de amonio 560 y 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 y 200 g ha⁻¹ y el Testigo regional (Sal de potasio N-fosfometil-glicina) 560 g ha⁻¹, como los mejores tratamientos. Se observó que de los 7 a los 21 dda, los tratamientos no tuvieron cambios en el porcentaje de control de la maleza; lo anterior,

indica que desde los 7 dda de los tratamientos, se puede determinar el efecto de los herbicidas evaluados.

No se observó fitotoxicidad en las plantas de higo, debido a que se cuidó no dirigir los tratamientos hacia el follaje (datos no publicados).

CONCLUSIONES

- Los herbicidas Glufosinato de amonio 560 g ha⁻¹, Paraquat 400 g ha⁻¹ y Testigo regional (Sal de potasio N-fosfonometil-glicina) 712 g ha⁻¹, son eficientes en el control del complejo de maleza tratada.
- En dosis baja los herbicidas Glufosinato de amonio 280 g ha⁻¹ y Paraquat 200 g ha⁻¹, son eficientes en el control del complejo de maleza tratada.
- Se puede utilizar el herbicida Testigo regional (Sal de potasio N-fosfonometil-glicina) 356 g ha⁻¹, para un buen control del complejo de maleza tratada.
- Los herbicidas Orgánico 1 (SN), Orgánico 2 (BT) y Orgánico 3 (SB), no fueron eficientes en el control del complejo de maleza tratada.

BIBLIOGRAFIA

- NIEVAS W. VILLARREAL P. RODRÍGUEZ A. GOMEZ G. 2021 El cultivo de la higuera (*Ficus carica*). Centro Regional Patagonia Norte Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 39-40.
- MELGAREJO M.P. (1999) El cultivo de la higuera (*Ficus carica* L.). A. Madrid Vicente, Ediciones. IRAGRA, S. A. Madrid, España. 67-68.
- NIETO C. JARRÍN P. PINTO N. 2007 EL HIGO *Ficus carica* L. "Manual de Producción, Uso y Aprovechamiento". Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología. IMPRESIONES Industria Gráfica. Quito, Ecuador. 10-11.
- SIAP. (2021) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.https://nube.siap.gob.mx/cierreagrícola

Summary: HERBICIDES OF POST-EMERGENCY EVALUATION IN FIG *Ficus carica*, IN SOUTHERN SONORA. In southern Sonora, various factors can limit the production of the fig crop (*Ficus carica* L.), within these factors weed is one of them; weed control in fig crop is done manually or applying chemical herbicides. The objective of this work was to determine the effectiveness of post-emergent herbicides in weed control in fig crop in southern Sonora. The experiment was established in October 2021 in a fig crop, in ejido Fundición, Navojoa, Sonora, Mexico. A randomized block design with four repetitions was used; the experimental unit was 2 meters long by 2 meters wide. The herbicides Glufosinate ammonium 560 and 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 and 200 g ha⁻¹, Regional control (Potassium salt N-phosphonomethyl-glycine) 712 and 356 g ha⁻¹; also Organic Herbicide 1 (SN), Org. Herb. 2 (BT) and Org. Herb. 3 (SB) were evaluated. The treatments with the best percentages of

weed control were Glufosinate ammonium 560 and 280 g ha⁻¹, Paraquat 400 and 200 g ha⁻¹ and Regional Control (N-phosphonomethyl-glycine potassium salt) 712 g ha⁻¹.

Key words: glufosinate, paraquat, potassium salt N-phosphonomethyl-glycine, organics herbicides.

MALEZAS EN LAS ASTERÁCEAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Alma Delia Ruiz-Acevedo¹, José Luis Villaseñor², Mireya Burgos-Hernández¹, Ebandro Uscanga-Mortera¹ y Heike Vibrans¹

¹Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados. Montecillo 56230, Texcoco, Estado de México, México. ruiz.delia@colpos.mx, heike@colpos.mx

²Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior 2 s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, México.

RESUMEN

Para estudiar las malezas (entendidas como especies que pueden establecerse en sitios perturbados por el humano sin su ayuda) es necesario separarlas de las no-malezas. Lograr tal diferenciación es difícil por los gradientes que existen en la naturaleza. Usando como modelo las asteráceas de Michoacán, una familia característica de la flora mexicana, el objetivo de este estudio fue diferenciar las malezas de las no-malezas y estimar cuántas de esas malezas eran endémicas de México, cuántas nativas (no endémicas) y cuántas introducidas. Se trabajó con un listado de especies ya publicado, así como con una base de datos con registros de herbarios de Asteraceae del estado. Para identificar a las especies consideradas como malezas, se propusieron criterios específicos y se hizo una revisión exhaustiva de ejemplares de herbario e información bibliográfica. De las 837 especies de compuestas conocidas de Michoacán, 357 especies (43 %) se consideraron malezas, casi la mitad eran endémicas del país y únicamente 4 % introducidas. Las tribus con mayor número de especies de malezas en Michoacán eran Heliantheae, Eupatorieae y Astereae. Contrario a lo esperado, las principales tribus de Asteraceae por su número de especies mostraron proporciones relativamente semejantes de malezas endémicas y nativas, pero las exóticas se concentraron en la tribu Cichorieae. - Michoacán tiene una alta diversidad de especies de malezas nativas y endémicas, así como una baja proporción de introducidas. Sin embargo, pocas especies están restringidas a hábitats perturbados. La limitada información en etiquetas sobre el grado de perturbación del hábitat, así como el bajo número de colectas en ámbitos perturbados dificulta la categorización de las malezas.

Palabras clave: introducidas, exóticas, nativas, hábitat perturbado, base de datos.

SUMMARY

To study weeds (understood as species that can establish in sites disturbed by humans without their help) it is necessary to separate them from non-weeds. This differentiation is difficult because of the gradients existing in nature. Using the Asteraceae of Michoacán, a characteristic family of Mexican flora, as a model, the objective of this study was to differentiate weeds from non-weeds and to estimate how many of these weeds were endemic to Mexico, how many were native (non-endemic) and how many introduced. We worked with a previously published list of species, as well as with a database with herbarium records of Asteraceae from the state. To identify the species considered weeds, we used specific criteria and reviewed herbarium specimens and bibliographic information extensively. Of the 837 species of compositae known from Michoacán, 357 species (43 %) were considered weeds, almost half were endemic to the

country and only 4 % were introduced. The tribes with the highest number of weed species in Michoacán were Heliantheae, Eupatorieae and Astereae. Contrary to expectations, the main tribes of Asteraceae by number of species showed relatively similar proportions of endemic and native weeds, but exotic weeds were concentrated in the tribe Cichorieae. - Michoacán has a high diversity of native and endemic weed species, as well as a low proportion of introduced ones. However, few species are restricted to disturbed habitats. The limited information on labels on the degree of habitat disturbance as well as the low number of collections in disturbed environments were the main difficulties for the categorization of weeds.

Key words: introduced, exotic, native, disturbed habitat, database.

EVALUACIÓN DEL CONTROL MECÁNICO PARA CORREHUELA PERENNE EN EL VALLE DE MEXICALI

Jorge Iván Alvarado Padilla¹, Eduardo Loza Venegas¹, Luis Miguel Tamayo², Yara Nohemí Vargas Ruvalcaba¹

¹INIFAP-Campo Experimental Valle de Mexicali

²INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug

Alvarado.jorge@inifap.gob.mx

Resumen: La correhuela perenne es una de las principales malezas del cultivo de trigo en el Valle de Mexicali, B. C. y Valle de San Luis Río Colorado, Son., debido a la tolerante que muestra para glifosato y otros herbicidas usados pos emergente. Las condiciones de temperatura durante el verano en ambos valles son muy extremas y pueden ser una alternativa para el control de la maleza. Se evaluó el control mecánico iniciando con un subsoleo seguido de un barbecho, 15 días después se realizó un rastreo, y dos rastreos más en intervalos de 15 días, antes de cada paso de maquinaria se realizó un muestreo con un cuadro de 50 x 50 cm y de cada muestreo se tomó la parte aérea de la planta y los rizomas presentes a una profundidad de 30 cm. Al inicio del experimento el testigo al igual que el tratamiento no mostraron diferencias estadísticas en la biomasa de planta y rizoma, después de 15 días, donde se realizó el paso de maquinaria la planta se encontraba deshidratada y con menor biomasa que el testigo, al finalizar el experimento después de tres rastreos no se encontró planta para seguir analizando biomasa, mientras que en el testigo la etapa fenológica de la planta se encontraba en formación de semilla. Este método de control es eficiente para evitar la propagación de correhuela perenne y la generación de semilla.

Palabras clave: Control, herbicidas, trigo, biomasa, propagación.

INTRODUCCIÓN

El manejo de maleza en trigo es una de las principales actividades que se realizan para la producción de este cereal (ALVARADO *et al.*, 2014). La correhuela perenne es probablemente la maleza más difícil de controlar y por el hábito trepador de sus tallos dificultan la cosecha mecánica. Gómez, *et al.*, 2015, reporta que el control integral es una alternativa para la reducción de población de correhuela. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad del control mecánico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Chapultepec, ubicada cerca del poblado Guadalupe Victoria (32° 19' 52.1'' N 115° 04' 26.3'' W). Se seleccionó un terreno en descanso con

presencia de maleza donde predomina principalmente correhuela perenne, en este sitio se sembrará trigo para el ciclo agrícola otoño-invierno 2021-2022. El área seleccionada se dividió en dos partes iguales, cada parte fue de 10,000 m². Una vez seleccionada y dividida, de cada tratamiento se tomaron cuatro muestras para analizar la cobertura de la maleza y la presencia de rizomas a una profundidad de 30 cm en una superficie de 50 cm x 50 cm. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio para determinar la biomasa. El tratamiento con paso de maquinaria inició el 15 de agosto con las actividades de subsoleo seguida de un barbecho, los muestreos para estimar biomasa se realizaron en intervalos de 15 días y después del muestreo se realizó un disqueo. Los resultados obtenidos se analizaron con una prueba de T student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el tratamiento de control mecánico a 15 DDM (días después del paso de maquinaria) se observó un control del 60% con respecto al tratamiento donde no se realizó el paso de maquinaria (Figura 1a). A los 30 DDM el control de correhuela con el paso de la disca (implemento agrícola figura 2) fue del 100% (Figura 1b) ya que la planta se encontraba deshidratada (Figura 3) y no se observa rebrote de los rizomas. Finalmente, a los 45 DDM se obtuvo un control excelente de correhuela con el paso de disca (Figura 1c). Está documentado, que una vez que se realice el riego muerto los rizomas pueden hidratarse y puede presentarse un rebrote de correhuela, después de ese riego se analizará el rebrote, resultados que no son reportados en esta publicación. GÓMEZ *et al.*, 2015, encontró resultados similares, sin embargo, recomienda que una vez realizado el riego muerto se realice un barbecho químico o se use el control biológico (GÓMEZ *et al.*, 2016).

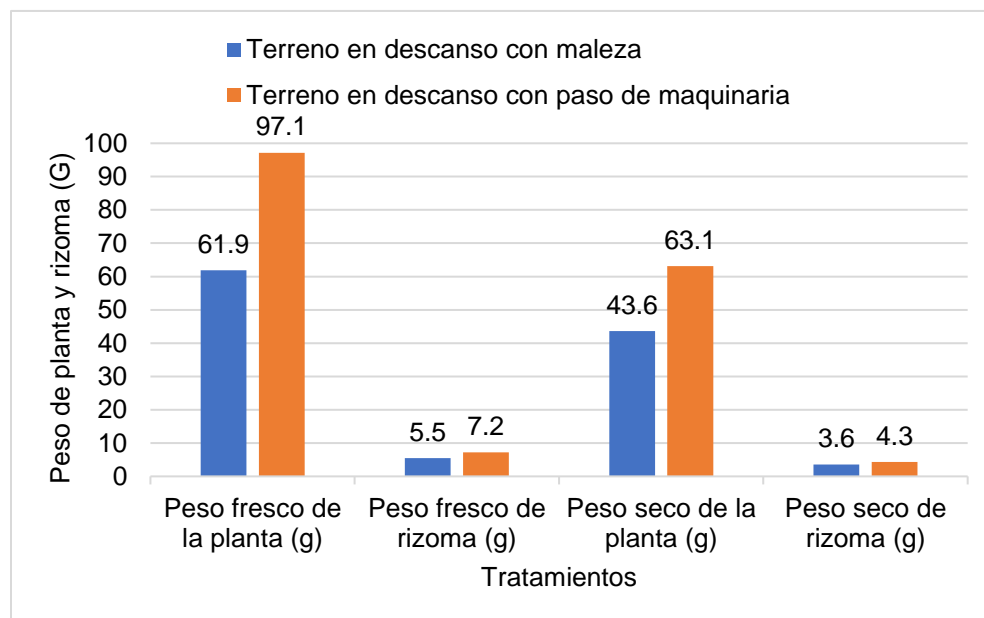


Figura 1a. Resultados del primer muestreo (15 de agosto de 2021)

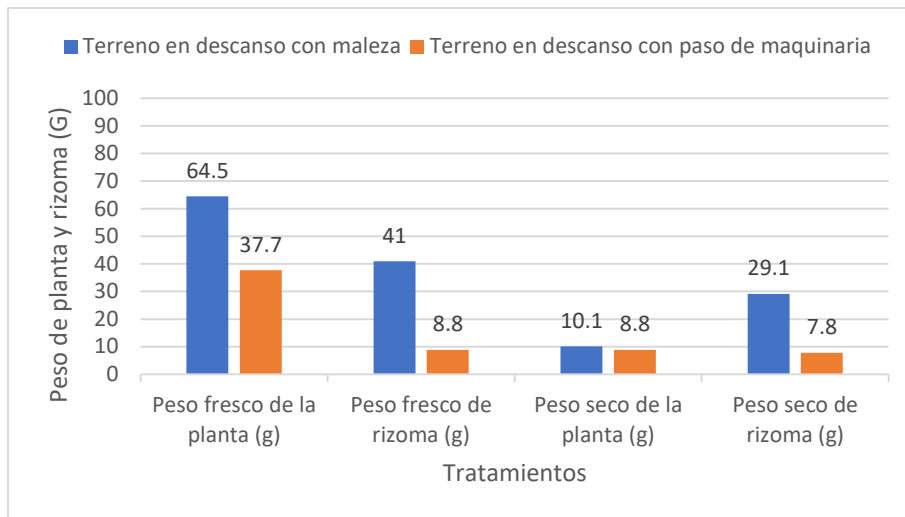


Figura 1b. Resultados del segundo muestreo (30 de agosto de 2021)

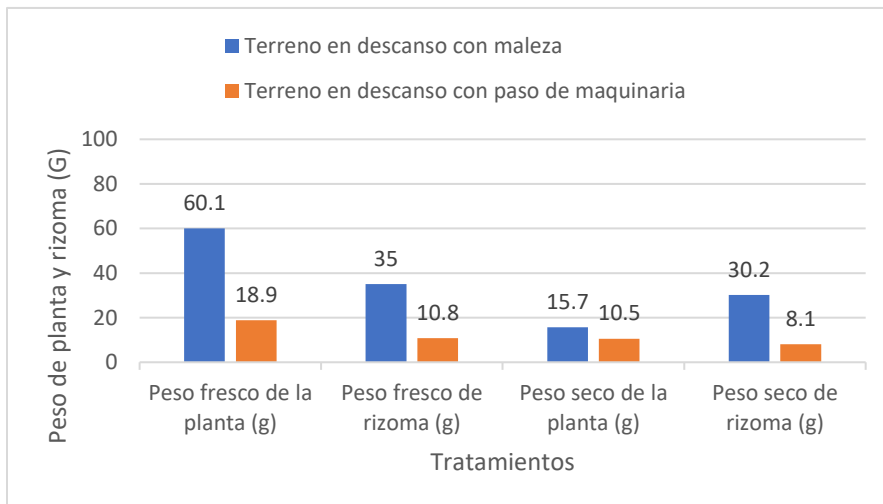


Figura 1 c. Resultados del tercer muestreo (15 de septiembre de 2021)

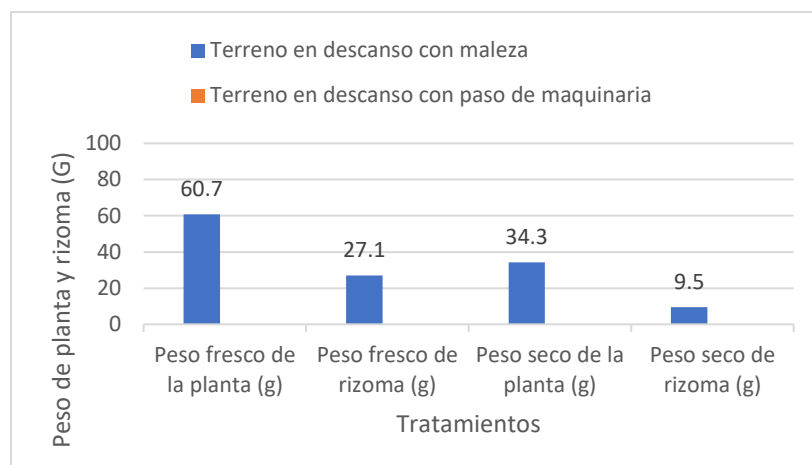


Figura 1d. Resultados del cuarto muestreo (30 de septiembre de 2021)



Figura 2. Paso de maquinaria para control de correhuela
(Foto: (15/09/2021))



Figura 3. Aspecto de la planta en el tratamiento con paso de equipo agrícola
Foto (15/09/2021)

CONCLUSIONES

En suelos con problemas de correhuela perenne el control mecánico es una alternativa para reducir su población.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO-PADILLA J. I., AVILA-CASILLAS E., CAMACHO-CASAS M. A., CHÁVEZ-VILLALBA G., GÓMEZ-MERCADO R.; CAMARILLO-PULIDO, M. (2014).

Producción de trigo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto para Productores Núm. 63. 20p.

GÓMEZ-MERCADO R., TAMAYO-ESQUER L. M., ALVARADO-PADILLA J. I.; AVILA-CASILLAS E. (2016). Ácaro Agallador para el Control Biológico de Correhuela Perenne. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Desplegable para productores Núm. 63.

GÓMEZ-MERCADO R., TAMAYO-ESQUER L. M., ALVARADO-PADILLA J. I.; AVILA-CASILLAS E. (2015). Control Integrado de Correhuela Perenne en Trigo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Desplegable para productores Núm. 57.

Summary: Morningglory Perennial is one of the main wheat crop weeds in the Mexicali Valley, B. C. and San Luis Río Colorado Valley, Son, because the tolerance it shows for glyphosate and other herbicides used post-emergence. The temperature conditions during the summer in both valleys are very extreme and can be an alternative for weed control. Mechanical control was evaluated starting with subsoiling followed by fallow. 15 days later a scan was carried out, and two more scans at 15-day intervals, before each step of machinery, a sampling was carried out with a 50 x 50 cm square and from each sampling, the aerial part of the plant and the rhizomes present at a depth of 30 cm were taken. At the beginning of the experiment, the control as well as the treatment did not show statistical differences in plant and rhizome biomass. After 15 days, where the machinery was passed, the plant was dehydrated and with less biomass than the control, at the end of the experiment after three scans, no plant was found to continue analyzing biomass, while in the control the phenological stage of the plant was in seed formation. This control method is efficient in preventing the spread of morningglory perennial and the generation of seed.

Key words: Control, herbicides, wheat, biomass, propagation.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES INTRODUCIDAS EN ALFAJAYUCAN, HIDALGO

Josué Leal Sanjuan¹, Heike Vibrans¹

¹Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. heike@colpos.mx

RESUMEN

Las especies exóticas son un problema serio en muchas partes del mundo, incluyendo México. Se conocen alrededor de 700 especies exóticas, y de estos aproximadamente 150 se consideran invasoras porque causan problemas. Existen investigaciones a escala nacional o regional, pero pocos examinan la ecología local de estas especies. - Se estudió una región con agricultura de riego, relativamente plana, con suelos principalmente alcalinos, en la región de Ixmiquilpan, Hidalgo (municipio de Alfajayucan). Basado en recorridos preliminares, se seleccionaron 20 especies exóticas de tres categorías: con amplia distribución en el área de estudio; establecidas pero poco frecuentes en el área de estudio; y en expansión. En 51 puntos ubicados sistemáticamente en un radio de 5 km alrededor de la cabecera municipal, se hicieron estimaciones de abundancia y cobertura de las 20 especies sobre 10 m x 10 m. Los diferentes ambientes como parcelas, orillas de caminos, etc. se registraron por separado, y se hicieron tres muestreos a lo largo del año. Además, se analizaron muestras de suelo de todos los puntos. Los datos se evaluaron con estadísticas simples y un análisis factorial de datos mixtos para factores de suelo y algunas condiciones de manejo. - Los pastos era el grupo de especies más frecuente y abundante. Se encontró una correlación buena entre frecuencia y la superficie cubierta. *Salsola tragus*, una halófito conocida, efectivamente ocupaba los sitios más alcalinos. *Sorghum halepense* crecía en sitios neutros a ligeramente alcalinos con niveles altos de materia orgánica. Pero, los factores de suelo solo explicaban alrededor de 20% de la variación en la distribución. En áreas planas con relativamente poca variabilidad, la distribución de especies a nivel parcela parece ser altamente estocástica.

Palabras clave: relación planta-suelo, malezas, pastos.

SUMMARY

Alien species are a serious problem in many parts of the world, including Mexico. About 700 exotic species are known, and of these approximately 150 are considered invasive because they cause problems. Research exists on a national or regional scale, but few studies examine the local ecology of these species. - A relatively flat, irrigated agricultural region with mainly alkaline soils was studied in the region of Ixmiquilpan, Hidalgo (municipality of Alfajayucan). Based on preliminary surveys, 20 exotic species were selected from three categories: widely distributed in the study area; established but infrequent in the study area; and expanding. In 51 points, located systematically in a 5 km radius around the municipal head town, abundance and cover of the 20 species were estimated on 10 m x 10 m. The different environments such as cultivated fields, roadsides, etc. were recorded separately, and three surveys were made throughout the year. In addition, soil samples from all points were analyzed. The data were evaluated with simple statistics and a mixed data factor analysis for soil characteristics and some management

factors. - Grasses were the most frequent and abundant species group. A good correlation was found between frequency and area covered. *Salsola tragus*, a known halophyte, indeed occupied the most alkaline sites. *Sorghum halepense* grew on neutral to slightly alkaline sites with a high levels of organic matter. But, soil factors only explained about 20 % of the variation in distribution. In flat areas with relatively little variability, plot-level species distribution appears to be highly stochastic.

Key words: plant-soil relationship, weeds, grasses.

DIVERSIDAD DE ARVENSES EN HUERTOS DE NOGAL (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) EN SALTILLO Y PARRAS DE LA FUENTE, COAHUILA, MÉXICO

Joel Calixto Vázquez¹, Luis Alberto Aguirre¹, Miriam Sánchez^{2*}, Alonso Méndez³, Ernesto Cerna¹, Agustín Hernández¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah.

joelcalixtovazquezgomez@gmail.com, luisaguirreu@yahoo.com.mx,
jabaly1@yahoo.com, chinoahj14@hotmail.com

²CONACYT-UAAAN, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. sanvemi16@gmail.com

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. alonso1977@gmail.com

*Ponente

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de estudiar la diversidad de especies vegetales arvenses asociadas a huertos de nogal en la zona productora de Saltillo y Parras de la Fuente, Coahuila; así como clasificar al nivel de familia y especie estas plantas y su abundancia mediante índices de medición florística. Se realizaron colectas de arvenses en 3 sitios de muestreos seleccionados al azar con 4 repeticiones. Se recolectó un total de 10,632 especímenes de arvenses de los cuales se identificaron 18 familias y 47 especies. Las familias Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae y Solanaceae presentaron mayor abundancia.

Las 47 especies de arvenses se clasificaron en herbáceas (29 especies anuales y 17 perennes) y arbustivas (una especie). Los valores de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') para las diferentes localidades muestreadas indican que H' fluctúa entre el 0.74 al 0.78 (± 0.14) y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de las muestras. Mientras que el índice de Simpson expresa la riqueza o dominancia, el cual fue $DS= 0.25$ el cual es inverso al concepto de uniformidad expresado en H' . Con base en el análisis de conglomerados con el coeficiente de Jaccard, se encontró alta relación de la composición taxonómica de las arvenses en este cultivo y se corrobora la diversidad entre localidades. La diversidad y abundancia de arvenses en los huertos de nogal pecanero del estado de Coahuila (Saltillo y Parras de la Fuente) varían de forma significativa en cuanto al número de familias y especies, este comportamiento ha sido el resultado del manejo histórico del huerto en cada localidad e influenciado por la fenología del cultivo y edad de los árboles lo que muestra un patrón de variación en el establecimiento y dominancia de las especies de maleza en cada agrosistema.

Palabras clave: abundancia, biodiversidad vegetal, cultivos frutícolas, nuez, maleza.

SUMMARY

The present work was carried out with the objective of studying the diversity of weed plant species associated with walnut orchards in the producing area of Saltillo and

Parras de la Fuente, Coahuila; as well as classifying these plants and their abundance at the level of family and species by means of floristic measurement indices. Weed collections were made at 3 randomly selected sampling sites with 4 replications. A total of 10,632 weed specimens were collected, of which 18 families and 47 species were identified. The Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae and Solanaceae families presented greater abundance.

The 47 species of weeds were classified as herbaceous (29 annual and 17 perennial species) and shrub (one species). The values of the Shannon-Wiener (H') diversity indices for the different sampled localities indicate that H' fluctuates between 0.74 to 0.78 (± 0.14) and expresses the uniformity of the importance values across all the species of the samples. While the Simpson index expresses the richness or dominance, which was $DSI = 0.25$, which is inverse to the concept of uniformity expressed in H' . Based on the cluster analysis with the Jaccard coefficient, a high relationship was found for the taxonomic composition of the weeds in this crop and the diversity between localities was corroborated. The diversity and abundance of weeds in the pecan walnut orchards of the state of Coahuila (Saltillo and Parras de la Fuente) vary significantly in terms of the number of families and species, this behavior has been the result of the historical management of the orchard in each locality and influenced by the phenology of the crop and the age of the trees, which shows a pattern of variation in the establishment and dominance of the weed species in each agrosystem.

Keywords: abundance, plant biodiversity, fruit crops, walnut, weed.

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE MALEZA ASOCIADA AL CULTIVO DE ALGODÓN, PRODUCIDO EN LA REGIÓN DE LA LAGUNA, COAHUILA

Eduardo Abraham Castañeda¹, Miriam Sánchez^{2*}, Luis Alberto Aguirre¹, Alonso Méndez³, Agustín Hernández¹, Arturo Mancera⁴.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. alomichaca@hotmail.com, luisaguirreu@yahoo.com.mx, chinoahj14@hotmail.com

²CONACYT-UAAAN, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. sanvemi16@gmail.com

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. alonso1977@gmail.com

⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Fitomejoramiento, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. mncrarico@gmail.com

*Ponente

RESUMEN

La maleza causa importantes impactos económicos, ambientales y sociales en un amplio rango de sistemas agrícolas, naturales y de uso urbano. El cultivo del algodón recibe una fuerte presión competitiva por especies vegetales que se comportan como maleza y que provienen del banco de propágulos almacenados en el perfil arable del suelo. En este estudio se identificaron las especies de maleza que interactúan con el cultivo de algodón en la región productora de La Laguna, en Coahuila, México; además se colectó semilla de dichas especies con el objetivo de evaluar tratamientos pregerminativos *in vitro* dirigidos a romper la latencia presente en la semilla de estas malezas: a) preenfriamiento; b) nitrato de potasio (KNO₃) al 0.2%; c) ácido giberélico (GA3) a 500 ppm; d) aplicación de calor; y e) agua destilada sola, considerado como testigo. El tratamiento de ácido giberélico (AG3) mostró resultados superiores de germinación con 32.33% con respecto a los demás tratamientos; sin embargo, el tratamiento al cual se aplicó calor fue diferente al resto, debido a que presentó el valor más bajo en las variables relacionadas a los días de germinación de las semillas y al porcentaje de germinación, con un 7.16%.

Se identificaron nueve especies de maleza que interactúan con el cultivo del algodón en Coahuila: *Amaranthus palmeri*, *Convolvulus arvensis*, *Hoffmanseggia glauca*, *Helianthus laciniatus*, *Ipomoea purpurea*, *Trianthema portulacastrum*, *Solanum elaeagnifolium*, *Sorghum halepense* y *Verbesina encelioides*. De las cuales *I. purpurea* mostró respuesta sobresaliente a los tratamientos aplicados y presentó las medias más altas en todos los parámetros evaluados; mientras que *S. halepense* manifestó poca respuesta a los tratamientos aplicados y solo alcanzó un porcentaje de germinación del 3.80%.

Palabras clave: Competencia con maleza, cultivos GM, dormancia en semillas, velocidad de germinación, tratamientos pregerminativos.

SUMMARY

Weeds cause significant economic, environmental and social impacts in a wide range of agricultural, natural and urban systems. Cotton cultivation receives strong competitive pressure from plant species that behave like weeds and come from the bank of propagules stored in the arable profile of the soil. In this study, weed species that interact with cotton cultivation were identified in the producing region of La Laguna, in Coahuila, Mexico; In addition, seed of said species was collected in order to evaluate in vitro pregerminative treatments aimed at breaking the dormancy present in the seed of these weeds: a) precooling; b) 0.2% potassium nitrate (KNO₃); c) gibberellic acid (GA3) at 500 ppm; d) application of heat; and e) distilled water alone, considered as a control. The gibberellic acid treatment (AG3) showed superior germination results with 32.33% compared to the other treatments; however, the treatment to which heat was applied was different from the rest, because it presented the lowest value in the variables related to the days of seed germination and the germination percentage, with 7.16%.

Nine weed species were identified that interact with cotton cultivation in Coahuila: *Amaranthus palmeri*, *Convolvulus arvensis*, *Hoffmanseggia glauca*, *Helianthus laciniatus*, *Ipomoea purpurea*, *Trianthema portulacastrum*, *Solanum elaeagnifolium*, *Sorghum halepense* and *Verbesina encelioides*. Of which *I. purpurea* showed an outstanding response to the applied treatments and presented the highest means in all the evaluated parameters; while *S. halepense* showed little response to the applied treatments and only reached a germination percentage of 3.80%.

Keywords: Competition with weeds, GM crops, seed dormancy, germination speed, pregerminative treatments.

EVALUACIÓN DEL CONTROL DE MALEZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE GLIFOSATO DE PATENTE Y GENÉRICO EN EL CULTIVO DE ALGODÓN TRANSGÉNICO

Martín Vázquez¹, Miriam Sánchez^{2*}, Arturo Coronado¹, Alonso Méndez³, Agustín Hernández¹, Luis Alberto Aguirre¹, Esperanza Loera⁴.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. martinolivm7@outlook.com, arturocoronado1@hotmail.com, chinoahj14@hotmail.com, luisaguirreu@yahoo.com.mx,

²CONACYT-UAAAN, Departamento de Parasitología, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. sanvemi16@gmail.com

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coah. alonso1977@gmail.com

⁴CONACYT-Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la UMSNH, Av. Universidad s/n, Edif. B-3, Ciudad Universitaria, Morelia, Mich. loera6@hotmail.com

*Ponente

RESUMEN

A los herbicidas hay que aplicarlos en cultivos específicos sobre los cuales se tenga selectividad y dentro del rango de dosis y recomendaciones señaladas en la etiqueta a fin de evitar problemas futuros como lo es la resistencia. Las formulaciones genéricas tienen el mismo ingrediente activo que las de patente, pero los ingredientes inertes pueden ser diferentes, el uso de ingredientes inertes diferentes, causa que su efectividad sea menor o más lenta.

La presente investigación se desarrolló en el Rancho el Rincón del Buitre, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la localidad del Retiro del municipio de San Pedro, Coahuila, México. Se realizó en P-V del 2018, con el objetivo de determinar el efecto que ejercen herbicidas de patente y genéricos con glifosato como ingrediente activo, sobre el control de maleza en el cultivo de algodón genéticamente modificado (GM), tolerante a herbicida. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones; el híbrido de algodón GM que se utilizó fue el FM2334GLT, los tratamientos fueron: T1: Noble®, T2: Glyfos®, T3: Faena Fuerte®, T4: Rondo Super®, T5: Glyf 360®, T6: testigo sin aplicación. Faena Fuerte® representó al producto de patente y los demás a los genéricos.

El análisis de varianza en el porcentaje de control identificó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, en tanto que, el daño sobre las malezas que interacciona dentro del cultivo de algodón GM, se encontró a Faena Fuerte® y Glyf 360® con 100% de control de malezas, el resto de los herbicidas presentaron un rango de control de 75% a 87.5%. Se identificaron 24 especies (siete familias) de malezas asociadas al cultivo. Algunas de las especies que prevalecieron hasta el final del ciclo productivo del cultivo, se han reportado como especies resistentes al glifosato.

Palabras clave: herbicida sistémico, modo de acción, inhibidores de aminoácidos aromáticos, resistencia de maleza.

SUMMARY

Herbicides must be applied to specific crops for which there is selectivity and within the range of doses and recommendations indicated on the label in order to avoid future problems such as resistance. Generic formulations have the same active ingredient as patent ones, but the inert ingredients may be different, the use of different inert ingredients causes their effectiveness to be less or slower.

This research was developed at Rancho el Rincón del Buitre, of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University, in the town of Retiro in the municipality of San Pedro, Coahuila, Mexico. It was carried out in P-V of 2018, with the aim of determining the effect that patent and generic herbicides with glyphosate as an active ingredient exert on weed control in the cultivation of genetically modified (GM) cotton, tolerant to herbicide. A completely randomized block design with four repetitions was used; the GM cotton hybrid that was used was FM2334GLT, the treatments were: T1: Noble®, T2: Glyfos®, T3: Faena Fuerte®, T4: Rondo Super®, T5: Glyf 360®, T6: control without application. Faena Fuerte® represented the patent product and the others the generics.

The analysis of variance in the control percentage identified highly significant statistical differences between treatments, while the damage on the weeds that interacts within the GM cotton crop was found to Faena Fuerte® and Glyf 360® with 100% control of weeds, the rest of the herbicides presented a control range of 75% to 87.5%. 24 species (seven families) of weeds associated with the crop were identified. Some of the species that prevailed until the end of the productive cycle of the crop have been reported as resistant to glyphosate.

Keywords: systemic herbicide, mode of action, aromatic amino acid inhibitors, weed resistance.

KABUKI® (Piraflufen etil) PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CITRICOS

Justo Acosta, Pedro Hernández, Enrique Lopez¹

¹Investigacion y Desarrollo. Nichino México, S. de R.L. de CV. Durango 263. Piso 10. Colonia Roma, Cuauhtémoc, CMDX. 06700. enrique.lopez@nichino.com.mx

RESUMEN

Tres ensayos establecidos en cítricos (2) Colima y (1) Veracruz fueron resumidos para mostrar el desempeño de piraflufen etil @100, 150 y 200 mL ha⁻¹ sobre el control de malezas de hoja ancha MHA (PTNHY, MALPA, PHBPU, ABUTH, CHEBE, CONGA, BIDPI, POROL, AMACH) y dos mezclas de tanque piraflufen etil+ glifosato @100 mL+3.0 L PF ha⁻¹ y piraflufen etil +glufosinato de amonio@ 100 mL+2.0 L PF ha⁻¹ en comparación con saflufenacil + glifosato @ 15g /100 L de agua +3.0 L PF ha⁻¹ para el control de todo el complejo de malezas (MHA + PASDS, SETGE, CYNDA, CHERVI, POAAN y CYPRO). Se realizó una aplicación foliar sobre malezas con 15 cm de altura. 3 DDA (velocidad de secado) piraflufen etil @200 mostró el mejor control total sobre MHA (72.89%) y para todo el complejo MHA + gramíneas + ciperáceas piraflufen etil + Glufosinato de amonio @100 mL+2.0 L PF ha⁻¹ mostró el mejor control (75.80%). 28 DDA piraflufen etil en sus tres dosis mostraron eficacias >90% para el control de MHA. Para todo el complejo las mezclas de tanque piraflufen-ethyl + glufosinato de amonio y glifosato fueron superiores (93.62 y 93.14%) a la mezcla de tanque Saflufenacil + glifosato (90.61%). Ninguno de los tratamientos evaluados presentó fitotoxicidad al cultivo.

Palabras clave: *Citrus* sp., *Parthenium hysterophorus*, *Malva parviflora*, *Ipomoea purpurea*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium berlandieri*, *Convolvulus galacticus*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, *Chloris virgata*, *Paspalum distichum*, *Setaria parviflora*, *Cynodon dactylon*, *Poa annua*, *Cyperus rotundus*.

SUMMARY

Three trials established in citrus orchards (2) Colima and (1) Veracruz were summarized to show the performance of Pyraflufen-ethyl @ 100, 150 and 200 mL ha⁻¹ on the control of broadleaf weeds BLWs (PTNHY, MALPA, PHBPU, ABUTH, CHEBE, CONGA, BIDPI, POROL, AMACH) and two tank mixtures Pyraflufen-ethyl + Glyphosate @ 100 mL + 3.0 L FP ha⁻¹ and Pyraflufen-ethyl + Glufosinate Ammonium @ 100 mL + 2.0 L PF ha⁻¹ in comparison with Saflufenacil + Glyphosate @ 15g/100 L of water + 3.0 L FP ha⁻¹ for the control of the entire weed complex (BLWs + PASDS, SETGE, CYNDA, CHERVI, POAAN and CYPRO). A foliar application was made on weeds 15 cm high. 3 DDA (burn speed) Pyraflufen-ethyl @ 200 showed the best total control over BLWs (72.89%) and for the entire complex BLWs + grasses + sedges Pyraflufen-ethyl + Glufosinate ammonium @ 100 mL + 2.0 L FP ha⁻¹ showed the best control (75.80%). 28 DDA Pyraflufen-ethyl in its three rates showed >90% efficacy for the control of BLWs. For the entire complex, Pyraflufen-ethyl + Glufosinate Ammonium and glyphosate tank mixtures were superior (93.62 and 93.14%) to Saflufenacil + Glyphosate (90.61%). None of the evaluated treatments caused phytotoxicity to the crop.

Keywords: *Citrus* sp., *Parthenium hysterophorus*, *Malva parviflora*, *Ipomoea purpurea*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium berlandieri*, *Convolvulus galacticus*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, *Chloris virgata*, *Paspalum distichum*, *Setaria parviflora*, *Cynodon dactylon*, *Poa annua*, *Cyperus rotundus*.

KABUKI® (Piraflufen etil): NUEVA HERRAMIENTA PARA LA DEFOLIACION DE ALGODON EN MEXICO

Justo Acosta, Pedro Hernández, Enrique Lopez¹

¹Investigación y Desarrollo. Nichino México, S. de R.L. de C.V. Durango 263. Piso 10. Colonia Roma, Cuauhtémoc, CDMX. 06700. enrique.lopez@nichino.com.mx

RESUMEN

Durante septiembre, 2021 en la zona productora de algodón de Coahuila, México se evaluó la acción defoliante-desecante del herbicida piraflufen etil sobre el híbrido 0912 Deltapine®. Los tratamientos fueron piraflufen etil @ 100, 150 y 200 mL PF ha⁻¹; mezcla de tanque piraflufen etil+ DEF®CE @150 mL + 1.5 L PF ha⁻¹; DEF®CE @1.5 L PF ha⁻¹ y testigo sin aplicación. Se realizaron dos aplicaciones a intervalo de 10 días en etapa fenológica BBCH 87, con una aspersora de motor Swissmex® modelo 819005 de dos puntas de abanico plano y un gasto promedio 480 L de agua ha⁻¹. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones y se evaluaron las variables: Porcentaje de defoliación (PD), no. hojas secas retenidas (HSR), no. hojas verdes retenidas (HVR) y fitotoxicidad. 7 DDB de acuerdo con Tukey (p=0.05) los tratamientos químicos fueron estadísticamente diferentes al testigo sin aplicación, mostrando niveles promedios de defoliación >87%. 21 DDB los mejores tratamientos (PD) fueron: piraflufen etil @ 200 mL (95.63%) y piraflufen etil+ DEF®CE @150 mL + 1.5 L PF ha⁻¹ (96.96%). De acuerdo con Tukey (p=0.05) para (HSR) 21 DDB los mejores tratamientos fueron piraflufen etil @ 200 mL (0.65 hojas/planta) y piraflufen etil+ DEF®CE @150 mL + 1.5 L PF ha⁻¹ (0.40). Para la variable (HVR) todos los tratamientos químicos fueron estadísticamente similares.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., desecante, protoporfirinógeno-oxidasa IX

SUMMARY

During september 2021 in the cotton producing area of Coahuila, Mexico, the defoliant-desiccant action of the herbicide Pyraflufen-ethyl on the hybrid 0912 Deltapine® was evaluated. The treatments were Pyraflufen-ethyl @ 100, 150 and 200 mL FP ha⁻¹; Pyraflufen-ethyl + DEF®CE tank mix @ 150 mL + 1.5 L FP ha⁻¹; DEF®CE @ 1.5 L FP ha⁻¹ and control without application. Two applications were made at an interval of 10 days in the phenological stage BBCH 87, with backpack engine Swissmex® model 819005 with two flat-fan nozzles and an average consumption of 480 L of water ha⁻¹. A randomized complete block design with 4 repetitions was used and the variables evaluated were: Percentage of defoliation (PD), no. dry leaves retained (DLR), no. green leaves retained (GLR) and phytotoxicity. 7 DDB according to Tukey (p = 0.05) the chemical treatments were statistically different compared with without application, showing average levels of defoliation > 87%. 21 DDB the best treatments (PD) were: Pyraflufen-ethyl @ 200 mL (95.63%) and Pyraflufen-ethyl + DEF®CE @ 150 mL + 1.5 L FP ha⁻¹ (96.96%). According to Tukey (p = 0.05) for (DLR) 21 DDB the best treatments were Pyraflufen-ethyl @ 200 mL (0.65 leaves / plant) and Pyraflufen-ethyl + DEF®CE @ 150 mL + 1.5 L FP ha⁻¹ (0.40). For the variable (GLR) all the chemical treatments were statistically similar.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., desiccant, protoporphyrinogen-oxidase IX.

EFFECTIVIDAD DE HERBICIDAS ALTERNATIVOS A GLIFOSATO EN EL CONTROL DE MALEZA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Rosendo Hernández Martínez^{1*}, Enrique Rosales Robles², Martín Espinosa Ramírez¹,
María Eugenia Cisneros López¹

¹INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Río Bravo, Carretera Matamoros-Reynosa, km 61. CP 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. *hernandez.rosendo@inifap.gob.mx; espinosa.martin@inifap.gob.mx; cisneros.maria@inifap.gob.mx

²Asesor en manejo de malezas. enrique_77840@yahoo.com

Resumen: El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de herbicidas químicos y orgánicos en presiembra como alternativas al uso de glifosato. El ensayo se estableció el 06 de septiembre del 2021 en el INIFAP, Campo Experimental Río Bravo (CERIB), Tamaulipas. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 12 tratamientos. Se realizaron tres evaluaciones para estimar el control de malezas a 9, 15 y 22 días después de aplicación (DDA). No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos químicos, sin embargo, en comparación con los herbicidas orgánicos hubo contrastes significativos ($P \leq 0.05$) en el control de trompillo, quelite, zacates y golondrina. Los herbicidas Saflufenacil + Paraquat, Diuron + Paraquat, Saflufenacil + Glufosinato de Amonio y Carfentrazone + Glufosinato de Amonio, mostraron control suficiente, a su vez, control medio en Diuron + Glufosinato de Amonio y Glifosato, control regular para Glufosinato de Amonio y Carfentrazone + Paraquat, control pobre en Paraquat, en cuanto al control de trompillo. En el control de quelite, zacates y golondrina, los herbicidas químicos demostraron tener un control suficiente a muy buen control, a excepción de Glufosinato de Amonio con un control medio en zacates. Los productos orgánicos, en el análisis de control de malezas resultaron con una eficacia de control muy pobre. Los resultados demuestran que hay varias opciones que puedan sustituir al Glifosato, sin embargo, se debe identificar la dosis óptima económica de rentabilidad para el productor en el uso de cualquier herbicida.

Palabras clave: malezas, herbicidas, control, efectividad.

INTRODUCCIÓN

Las malezas son especies vegetales que resultan perjudiciales a los cultivos, porque, compiten por nutrientes, agua, luz y espacio, factores fundamentales para el

buen desarrollo de las plantas. Se estima que a nivel mundial las malezas ocasionan pérdidas directas en la producción agrícola de alrededor del 10 % (FAO, 1996); sin embargo, en México las malezas afectan, en promedio el 30 % del rendimiento de algunos cultivos. El norte de Tamaulipas es la región de México con mayor producción de sorgo y maíz, que en conjunto se siembran en alrededor de 990 mil ha al año (SIAP, 2020). La presencia de malezas en la región es uno de los principales problemas en la producción de los cultivos al ocasionar una reducción en cantidad y calidad del grano cosechado, ya que ocasionan daños que ascienden hasta el 20 % de rendimiento (ROSALES y SÁNCHEZ, 2003). Entre las principales especies de malezas de hoja ancha en la región norte de Tamaulipas destacan: trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav.), polocote (*Helianthus annuus* L.), amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.) y quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats) (ROSALES *et al.*, 2011). El control químico de maleza en presiembra se puede realizar con herbicidas postemergentes no selectivos que actúan por contacto como: Carfentrazone-etil, Glufosinato de Amonio y Paraquat. Así mismo, herbicidas postemergentes selectivos sistémicos: Fluazifop-butil, Mesotrione, Setoxidim y Salflufenacil y el herbicida postemergente no selectivo sistémico Glifosato (KANISSERY *et al.*, 2020). A pesar de las múltiples opciones existentes para el control químico de las malezas en la producción de cultivos en Tamaulipas, la aplicación de Glifosato es el método predominante, utilizándose entre dos a tres veces por año (FERNÁNDEZ *et al.*, 2017). El empleo extensivo de Glifosato en parcelas agrícolas en el estado de Tamaulipas ha ocasionado una enorme presión de selección que ha favorecido la sobrevivencia y reproducción de biotipos que desarrollaron mutaciones con tolerancia a dicho herbicida. Además del problema agronómico y económico que representa la presencia de biotipos tolerantes a Glifosato, este herbicida ha sido señalado como contaminante de suelo y agua con sus residuos y causante de problemas de salud humana y animal (VAN BRUGGEN *et al.*, 2018), aunque todavía existen muchas discrepancias entre los científicos sobre la magnitud e importancia del problema (TORRETA *et al.*, 2018). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar diferentes herbicidas químicos y orgánicos en presiembra como alternativas al Glifosato en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la zona norte de Tamaulipas, en el INIFAP, Campo Experimental Río Bravo (CERIB), durante el ciclo agrícola P-V 2021. La aplicación de los herbicidas se realizó el 06 de septiembre, de los cuales nueve fueron químicos, dos orgánicos y un testigo sin aplicar (Tabla 1). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y unidades experimentales de cuatro surcos de 0.80 m de

ancho por 10 m de largo. La aplicación de los tratamientos se realizó con una aspersora de mochila motorizada equipada con un aguilón de 3 boquillas de abanico plano 8003 a una distancia de 40 cm y con un volumen de aspersion de 250 l ha⁻¹. A los tratamientos de herbicidas se les añadió un coadyuvante (Bionex) a razón de 1.5 ml l⁻¹ de agua, así mismo, en todas las aplicaciones se utilizó agua comercial purificada libre de sales y con pH neutro, con la finalidad que el agua no fuera un factor a interferir con la acción de los herbicidas.

Tabla 1. Tratamientos evaluados para el control de malezas en el norte de Tamaulipas.

Tratamiento	Herbicidas y dosis de aplicación
1	Glifosato (2.5 l ha ⁻¹)
2	Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)
3	Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)
4	Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)
5	Diuron (312 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)
6	Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)
7	Diuron (312 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)
8	Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + (Paraquat 2.5 l ha ⁻¹)
9	Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)
10	Orgánico 1 (1.0 l ha ⁻¹)
11	Orgánico 2 (1.0 l ha ⁻¹)
12	Testigo sin aplicación

Una vez realizada la aplicación de herbicidas se estimaron visualmente el porcentaje de control de malezas a los 9, 15 y 22 días después de la aplicación (DDA). La toxicidad de los herbicidas en la maleza se evaluó con estimaciones visuales y escala de 0 a 100 %, propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (FRANS *et al.*, 1986; SILVA *et al.*, 2005): donde 0 indica falta de efecto y 100 % muerte de la planta (Tabla 2).

Tabla 2. Escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWS) para evaluar el control de maleza por herbicidas.

Valor	Control de maleza (%)	Efecto sobre la maleza
1	99.0-100.0	Muerte
2	96.5-99.0	Muy buen control
3	93.0-96.5	Buen control
4	87.5-93.0	Control suficiente
5	80.0-87.5	Control medio
6	70.0-80.0	Control regular
7	50.0-70.0	Control pobre

8	1.0-50.0	Control muy pobre
9	0.0-1.0	Sin efecto

Los datos de las variables de respuesta se sometieron a un análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los datos originales y los transformados a su valor de arcoseno fueron similares en la homogeneización de varianzas, por lo tanto, los análisis de varianza se realizaron con los datos originales de campo. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico de SAS versión 9.4 (SAS Institute, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el lote experimental se identificaron siete especies de malezas, las cuales son: trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav.), quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats), zacates (zacate espiga; *Panicum fasciculatum* Sw., zacate guiador o paniso; *Panicum reptans* L. y zacate liendrilla; *Leptochloa filiformis* Perms.), golondrina (*Euphorbia serpens* Kunth.), polocote (*Helianthus annuus* L.), amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.) y tomatillo (*Physalis angulata* L.). Por su importancia en la región norte de Tamaulipas, enseguida se muestran datos de las cuatro especies más abundantes que son: trompillo, quelite, zacates y golondrina.

Control de trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav.).

A los 9 DDA (Tabla 3) se obtuvo un control regular a suficiente (77.5 a 92.2 %) de trompillo con las mezclas Saflufenacil + Glufosinato de Amonio ($60 \text{ g ha}^{-1} + 2.0 \text{ l ha}^{-1}$), Saflufenacil + Paraquat ($60 \text{ g ha}^{-1} + 2.5 \text{ l ha}^{-1}$), Carfentrazone + Glufosinato de Amonio ($83 \text{ g ha}^{-1} + 2.0 \text{ l ha}^{-1}$), Diuron + Paraquat ($312 \text{ g ha}^{-1} + 2.5 \text{ l ha}^{-1}$), Diuron + Glufosinato de Amonio ($312 \text{ g ha}^{-1} + 2.0 \text{ l ha}^{-1}$) y Carfentrazone + Paraquat ($83 \text{ g ha}^{-1} + 2.5 \text{ l ha}^{-1}$). El conjunto de estas mezclas de herbicidas en el control de trompillo fue estadísticamente similar ($P \leq 0.05$). Sin embargo, es importante identificar la dosis óptima económica en comparación a Glifosato para que sea rentable al productor. En cuanto a los herbicidas Glifosato (2.5 l ha^{-1}), Paraquat (2.5 l ha^{-1}) y Glufosinato de Amonio (2.0 l ha^{-1}), se observó un control de pobre a regular (62.5 a 75.0 %). Los productos orgánicos revelaron un control muy pobre ambos con un 22.5 % de efectividad. A los 15 DDA no se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos químicos (T1 a T9), los cuales presentaron un control de regular a bueno (71.2 a 95.2 %); mientras que los tratamientos orgánicos (T10 y T11) y el testigo (T12) presentaron un comportamiento similar entre sí, mostrando un control muy pobre ($> 50 \%$). A los 22 DDA no se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos químicos (T1 a T9), los cuales presentaron un control de pobre a bueno (67.5 a 93.2 %). Mientras que los tratamientos orgánicos (T10 y T11) y el testigo (T12) presentaron un comportamiento similar entre sí, mostrando un control muy pobre ($> 50 \%$). Los resultados obtenidos difieren a lo reportado por ESQUEDA *et al.* (2020), quienes encontraron mayor control en Paraquat y Glufosinato de Amonio, así mismo, menor control en Glifosato y en las mezclas de herbicidas como

Glufosinato de Amonio + Diuron, Paraquat + Diuron; estas diferencias pueden deberse al tipo, tamaño y distribución de maleza presente en la región de evaluación.

Control de quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats.).

Los herbicidas químicos (T1 a T9) a los 9, 15 y 22 DDA en el control de quelite fueron estadísticamente similares; sin embargo, mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con los productos orgánicos (Tabla 3). En la evaluación a los 9 DDA se encontraron porcentajes de buen control a muy buen control (94.2 a 99.0 %) con herbicidas químicos. Con respecto a los tratamientos químicos, la estimación a los 15 y 22 DDA en su mayoría presentaron un muy buen control (99.0 %), a excepción de Glufosinato de Amonio que presentó un control del 91.7 y 88.5 % a los 15 y 22 DDA, respectivamente. Lo anterior concuerda con los resultados reportados por ROSALES *et al.* (2011) para el control de quelite. Los productos orgánicos en las tres evaluaciones mostraron un control muy pobre (17.5 a 37.5 %).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos herbicidas en el control de trompillo y quelite (%) a los 9, 15 y 22 días después de la aplicación (DDA).

Tratamientos	Trompillo			Quelites		
	DDA			DDA		
	9	15	22	9	15	22
Glifosato (2.5 l ha ⁻¹)	75.0 cd	88.7 a	88.2 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	62.5 d	71.2 a	67.5 a	98.0 a	99.0 a	99.0 a
Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	72.5 bcd	75.0 a	70.0 a	94.2 a	91.7 a	88.5 a
Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	92.0 ab	93.2 a	93.2 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Diuron (312 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	88.7 abc	92.5 a	92.5 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	92.2 a	95.2 a	90.7 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Diuron (312 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	86.2 abc	85.0 a	82.5 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + (Paraquat 2.5 l ha ⁻¹)	77.5 abcd	76.2 a	70.0 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	92.0 ab	93.2 a	89.5 a	99.0 a	99.0 a	98.0 a
Orgánico 1 (1.0 l ha ⁻¹)	22.5 e	18.7 b	16.2 b	25.0 b	20.0 b	17.5 b
Orgánico 2 (1.0 l ha ⁻¹)	22.5 e	22.5 b	18.7 b	37.5 b	28.7 b	22.5 b
Testigo sin aplicación	0.0 f	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c
CV.	11.1	16.0	18.2	7.3	6.8	7.7

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Control de Zacates (*Panicum fasciculatum* SW., *Panicum reptans* L. y *Leptochloa filiformis* Lam.).

No se observaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos con herbicidas químicos; sin embargo, existió diferencia en comparación a los productos orgánicos (Tabla 4). Las evaluaciones a los 9, 15 y 22 DDA revelaron muy buen control para zacates (96.5 a 99.0 %) con Glifosato, Paraquat, Saflufenacil + Paraquat, Diuron + Paraquat y Carfentrazone + Paraquat. Respecto al Glufosinato de Amonio se observó un control medio (80.0 a 86.2 %) en las tres evaluaciones. A su vez, Saflufenacil + Glufosinato de Amonio logró controlar en 96.2 % a los 9 DDA, aunque a partir de los 15 y 22 DDA causó una reducción al 91.0 % con un control suficiente. En cuanto a los

productos orgánicos (Sec Natural y Herbitech), en las tres fechas revelaron una eficacia muy pobre (17.5 a 45.0 %) para el control de los zacates.

Control de Golondrina (*Euphorbia serpens*).

A los 9, 15 y 22 DDA se logró un muy buen control de golondrina con Glifosato, Paraquat, Saflufenacil + Paraquat, Diuron + Paraquat, Saflufenacil + Glufosinato de Amonio, Diuron + Glufosinato de Amonio y Carfentrazone + Paraquat (97.7 a 99.0 %). Así mismo, buen control (94.2 %) con los herbicidas Glufosinato de Amonio y Carfentrazone + Glufosinato de Amonio, sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre ellas (Tabla 4). Sin embargo, se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) con los productos orgánicos, los cuales presentaron un control muy pobre (12.5 a 27.5 %) de golondrina.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos herbicidas en el control de zacates y golondrina (%) a los 9, 15 y 22 días después de la aplicación (DDA).

Tratamientos	Zacates			Golondrina		
	DDA			DDA		
	9	15	22	9	15	22
Glifosato (2.5 l ha ⁻¹)	99.0 a	96.7 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	98.0 a	99.0 a	99.0 a	98.0 a	99.0 a	99.0 a
Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	86.2 a	83.7 a	80.0 a	94.2 a	94.2 a	94.2 a
Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	98.0 a	96.7 a	98.0 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Diuron (312 g ha ⁻¹) + Paraquat (2.5 l ha ⁻¹)	97.7 a	98.0 a	98.0 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Saflufenacil (60 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	96.2 a	94.5 a	91.0 a	99.0 a	99.0 a	99.0 a
Diuron (312 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	94.7 a	91.0 a	87.2 a	98.7 a	97.7 a	98.7 a
Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + (Paraquat 2.5 l ha ⁻¹)	97.7 a	97.7 a	96.5 a	98.0 a	98.0 a	98.0 a
Carfentrazone (83 g ha ⁻¹) + Glufosinato de Amonio (2.0 l ha ⁻¹)	94.7 a	93.5 a	89.7 a	94.2 a	94.2 a	94.2 a
Orgánico 1 (1.0 l ha ⁻¹)	25.0 b	21.2 b	17.5 bc	17.5 b	13.7 bc	12.5 bc
Orgánico 2 (1.0 l ha ⁻¹)	45.0 b	35.0 b	27.5 b	27.5 b	22.5 b	18.7 b
Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
CV.	10.8	11.0	11.1	8.3	7.6	6.8

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

- Se identificaron mezclas de herbicidas químicos con buen a muy buen control de trompillo, quelite, zacates y golondrina, que pueden ser alternativos al uso del glifosato, sin embargo, es necesario identificar la dosis optima económica de los herbicidas para la rentabilidad del productor en futuras evaluaciones.
- Los productos orgánicos a la dosis de 1 l ha⁻¹, no mostraron efectividad en el control de malezas, por lo que se sugieren evaluar dosis más elevadas para mejorar su control y determinar sus costos.
- Los tratamientos químicos en comparación a los herbicidas orgánicos revelaron mayor efectividad en el control de malezas y menor costo del producto.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de INIFAP: Alternativas al uso del glifosato para el control de maleza en México.

BIBLIOGRAFÍA

- ESQUEDA, E. V. A.; BECERRA, L. E. N.; ROSAS, G. X. (2020). Control químico postemergente de malezas en mango (*Mangifera indica* L.). Memoria del XLI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Vía zoom, México. 168 p.
- FAO, (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo. Eds. R. Labrada, J.C. Caseley & C. Parker, FAO Plant Production and Protection Paper 120. Rome, 403 p.
- FERNÁNDEZ, L. G.; AGUILAR, L. A.; AZZARO P. C.; MIRANDA A. M. A.; PURROY V. R.; PÉREZ S. M. R. (2017). Behavior patterns related to the agricultural practices in the production of Persian lime (*Citrus latifolia* Tanaka) in the seasonal grove. Computers and Electronics in Agriculture. 116:162-172.
- FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D. AND CROWLEY, H. (1986). Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant response to weed control practices. In: Camper, N. D. (ed). Research Methods in Weed Science. 3rd Edition. Southern Weed Science Society, Champaign, Illinois. USA. 20-46 p.
- KANISSERY, R; FUTCH, S. H. AND SELLERS, B. A. (2020). Florida citrus production guide. HS-107. University of Florida. Horticultural Sciences Department. IFAS Extension. Gainesville, FL, USA. 12 p.
- SAS Institute (2011) SAS/STAT® 9.3 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 8640 p.
- SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. Ciudad de México <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (octubre 2021).
- SILVA, F. M. A.; RODRÍGUEZ, M. J. C.; DÍAZ, G. O. y BAUTISTA, M. N. (2005). Efectividad biológica de un derivado de ácido graso para el control de *Macrosiphum rosae* L. (Homóptero: Aphididae) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Agrociencia 39: 319-325.
- ROSALES, R. E. Y SANCHEZ, C. R. (2003). Control de maleza de hoja ancha anual en sorgo para grano con dosis reducidas de herbicidas post-emergentes. Memoria del XVI Congreso Latinoamericano de Malezas. Manzanillo, México. 436 p.
- ROSALES, R. E.; SÁNCHEZ, C. R.; CERDA, G. P.A. (2011). Control químico de malezas de hoja ancha en sorgo para grano. Revista Fitotecnia Mexicana. 34 (4): 269-275.
- TORRETA, V.; KATSOYIANNIS, I. A.; VIOTTI, P. AND RADA, E. C. (2018). Critical review of the effects of glyphosate exposure to the environment and humans through the food supply chain. Sustainability 10:950.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; HE, M. M.; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K. C.; FINCKH, M. R. AND MORRIS, J. G. JR. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment* 616-617:255-268.

Summary: The objective of this study was to evaluate the effectiveness of chemical and organic herbicides in preplant as alternatives to the use of glyphosate. The trial was established on September 6, 2021 at INIFAP, Rio Bravo Experimental Field (CERIB), Tamaulipas. A randomized complete block design with four replications and 12 treatments was used. Three evaluations were made to estimate weed control at 9, 15 and 22 days after application (DDA). No significant differences ($P \leq 0.05$) were found among chemical treatments, however, in comparison to the organic herbicides there were significant contrasts ($P \leq 0.05$) in the control of silverleaf nightshade, palmer amaranth, annual grasses and creeping spurge. The herbicides Saflufenacil + Paraquat, Diuron + Paraquat, Saflufenacil + Glufosinate-Ammonium and Carfentrazone + Glufosinate-Ammonium, showed sufficient control, medium control in Diuron + Glufosinate-Ammonium and Glyphosate, regular control for Glufosinate-Ammonium and Carfentrazone + Paraquat, poor control in Paraquat, as for the control of silverleaf nightshade. In Palmer amaranth, annual grasses and creeping spurge, most of chemical herbicides showed sufficient to very good control, except for Glufosinate-Ammonium with a medium control. The organic products, in the weed control analysis, had a very poor control efficacy. The results show that there are several options that can replace Glyphosate; however, it is necessary to look for an optimal economic dose of profitability for the producer in the use of any herbicide.

Keywords: weeds, herbicides, weed control, effectiveness.

DIVERSIDAD DE MALEZAS EN NOGAL PECANERO EN LA REGIÓN LAGUNERA

J. A. Urrieta-Velázquez¹, C. O. Puente-Valenzuela², L. X. Zelaya-Molina³, F. I. Chávez-Díaz⁴, R. Cervantes-Martínez⁵, A. Lagarda-Murrieta⁶

¹CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. E-mail: urrieta.jose@inifap.gob.mx

²CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. E-mail: puente.cristo@inifap.gob.mx

³Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho Las Cruces, Tepatitlan de Morelos, Jalisco. C.P. 47600. E-mail: zelaya.lily@inifap.gob.mx

⁴Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho Las Cruces, Tepatitlan de Morelos, Jalisco. C.P. 47600. E-mail: chavez.fernando@inifap.gob.mx

⁵Profesional independiente. E-mail: cervantesmrosalinda@gmail.com

⁶Departamento de Horticultura, UAAAN. Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, Torreón, Coahuila. C.P. 27054. E-mail: lagarda82@yahoo.com.mx

Resumen: La biodiversidad de malezas en los agroecosistemas depende de las prácticas de control y las condiciones ambientales locales. Debido a ello, es importante conocer la dinámica de las comunidades de malezas para desarrollar sistemas de producción multifuncionales y sustentables, siendo un reto en la producción de alimentos en la actualidad. Con base en esos principios, es necesario conocer la biodiversidad de malezas en los sistemas de producción para desarrollar el control más adecuado de esas poblaciones, como se ha iniciado en el cultivo de nogal pecanero. La biodiversidad de malezas en el agroecosistema de nogal se determinó identificando las malezas a nivel de género y especie, clasificándolas en anuales, perennes, hoja ancha y angosta. Además, se determinó su densidad de población y biomasa seca producida antes de su poda. También se identificaron algunos usos locales.

Las especies con más población fueron malezas de hoja angosta, aunque las malezas de hoja ancha fueron más diversas. Predominaron las de ciclo anual con respecto a las perennes. El clima más lluvioso permite la proliferación de mayor biodiversidad de malezas a pesar del control mediante podas, permitiendo aprovechar algunas malezas como forraje, quelites y como hierbas medicinales. El control de malezas con rastra reduce la biodiversidad de malezas. Con base en ello se puede concluir que el clima local y el manejo agronómico de malezas influyen en su biodiversidad. Mantener la biodiversidad de malezas puede tener otros beneficios al cultivo, al suelo y a las poblaciones locales.

Palabras clave: biodiversidad de malezas, control de maleza, nogal pecanero.

INTRODUCCIÓN

El estado de Durango tiene un 69% de las gramíneas nativas, 20% endémicas y el resto son exóticas, las cuales se distribuyen en las diferentes regiones naturales que posee (HERRERA y CORTÉS, 2009). Esto es importante porque la diversidad de malezas en los diferentes sistemas de producción cambia por efecto del clima, manejo agronómico del cultivo y métodos de control de malezas (RÍOS y GIMÉNEZ, 1992). En un estudio, ARÉVALO *et al.*, (2019) indican que la temperatura ambiental en especies tropicales influye fuertemente en su proliferación en esas regiones.

La actividad agrícola juega un papel importante en la reducción de la biodiversidad, no obstante, en las márgenes de los cultivos hay mayor diversidad de malezas, compensando dicha pérdida de biodiversidad. Habiendo una fuerte interacción entre el manejo de los cultivos y el ambiente sobre la diversidad de malezas como lo indican BOURGEOIS *et al.*, (2020), y quienes sugieren realizar estudio más detallados de estas interacciones para entender mejor la dinámica de las metacomunidades de malezas para promover agroecosistemas multifuncionales y sustentables. Con base en ello, este trabajo tuvo como objetivo determinar la diversidad de malezas en predios con nogal pecanero para observar el efecto del manejo de las malezas y el clima local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los sitios muestreados están localizados en Torreón (La Partida), Gómez Palacio (Gregorio García) y Peñón Blanco en Durango, cuya localización y manejo se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Localización de los predios y manejo de maleza en nogal pecanero.

Sitio	Ubicación	Altitud (msnm)	Manejo de maleza
La Partida, Torreón	25° 35' 30" LN 103° 18' 13" LO	1,120	Poda mecánica
Gregorio García, Gómez Palacio	25° 45' 09" LN 103° 20' 43" LO	1114	Rastra
Peñón Blanco	24° 46' 51" LN 104° 02' 37" LO	1800	Poda mecánica

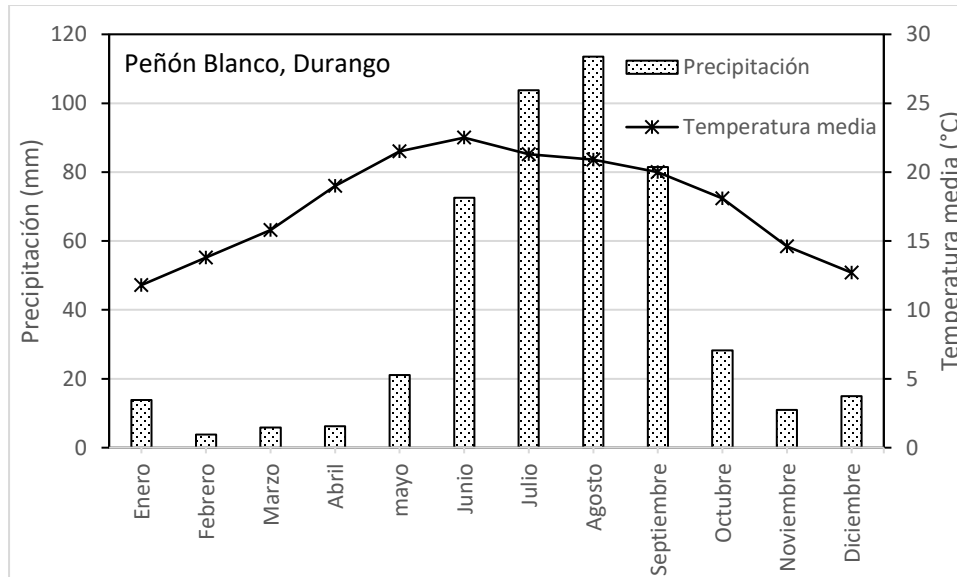
El manejo de la maleza en “La Partida” es mediante poda usando una desvaradora accionada por la toma de fuerza del tractor, la cual tiene un ancho de trabajo de 2 m, se realiza un paso de máquina cada mes. El riego es por aspersión aplicando 70 mm de lámina de riego cada semana durante seis meses. En el sitio Peñón Blanco también se maneja riego por aspersión, pero la poda se realiza con desbrozadora. En Gregorio García la maleza se controla haciendo un paso de rastra al inicio del riego y uno al momento de la cosecha para facilitar la recolección de la nuez. El riego en este sitio es por gravedad.

En un cuadrado de 4 m x 4 m y cuatro sitios por localidad, y con el apoyo de un especialista parasitólogo y claves taxonómicas se determinó la biodiversidad de malezas identificando a nivel de género y especies y su clasificación como anuales o perennes y

de hoja ancha o angosta. Para determinar las poblaciones por unidad de superficie, se hicieron conteos en un cuadro de 0.5 m x 0.5 m usando cuatro repeticiones. También se midió su biomasa seca previo a la poda de la misma para determinar su aporte de materia orgánica al suelo en la misma superficie. Adicionalmente, se consultaron algunos usos locales de las malezas para conocer mejor el agroecosistema nogal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El clima local tiene una influencia importante en la diversidad de malezas, pues además del riego, la precipitación es mayor en Peñón Blanco en comparación con Gómez Palacio y La Partida de acuerdo con datos históricos (1981-2010) oficiales (SMN-CONAGUA, 2021). En la Figura 1 se puede observar la diferencia en la precipitación y la temperatura media mensual, donde es posible apreciar menor precipitación en La Partida y Gregorio García en comparación con Peñón Blanco, contrario a lo que sucede con la temperatura, la cual es mayor en estos sitios que en Peñón Blanco. Esto crea condiciones locales en las que pueden proliferar mayor diversidad de especies de maleza con mayor humedad y temperatura más favorable que en condiciones secas y cálidas.



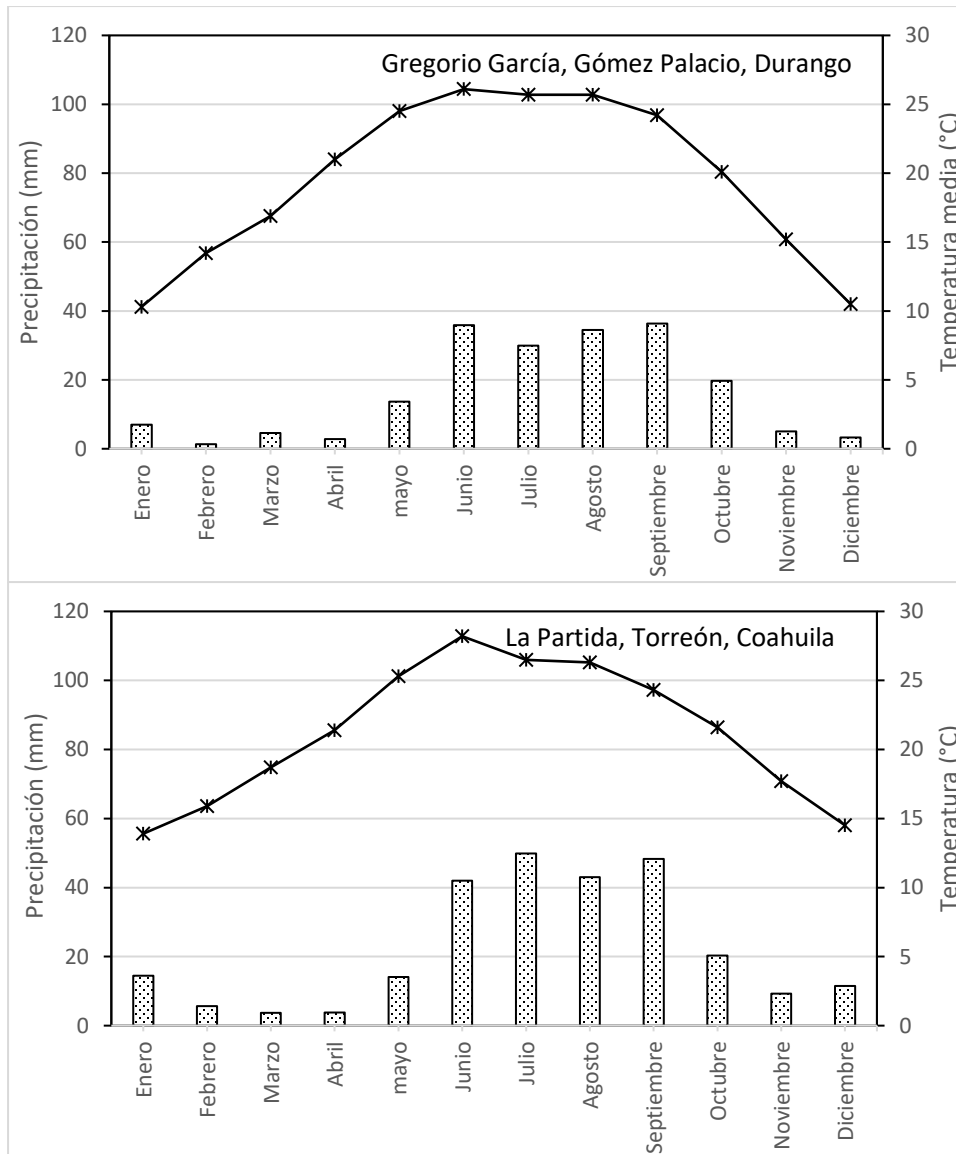


Figura 1. Clima local en tres sitios de muestreo de biodiversidad de malezas asociadas al cultivo de nogal.

La diversidad de malezas es mayor en condiciones de mayor disponibilidad de agua que en condiciones secas a pesar de que el manejo de la maleza es similar como se observa en el Cuadro 2, comparando La Partida y Peñón Blanco. No obstante, en condiciones similares de humedad, pero diferente método de control de malezas, la biodiversidad de las mismas disminuye con el paso de rastra como en Gregorio García comparado con La partida, donde se hace solo poda para su control. Esto marca también una diferencia en el número de especies presentes durante el ciclo de cultivo del nogal pecanero por el tipo de control de malezas. En el Cuadro 1 se muestra el número de especies presentes en los diferentes sitios de muestreo, donde se aprecia la diferencia entre la poda de maleza y el paso de rastra para el control de maleza en La Partida y Gregorio García, y el efecto de la disponibilidad de humedad en los tres sitios de estudio. Las malezas que predominan son las anuales de hoja ancha por número de especies

(Cuadro 2), aunque por cobertura las especies de hoja angosta son las principales (Cuadro 3).

Cuadro 2. Diversidad de malezas asociadas al cultivo de nogal pecanero en tres sitios con diferente manejo de malezas.

Nombre común	Nombre científico	Ciclo	Uso local
La Partida, Torreón, Durango			
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i>	Anual	Forraje
Zacate de agua	<i>Echinochloa colona</i> L. Link	Anual	Forraje
Zacate cola de zorra	<i>Setaria verticillata</i> L.	Perenne	Forraje
Hierba del negro	<i>Malvastrum coromandelianum</i> L. Garcke	Anual	Ninguno
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Anual	Ninguno
Centinodia	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Perenne	Ninguno
Gregorio García, Gómez Palacio, Durango			
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	Perenne	Forraje
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Anual	Ninguno
Zacate cola de zorra	<i>Setaria verticillata</i> L.	Perenne	Forraje
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i>	Perenne	Forraje
Peñón Blanco, Durango			
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i>	Perenne	Forraje
Alpiste	<i>Eragrostis intermedia</i>	Anual	Forraje
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Anual	Forraje
Altamisa	<i>Ambrosia psilostachya</i>	Anual	Ninguno
Zacate cola de zorra	<i>Setaria verticillata</i> L.	Perenne	Forraje
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Perenne	Ninguno
Amargosa	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth & Hook	Anual	Medicinal
Hierba del negro	<i>Malvastrum coromandelianum</i> L. Garcke	Anual	Ninguno
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Anual	Ninguno
Zacate de agua	<i>Echinochloa colona</i> L. Link	Anual	Forraje
Centinodia	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Perenne	Ninguno
Rompe piedras	<i>Euphorbia serpens</i> H.B.K. var. <i>microphylla</i> Müll. Arg.	Perenne	Ninguno
Carretilla	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Anual	Forraje
Achual	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Anual	Forraje
Lechuguilla	<i>Sonchus asper</i>	Anual	Ninguno
Hierba algodонера	<i>Filago pyramidata</i> L.	Anual	Ninguno
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Anual	Comestible
Quelite cenizo	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Anual	Comestible
Clavo	<i>Tagetes coronopifolia</i>	Anual	Ninguno
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Anual	Ninguno
Confetillo	<i>Cenchrus incertus</i> Curtis	Anual	Ninguno

Al comparar el manejo de la maleza en ambiente cálido y seco (La partida y Gregorio García), la diversidad de malezas se reduce con la labranza del suelo (4 especies principales) en comparación con el control mediante poda de maleza (6 especies principales) como ya ha sido indicado por algunos investigadores (IZQUIERDO *et al.*, 2009). Las especies que más predominan son las malezas de hoja angosta como se indica en el Cuadro 3, representando un mayor porcentaje del total de la población presente. Estas mismas aportan mayor cantidad de biomasa que se incorpora al suelo

en comparación con las malezas de hoja ancha, esto es muy importante ya que desde el punto de vista agronómico es una forma de mejorar la fertilidad física y microbiológica del suelo, pues se aportan aproximadamente 20.10 y 19.61 toneladas de biomasa seca al año con la poda de la maleza en Peñón Blanco y La Partida respectivamente. Estos son algunas de las ventajas que pueden ser favorables para el agroecosistema nogal como ya se ha indicado por otros investigadores (STORKEY y NEVE, 2018).

Cuadro 3. Población de malezas y su aporte de biomasa al suelo mediante poda.

Sitio	Tipo de Maleza	% de la población	Población (plantas·ha ⁻¹)	Biomasa seca (ton·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
Peñón Blanco	Hoja angosta ¹	79.60	17,611,111.00	16.336.00
	Hoja ancha	20.40	4,513,889.00	4.637.00
La Partida	Hoja angosta ¹	83.71	370,000.00	13.304.00
	Hoja ancha	16.29	72,000.00	6.310.00

¹Población de tallos por unidad de superficie.

La poda de malezas en los sitios muestreados no solo aporta materia orgánica al suelo, sino que también se protege al suelo de la erosión eólica pues en la región es muy común que en los cambios de clima a frío a cálida y viceversa se den rachas de viento. Un beneficio más de mantener la mezclas con podas es que son fuente de forraje para ganado menor como las cabras, pues como se indica en el Cuadro 2 la mayoría de las gramíneas se usan como forraje de manera local. Algunas de ellas como la verdolaga y el quelite cenizo se usan como quelites y algunas como la amargosa se usa como medicinal para la fiebre de acuerdo con habitantes locales. Estos son indicadores de la multifuncionalidad y sustentabilidad de los agroecosistemas que BOURGEOIS *et al* (2020) indican en su estudio.

CONCLUSIONES

- La cantidad de malezas que predomina son las anuales de hoja ancha mientras que por unidad de superficie las gramíneas son las principales. Esta biodiversidad de malezas en los agroecosistemas está influenciada por el manejo agronómico y el clima local predominante. El paso de rastra para el control de malezas reduce la biodiversidad de especies en comparación con la poda de la misma. El método de control mediante poda aporta biomasa seca al suelo y lo protege de la erosión eólica.
- Mantener la biodiversidad de malezas puede tener beneficios locales como forraje, alimento y medicina tradicional en comunidades locales.

AGRADECIMIENTOS

Se hace un agradecimiento a la Dra. Elizabeth Zúñiga y al Ing. Jaime Carrera por facilitar sus predios de nogal para realizar estos trabajos en el control de maleza. Al Dr. Ángel Lagarda por permitir dar seguimiento a los predios con mejo de poda de maleza. A la Dra. Rosalinda Cervantes por el apoyo técnico en la identificación de malezas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARÉVALO R. A., CÓRDOVA S. S., AMBROSANO E. J., BERONCINI E. I., ESPINOSA G. F. J., ARÉVALO C. L. A., MARTÍN A. C., MEDINA P. J. L. & AMBROSANO G. B. (2019). Malezas invasoras globales en *Sccharum* spp. ex Mukherjee, S. K. 1957 después del impacto del cambio climático. *Avances en Investigaciones Agropecuarias* 23(3), 23-39. En línea: <http://ww.ucol.mx/revaia/anteriores.php?id=109>
- BOURGEOIS B., GABA S., PLUMEJEAUD C. & BRETAGNOLLE V. (2020). Weed diversity is driven by complex interplay between multi-scale dispersal and local filtering. *Proceedings Royal Society B* 287. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.1118>
- HERRERA A. Y.; CORTÉS O. A. (2009). Diversidad de las gramíneas en Durango, México. *Polibotánica* 28, 49-68. En línea: <https://www.polibotanica.mx/ojs/index.php/polibotanica/article/view/782>
- IZQUIERDO J., BLANCO-MORENO J. M., CHAMORRO L., GONZÁLEZ-ANDÚJAR J. L.; SANS F. X. (2009). Spatial distribution of weed diversity within a cereal field. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 491-496. doi: <https://doi.org/10.1051/agro/2009009>
- SMN-CONAGUA. (2021). Normales climatológicas por estado. Servicio Meteorológico Nacional. Fecha de consulta: 5/11/2021. En línea: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>
- STORKEY J.; NEVE P. (2018). What good is weed diversity? *Weed Research* 58 (4), 239-243. doi: <https://doi.org/10.1111/wre.12310>

Summary: diversity of weeds in pecanero walnut in the Lagunera Region.

Weed biodiversity in aggrecosystems depends on local environmental conditions and control practices. Due to this, it is important to know the dynamics of weed communities to develop multifunctional and sustainable production systems, being a challenge in food production today. Based on these principles, it is necessary to know the biodiversity of weeds in the production systems to develop the most adequate control of these populations, as has been started in the cultivation of pecan walnut. Weed biodiversity in the walnut agroecosystem was determined by identifying weeds at the genus and species level, classifying them as annules, perennials, broadleaf and narrow. In addition, its population density and dry biomass produced before pruning were determined. Some local uses were also identified.

The most populous species were narrowleaf weeds, although broadleaf weeds were more diverse. The annual cycle predominated with respect to the perennial ones. The rainier climate allows the proliferation of greater weed biodiversity despite pruning control, allowing some weeds to be used as forage, quelites and as medicinal herbs. Tracing weed control reduces weed biodiversity. Based on this, it can be concluded that the local climate and the agronomic management of weeds influence its

biodiversity. Maintaining weed biodiversity can have other benefits to the crop, the soil, and local populations.

Key words: weed biodiversity, weed control, pecan walnut.

FITOTOXICIDAD *IN VITRO* DEL EXTRACTO ACUOSO DE *Parthenium hysterophorus* EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE *Convolvulus arvensis*

V.G. Almada-Ruiz^{1*}, A. Reyes-Olivas¹, G.A. Lugo-García¹, B.H. Sánchez-Soto¹, C.S. Romero-Félix¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Colegio de Ciencias Agropecuarias, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte.

*almadaruiz@yahoo.com.mx

Resumen: La planta *Convolvulus arvensis* es una arvense cuya presencia limita la producción agrícola de diversas zonas de México y del mundo. El aprovechamiento de la alelopatía es una de las tecnologías con mayor proyección en el manejo de este tipo de vegetación. Con el objetivo de contribuir con información sobre el potencial de este fenómeno, se evaluó el efecto de los extractos acuosos de hoja, tallo y raíz de *Parthenium hysterophorus* sobre la germinación y crecimiento inicial de *C. arvensis*. El ensayo se realizó en condiciones de laboratorio, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, utilizando cajas Petri como unidad experimental. Se aplicaron dosis de 7 mL de cinco tratamientos en concentración de 0, 2.5, 5, 7.5 y 10% (p/v), repartidas en cinco repeticiones con 25 semillas cada una. Se evaluó el porcentaje final de germinación, la longitud y el peso seco de las plántulas. Se observó inhibición de germinación >97% con el extracto de hoja al 10%; en este parámetro y con esta estructura, todos los tratamientos resultaron significativos. En longitud y peso seco se muestra un comportamiento similar; sin embargo, la significancia se reserva a las dosis superiores (7.5-10%) e incluye al extracto acuoso de tallo en la dosis máxima (10%). El extracto acuoso de la parte aérea de *P. hysterophorus* muestra potencial bio-herbicida.

Palabras clave: Alelopatía, arvense, compuesto bioactivo.

INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de arvenses es un elemento fundamental en la producción agrícola. Incluida dentro de un selecto grupo de especies altamente problemáticas en el

mundo se encuentra *Convolvulus arvensis* L. (Convolvulaceae), especie de hábito rastrero y con marcada influencia en distintas zonas agrícolas del noroeste de México. Esta especie infesta más del 63% de las hectáreas de agricultura de riego en el valle del Yaqui, Sonora; mientras que en la zona algodonera del valle de Mexicali, Baja California, es considerada como la arvense más importante en esta actividad (BOJÓRQUEZ *et al.*, 2011; RODRÍGUEZ, 2014). Si bien el control químico es el principal medio de manejo de esta y otras especies, el aprovechamiento de plantas con propiedades alelopáticas como herbicida natural se ha posicionado como una estrategia emergente en agricultura (LOCKERMAN y PUTMAN, 1979). Dentro de las técnicas utilizadas como medio de transferencia de aleloquímicos destaca el uso de extractos y aceites esenciales, encontrando en plantas silvestres y sinantrópicas una excelente fuente de recursos. Al respecto, *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae), especie ruderal con presencia ocasional en campo agrícola ha mostrado poseer bioactividad sobre la germinación y crecimiento de especies cultivadas y arvenses, principalmente por su alto contenido de compuestos fenólicos (SILVA *et al.*, 2010; SHEHZAD *et al.*, 2016; HASSAN *et al.*, 2018). Ante ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial alelopático *in vitro* del extracto acuoso de *P. hysterophorus* como agente inhibidor de la germinación y crecimiento inicial de *C. arvensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el herbario de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, adscrita a la Universidad Autónoma de Sinaloa. La simiente de la arvense se colectó de bancos de malezas asociados a cultivos de maíz y tomate en el municipio de Ahome, Sinaloa. La especie fuente se obtuvo de vegetación ruderal colindante a campos agrícolas de la comunidad del Ejido Taxtes, municipio de El Fuerte, Sinaloa, México. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Para la obtención del extracto se trituró y peso por separado distintos gramajes de hoja, tallo y raíz de *P. hysterophorus*. El soluto obtenido para cada estructura se mezcló con agua destilada en concentraciones de 2.5, 5, 7.5 y 10 % (peso/volumen). Las mezclas obtenidas se resguardaron por 24 h bajo temperatura ambiente ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$) y en condiciones de oscuridad. Se separó la fase acuosa de la sólida y se resguardo en frascos de vidrio color ámbar para su uso. Para realizar los bioensayos se utilizaron cajas Petri como unidad experimental (UE), colocando papel absorbente interdoblado como sustrato. A cada unidad se le colocaron 25 semillas de la especie a evaluar, empleando un total de 125 semillas por tratamiento. Con ayuda de una pipeta se agregaron 7 mL de cada solución. Como tratamiento testigo se usó una concentración al 0%, formado solo por agua destilada. Las cajas irrigadas se sellaron con papel Parafilm con la finalidad de

disminuir la pérdida de humedad. Cada UE se colocó dentro de una cámara incubadora Cooling Incubator Modelo IRH-150F bajo temperatura constante de $30\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y fotoperiodo de 16 h luz y 8 h oscuridad. Transcurridas 24 h se registró de manera diaria y por 14 días el número de semillas germinadas. Como parámetro de respuesta se determinó el porcentaje final de germinación (PFG). Aunado a ello, se midió la longitud de la plántula y se registró el peso seco. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza factorial y comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). Todos los cálculos se realizaron con ayuda del programa estadístico SAS online (SAS® OnDemand For Academics).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos acuosos de la hoja, tallo y raíz de *P. hysterophorus* presentaron efecto sobre el porcentaje final de germinación (PFG), longitud de plántula (mm) y peso seco (g) de *C. arvensis* (Figura 1). En todos los casos se aprecian diferencias significativas entre tratamientos ($p<0.05$), mostrando la segregación de grupos en función del efecto individualizado de la estructura, la concentración, o bien de la interacción entre ambas. De forma general predomina el binomio hoja-10% como el tratamiento más efectivo en la inhibición/disminución de los parámetros registrados. Existe una relación directa entre la concentración usada y la respuesta de la variable, observándose un decremento de valor en función del incremento de la saturación de los tratamientos. En cuanto a la germinación de la semilla, se acentúa la separación de las combinaciones de hoja y el extracto de tallo en las dosis superiores. Si bien en el caso del extracto de hoja es la concentración al 7.5% la inductora del menor PFG ($9.6\pm 7.26\%$), esta no presenta diferencias significativas con la del 10%. Se denota la nula respuesta de los tratamientos a base de raíz y un efecto poco significativo de los obtenidos del tallo, a excepción de la máxima concentración (10%). Respecto al crecimiento inicial de la especie (longitud de plántula y peso seco), se observa un comportamiento similar. Se manifiesta el efecto individual de la estructura y la concentración, aunado a la interacción de ambos. De nuevo destaca la separación del extracto de hoja de los demás tratamientos, principalmente en las concentraciones de 2.5, 7.5 y 10%, presentando los menores porcentajes medios de longitud de plántula con 17.71 ± 2.5 , 10.1 ± 8.5 y 2.8 ± 0.8 mm, respectivamente (Figura 1). En un grupo con características similares se engloban los tratamientos a base de tallo y raíz, siendo las concentraciones más saturadas de estos las que logran indiferenciarse de las concentraciones de hoja al 2.5 y 5%. La interacción de los factores estructura y concentración permiten observar con mayor claridad la separación de la hoja y la dosis al 10% del resto de tratamientos; sin embargo, la concentración del 7.5 logra un efecto estadístico similar a esta, destacando esta asociación como la de mayor eficiencia en el

control de la germinación, longitud de plántula y peso seco de *C. arvensis*. Contrario a este efecto, se encuentran las estructuras de raíz y tallo, las cuales a dosis de 2.5 y 5% no logran diferenciarse del tratamiento control, mostrando la ineficacia de estas combinaciones como inhibidores del crecimiento de plántulas de *C. arvensis* (Figura 1). Este comportamiento coincide con observaciones hechas sobre otras especies. FORZIA *et al.* (2020) indican interferencia del extracto acuoso de *P. hysterophorus* en la germinación de garbanzo a concentraciones de 7.5-10%. TEFERA *et al.* (2002) indican como efectiva la concentración de extractos acuosos de hoja al 10% como inhibitoria de la germinación del pasto *Eragrostis tef*, no así tallo y raíz. WAKJIRA *et al.* (2005) señalan la reducción del porcentaje de germinación de lechuga cuando son tratadas con extractos de hoja y flores de esta especie y la indiferencia de la misma al tratamiento con extractos de raíz y tallo. Por su parte, MAHARJAN *et al.* (2007) destacan el efecto del extracto acuoso de esta especie en la germinación de plantas de arroz, maíz, trigo y algunas crucíferas, incluso a concentraciones reducidas al 2 y 6%. El potencial alelopático de esta planta y en particular de su hoja se ha comentado como concluyente por diversos investigadores, quienes atribuyen el efecto del extracto de hoja a la presencia de compuestos fenólicos como ácidos p-coumárico y cafeico, cuya abundancia induce el retraso de la germinación y la inhibición del crecimiento de algunas especies (MUÑIZ, 2017; BASHAR *et al.*, 2021). IBETOMBI *et al.* (2013) destacan el papel de los extractos a base de hojas de *P. hysterophorus* en la regulación del crecimiento radicular y de la plúmula de especies como chícharo, sobre todo en concentraciones al 10%. Diversos autores coinciden en la presencia del sesquiterpeno lactona Parthenina como la principal molécula asociada al efecto aleloquímico, y concentrada especialmente en las hojas e inflorescencias de la planta (THOMAS, 2007; KAUR *et al.*, 2021). Las biomoléculas identificadas producen efectos diversos y potencializan a la planta como una prometedora alternativa, no solo como fuente de compuestos herbicidas, incluso selectivos, sino como inductores de crecimiento (BATISH *et al.*, 1997; BELZ, 2007; PANDEY, 2009; KAUR *et al.*, 2021).

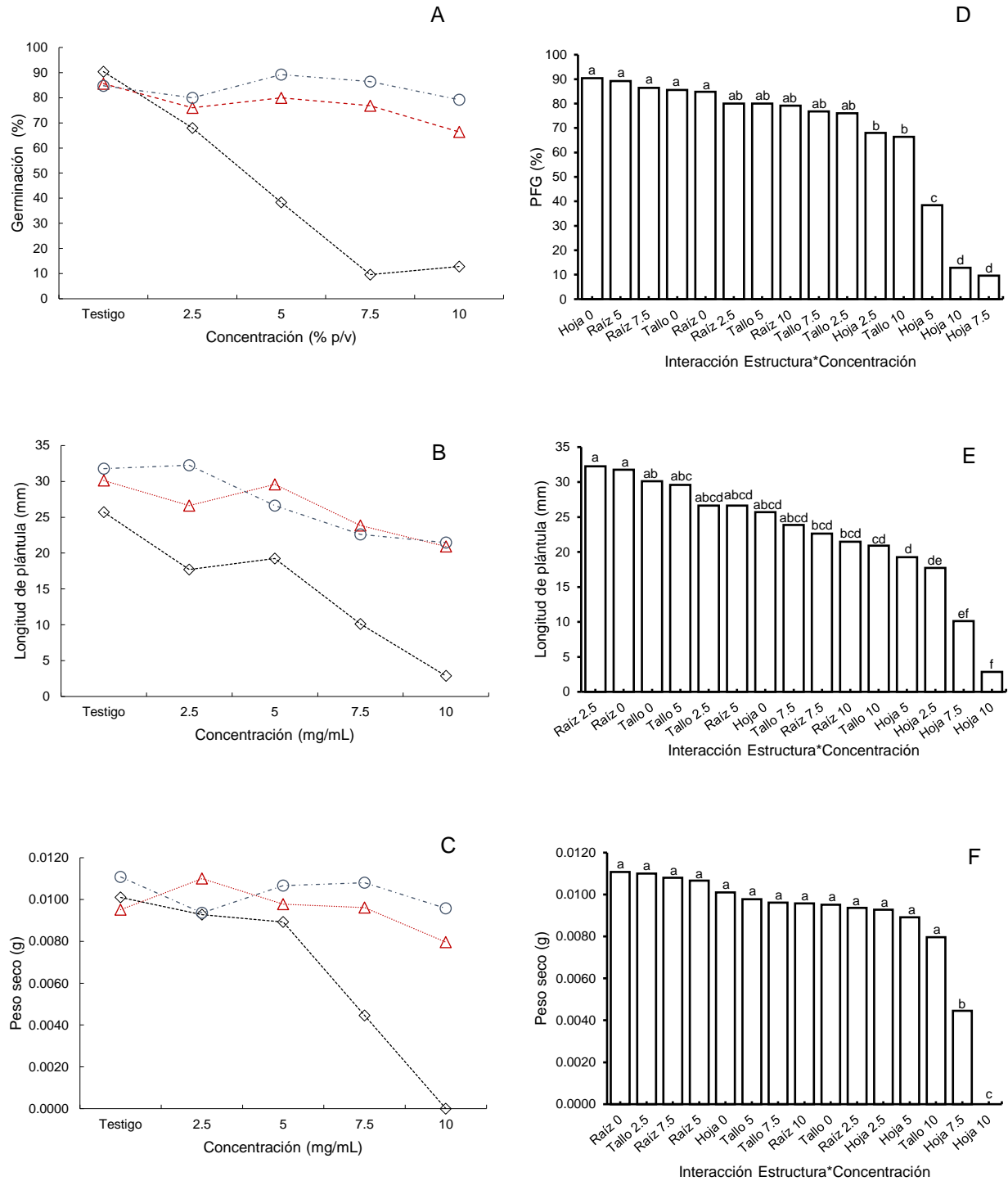


Figura 1. Medias del porcentaje final de germinación (PFG) (A), Longitud de Plántula (B) y Peso Seco de semillas (C) de *C. arvensis* tratadas con cinco concentraciones del extracto acuoso de hoja (◇) tallo (△) y raíz (○) de *P. hysterophorus*; así como la respuesta de estos parámetros a la interacción de la estructura y concentración empleados (D, E y F). Letras iguales entre tratamientos, no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

CONCLUSIONES

El extracto acuoso a base hojas de *P. hysterophorus* representa una opción prometedora en el manejo de la germinación y crecimiento inicial de *C. arvensis* incluso en dosis relativamente bajas. Sin embargo, es necesaria la evaluación de estos en condiciones de campo para evaluar la estabilidad de las soluciones propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado para la realización de los experimentos correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

- BASHAR, H.M.K.; JURAIMI, A.S.; AHMAD-HAMDANI, M.S.; UDDIN, M.K.; ASIB, N.; ANWAR, M.P.; RAHAMAN, F.A. (2021). Mystic weed, *Parthenium hysterophorus*: Threats, potentials and management. *Agronomy*, 11: 1514.
- BATISH, D.R.; KOHLI, R.K.; SINGH, H.P. SAXENA, D.B. (1997). Studies on herbicidal activity of parthenin, a constituent of *Parthenium hysterophorus*, towards billgoat weed (*Ageratum conyzoides*). *Current Science*, 4 (25): 369-371.
- BELZ, R.R. (2007). Stimulation versus inhibition-bioactivity of parthenin, a phytochemical from *Parthenium hysterophorus* L. Formerly nonliniarity in biology, toxicology, and medicine, 6(1): 80-96.
- BOJÓRQUEZ, B.G.; ROSALES, R.E.; ZITA, P.G.; VARGAS, T.V.; ESQUEDA, E.V.A. (2011). Manejo de malezas en México, vol. 1, maleza terrestre. Editorial UAS, 13-30.
- FORZIA, S.; SHAHID, I.; SHAKIRULLAH, K.S. (2020). Comparative allelopathic effects of different parts of *Parthenium hysterophorus* L. on seed germination and biomasses of *Cicer arietinum* L. *Journal os Stess Physiology & Biochemistry*, 16(1): 64-75.
- HASSAN, G.; RASHID, H.U.; AMIN, A.; KHAN, I.A.; SHEHZAD, N. (2018). Allelopathic effect of *Parthenium hysterophorus* on germination and growth of some important crops and weeds of economic importance. *Planta Daninha*, 36:1-20.
- IBETOMBI, D.O.; DUTTA, B.K.; CHOUDHURY, P. (2013). Allelopathy effect of aqueous extract of *Clerodendrum viscosum*, *Ageratum conyzoides* and *Parthenium hysterophorus* on the seed germination and seedling vigour of Chickpea seeds (*Cicer arietinum* L.) *in vitro*. *Journal of Applied and Natural Science*, 5(1): 37-40.

- KAUR, A.; KAUR, S.; JANDROTIA, R.; SINGH, H.P.; BATISH, D.R.; KOHLI, R.K.; RANA, V.S.; SHAKIL, N.A. (2021). Parthenin-A sesquiterpeno lactone with multifaceted biological activities: insights and prospects. *Molecules*, 26: 5347.
- LOCKERMAN, R.H.; PUTMAN, A.R. (1979). Evaluation of allelopathic cucumbers (*Cucumis sativus*) as an aid to weed control. *Weed Science* 27(1), 54-57.
- MAHARJAN, S.; SHRESTHA, B.B.; JHA, P.K. (2007). Allelopathic effects of aqueous extract of leaves of *Parthenium hysterophorus* L. on seed germination and seedling growth of some cultivated and wild herbaceous species. *Scientific World*, 5(5): 33-39.
- MUÑÍZ, M.L. (2017). Manejo de herbicidas sintéticos y extractos vegetales para controlar malezas en cultivos básicos: maíz, frijol y sorgo. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. 169 p.
- PANDEY, D.K. (2009). Allelochemicals in *Parthenium* in response to biological activity and the environment. *Indian Journal of Weed Science*, 41(3-4): 111-123.
- RODRÍGUEZ, A.R. (2014). Control de correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) y trompillo (*Ipomoea hederácea* Jacq/*Ipomoea purpurea*) con glifosato en el cultivo de algodón Bollgard II®/solución Faena Flex® en el Valle de Mexicali B.C. XXXV Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza, 91-96.
- SHEHZAD, M.; HUSSAIN, S.; MUBEEN, K.; SHOAIB, M.; SARWAR, N.; JAVEED, H.M.R.; AHMAD, A.; KHALID, S. (2016). Allelopathic effect of Santa Maria (*Parthenium hysterophorus*) Mulch on growth and yield of soybean (*Glycine max*). *Planta Daninha*, 34(4): 631-638.
- SILVA, C.A.C.; RIBEIRO, D.A.C.; PEREIRA, S.A.; JACOB, C.P.; QUINTAO, S.S.P.; LOPES, P.M.T. (2010). Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduiche. *Revista Brasileira de Biociências*, 8(3): 268-272.
- TEFERA, T. (2004). Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* extracts on seed germination and seedling growth of *Eragrostis tef*. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 188: 306-310.
- THOMAS, J.S. (2007). Determinación espectrofotométrica de partenina en preparados herbales de *Parthenium hysterophorus* L. Tesis de Licenciatura, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. 97 p.
- WAKJIRA, M.; BERECHA, G.; BULTI, B. (2005). Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* extracts on seed germination and seedling growth of lettuce. *Tropical Science*, 45(4): 159-162.

Summary: *in vitro* phytotoxicity of aqueous extract of *Parthenium hysterophorus* in the germination and initial growth of *Convolvulus arvensis*. *Convolvulus arvensis* is a weed whose presence limits agricultural production in different areas of Mexico and the world. The use of allelopathy is one of the technologies with great projection in the management of this type of vegetation. With the aim of contribute with information about of the potential of this phenomenon, it was evaluated the effect of the aqueous extracts of leaf, stem and root of *Parthenium hysterophorus* on the germination and initial growth of *C. arvensis*. The experiment was established in laboratory, under a completely randomized design with factorial arrangement. Petri dishes were used as an experimental unit. Five treatments were applied in concentrations of 0, 2.5, 5, 7.5 y 10% (w/v), dosed at 7 mL per treatment and distributed in five repetitions with 25 seeds each. The final germination percentage, the length and the dry weight of the seedlings were evaluated. Germination inhibition with the 10% leaf extract was greater than 97%. In this parameter and with this structure, all the treatments were significant. In length and dry weight show similar behavior, however the significance is reserved for the higher doses (7.5-10%) and includes the aqueous stem extract in the maximum dose (10%). The aqueous extract of the aerial part of *P. hysterophorus* shows bio-herbicidal potential.

Key words:

EFFECTIVIDAD DEL HERBICIDA ORGÁNICO SECBios® SOBRE MALEZAS ANUALES EN LAS MONTAÑAS, VERACRUZ, MÉXICO

Pablo Andrés-Meza¹, Juan Rodríguez-Jiménez¹, Ricardo Serna-Lagunes¹, Gerardo B. Torres-Cantú¹, Otto R. Leyva-Ovalle¹, Joaquín Murguía-González¹, María E. Galindo-Tovar¹, Miguel Cebada-Merino¹, Juan Del Rosario-Arellano¹, Martín Cabrera-Jiménez¹, Mauro Sierra-Macías², José L. Del Rosario-Arellano¹.

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Región Orizaba-Córdoba.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Cotaxtla, Medellín de Bravo, Veracruz, México.

Resumen: Se evaluó la efectividad biológica del herbicida orgánico SECBios® y el herbicida químico SECAFIN® (glifosato, sal isopropilamina de N-(fosfometil)-glicina) en el control de malezas anuales en una parcela que ha sido sembrada con maíz de manera recurrente. El ensayo se estableció durante el mes de febrero de 2020, en una parcela perteneciente a la localidad de Campo Grande, municipio de Ixtaczoquitlán, Ver. Se evaluaron siete tratamientos: 1) 10 ml L⁻¹ SECBios® sin adherente, 2) 15 ml L⁻¹ SECBios® sin adherente, 3) 10 ml L⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherente, 4) 15 ml L⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherente, 5) 2 ml L⁻¹ SECAFIN®, 6) 3 ml L⁻¹ SECAFIN® y 7) testigo sin aplicar. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones. El porcentaje de control total fue evaluado a los 10, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA). De acuerdo con el muestreo realizado, las malezas presentes con mayor frecuencia fueron *Oxalis debilis* L., *Chenopodium ficifolium* sm., *Calyptocarpus vialis*, *Bidens tripartita* y *Celtis australis* L., cuyas poblaciones fueron de 137,895, 175,000, 126,154, 149,091 y 176,000 plantas ha⁻¹, respectivamente. El mayor control de los tratamientos aplicados sobre las malezas se obtuvo a los 30 DDA con los tratamientos 4 (15 ml L⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherente) y tratamiento 1 (10 ml L⁻¹ SECBios® sin adherente) con un 97.6 y 96.4 % de control, respectivamente. Por el contrario, el tratamiento 5 (2 ml L⁻¹ SECAFIN®) presentó el menor control. Existen alternativas agroecológicas sustentables que pueden integrarse en los diferentes sistemas de producción para reducir la huella ecológica marcada por las actividades antropogénicas.

Palabras clave: alternativas sustentables, control biológico, actividades antropogénicas, comunidades de malezas.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en los diferentes sistemas de producción es la competencia ocasionada por grandes poblaciones de plantas que compiten con el cultivo por diferentes recursos (agua, nutrientes, luz, entre otras) (BLANCO-VALDÉS, 2016), a estas plantas se les conoce como malezas o arvenses (FRANCISCO-DE LA CRUZ *et al.*, 2017) las cuales al no ser controladas oportunamente pueden ocasionar reducciones significativas en la producción (TINOCO *et al.*, 2008). La duración del período crítico de la competencia de la maleza con el cultivo depende de la densidad de población de ésta, la época en que emergen con relación al desarrollo fisiológico del cultivo, así como arreglo topológico (ESQUEDA *et al.*, 1998).

ESQUEDA-ESQUIVEL *et al.* (2010) mencionan que la manera tradicional para controlar malezas es mediante chapeo con machete o con chapeadora mecánica. También se utilizan herbicidas como el paraquat y glifosato como control químico de las malezas. No obstante, la falta de información lleva en ocasiones a los agricultores a un uso desmedido de agentes químicos para controlar las plantas indeseables en el cultivo de interés, lo que provoca severos daños al ambiente, suelo y salud humana (SALAZAR y ALDANA, 2011). De acuerdo con Jaramillo *et al.* (2009) algunos plaguicidas según su estructura y características fisicoquímicas persisten en el ambiente propiciando con ello la acumulación en agua y suelo principalmente, subiendo después por la cadena trófica y llegando hasta los seres humanos.

Varios estudios demuestran los efectos adversos del glifosato y otros plaguicidas en la salud humana, suelo y ambiente (VARONA *et al.*, 2009; VILLAMIL *et al.*, 2013; ARANDA *et al.*, 2016; OSTERA *et al.*, 2016; AGOSTINI *et al.*, 2020) ante esta problemática en México se analizan diversas alternativas para reducir el uso de herbicidas potencialmente perjudiciales. La integración de tecnologías sustentables como el control biológico de malezas, permitirá obtener beneficios para el productor al permitir ahorros en insumos para la producción y su salud. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la efectividad del herbicida orgánico SECBios® y el herbicida químico SECAFIN® en el control de malezas anuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El experimento se estableció en la comunidad de Campo Grande, Municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, México, que se ubica dentro del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, la parcela está ubicada geográficamente a los 18°49' LN; 97°1' LO y una altitud de 881 msnm. El clima en la localidad es *Amb(i')g* cálido húmedo (CRUZ, 2011) con una precipitación media anual de 2035.5 mm y temperatura media anual de 19 °C (CONAGUA, 2017). El suelo donde se estableció el ensayo es de tipo luvisol (INEGI, 2020) con una pendiente de 27 %.

Identificación de malezas

Para la identificación de malezas se tomaron dos muestras por cuadrantes de 50 x 50 cm. Posteriormente se procedió a la identificación de los tipos de malezas con el apoyo del catálogo de malezas de la CONABIO (2021), a partir de la comparación y

contrastación de características morfológicas de la planta observada con las descritas en el catálogo.

Diseño de tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos conformados por dos herbicidas comerciales: uno orgánico (SECBios®): T1= 10 ml ha⁻¹ SECBios® sin adherente; T2= 15 ml ha⁻¹ SECBios® sin adherente; T3= 10 ml ha⁻¹ SECBios® + 1 ml adherente; T4= 15 ml ha⁻¹ SECBios® + 1 ml adherente; y otro químico SECAFIN® (glifosato, sal isopropilamina de N-(fosfonometil)-glicina): T5= 2 ml ha⁻¹ SECAFIN®; T6= 3 ml ha⁻¹ SECAFIN®, más un testigo T7= testigo sin aplicar. Algunos tratamientos se aplicaron solos y otros en mezcla con un surfactante. La unidad experimental se conformó por 21 parcelas de 3 x 4 m (12 m²). Todos los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se utilizó un fumigador-aspersor de mochila con motor a gasolina modelo Takashi®. El tipo de boquilla para la aplicación de los herbicidas fue de abanico tipo Teejet-3 para asegurar el mayor cubrimiento de las malezas.

Evaluación de la fitotoxicidad de los herbicidas

La toxicidad de los herbicidas en la maleza se evaluó con estimaciones visuales y escala de 0 a 100 %, propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS). Las estimaciones se realizaron a los 10, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA). Para cada tratamiento se evaluó el efecto fitotóxico de los tratamientos sobre las malezas, tomando en cuenta achaparramiento, clorosis, necrosis, malformaciones y muerte de plantas.

Métodos estadísticos

Con los datos de las variables de la evaluación de la fitotoxicidad, se realizó un análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los datos de toxicidad de control de maleza se transformaron por arcoseno de la raíz cuadrada de $X/100$ antes del análisis, para homogeneizar sus varianzas (ROSALES y CERDA, 2011). En los resultados se muestran los datos originales. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSAT® versión 2008 (DI RIENZO *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de malezas

Con el muestreo previo a la aplicación de los tratamientos con los herbicidas, la comunidad de malezas estuvo representada por 33 especies de ciclo de vida anual, pertenecientes a 24 familias botánicas, cuya densidad de población total fue de 3,662,330 plantas ha⁻¹ (Cuadro 1). Las malezas presentes con mayor frecuencia fueron *Oxalis debilis* L., *Chenopodium ficifolium* sm., *Calyptocarpus vialis*, *Bidens tripartita* y *Celtis australis* L., cuyas poblaciones fueron de 137,895, 175,000, 126,154, 149,091 y 176,000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Cuadro 1. Comunidad de especies de malezas en Campo Grande, Ixtaczoquitlán, Veracruz, México.

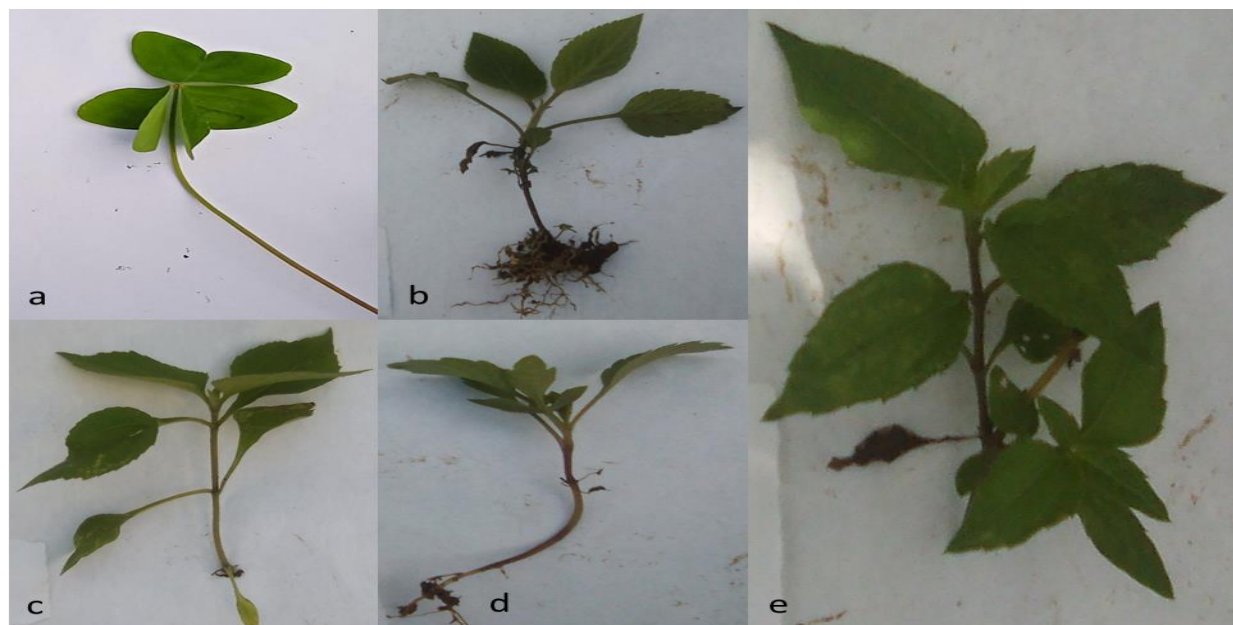
XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

No.	Nombre común/nombre científico	Frecuencia absoluta	Densidad de planta ha ⁻¹
1	Violeta-viola <i>odorata</i> L. fam. Violaceae	3	160,000
2	Trébol/ <i>Oxalis debilis</i> L. fam. Axalidaceae	19	137,895
3	Aceitilla / <i>Bidens tripartita</i> L. fam. Asteraceae	11	149,091
4	Aligustre común/ <i>Ligustrum vulgare</i> L. fam. Oleaceae	3	93,333
5	Almes/ <i>Celtis australis</i> L. fam. Cannabaceae	10	176,000
6	Gramma común/ <i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers. fam. Poaceae	6	86,667
7	Esterillo/ <i>Callitriche stagnalis scop.</i> fam. Callitrichaceae	3	166,667
8	Cipero/ <i>Cyperus rotundus</i> L. fam. Cyperaceae	8	95,000
9	Quenopodio/ <i>Chenopodium ficifolium sm.</i> fam. Amaranthaceae	16	175,000
10	Hierba de Caballo/ <i>Calyptocarpus vialis.</i> fam. Compositae	13	126,154
11	<i>Atriplex prostrata Boucher ex DC.</i> fam. Amaranthaceae	7	71,429
12	Mozote/ <i>Bidens pilosa</i> L. Asteraceae	8	267,500
13	<i>Lathyrus pratensis</i> L. fam. Fabaceae	4	70,000
14	Altamisa/ <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. fam. Asteraceae	8	135,000
15	Pronto alivio/ <i>Lippia alba</i> (Mill.)N.E.Br. ex britton. fam. Verbenaceae	8	117,500
16	Mostaza clara/ <i>Erucastrum nasturtiifolium</i> (Poir) O.E.Sch. fam. Brassicaceae	3	53,333
17	Paraíso/ <i>Moringa olifera</i> Lam. fam. Moringaceae	6	96,667
18	Madre selva/ <i>Lonicera japonica</i> Thunb. fam. Caprifoliaceae	4	105,000
19	Tomillo/ <i>Thymus vulgaris</i> L. fam. Lamiaceae	3	100,000
20	<i>Epilbium brachycarpum</i> C. Presl. fam. Onagraceae	3	66,667
21	Vicia tetra-perma/ <i>Vicia tetrasperma</i> L. scheb. fam. Fabaceae	3	66,667
22	Bardanilla/ <i>Torilis Arvensis</i> (Huds) link. fam. Apiaceae	2	180,000
23	Lengua de perro/ <i>Plantago lagopus</i> L. fam. Plantaginaceae	1	40,000
24	Helecho/ <i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl. fam. Davalliaceae	1	20,000
25	Centinodia/ <i>Polygonum aviculare</i> L. fam. Polygonaceae	7	113,333
26	Zarzaparrilla/ <i>Smilax bona-nox</i> L. fam. Smilacaceae	2	80,000
27	<i>Zelcova serrata</i> (Thunb)Makino. fam. Ulmaceae	5	112,000
28	Salvia/ <i>Salvia officinalis</i> L. fam. Lamiaceae	7	191,429
29	Aromo/ <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. fam. Fabaceae	1	80,000
30	Hierba mora negra/ <i>Solanum americanum</i> Mill. fam. Solanaceae	1	260,000

31	<i>Hieracium sabaudum</i> L. fam. Asteraceae	2	30,000
32	Serbal de los cazadores/ <i>Sorbus aucuparia</i> L. fam. Rosaceae	1	20,000
33	Tillandsia recta o heno/ <i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L. fam. Bromeliaceae	1	20,000

De acuerdo con VÁZQUEZ-TORRES *et al.* (2010) el estado de Veracruz presenta un gran número de tipos de vegetación y ecosistemas que van desde alta montaña hasta las zonas costeras, lo anterior genera vegetación secundaria llamada localmente milcahual o acahual como consecuencia de la agricultura migratoria. Por su parte FRANCISCO-DE LA CRUZ *et al.* (2017) encontraron que cerca del 50 % de las especies en el estado de Veracruz son hierbas, quizás debido a la perturbación debido al desarrollo de la agricultura, las especies más frecuentes son *Euphorbia heterophylla* L., *Amaranthus hybridus* L., *Erigeron bonariensis* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Tridax procumbens* L., *Bidens pilosa* L., *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, *Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br. y *Malachra capitata* (L.) L. ESQUEDA y TOSQUY (2007) en un estudio sobre la efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) identificaron 33 especies de malezas, pertenecientes a 18 familias botánicas y cuya población total en el área de muestreo (4 m²) fue de 155,000 plantas ha⁻¹. ESQUEDA *et al.* (2010) al evaluar diferentes herbicidas residuales en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.), encontraron 11 especies de malezas pertenecientes a seis familias botánicas, cuya densidad de población total fue equivalente a 55,400 plantas ha⁻¹.

Figura 1. Principales malezas identificadas en la parcela experimental; a) *Oxalis debilis* L., b) *Bidens tripartita* L., c) *Celtis australis* L., d) *Chenopodium ficifolium* sm., e) *Calyptocarpus vialis*.



Análisis de varianza para las fechas de evaluación de herbicidas sobre malezas

El análisis de varianza individual arrojó diferencias estadísticas altamente significativa ($P \leq 0.05$) para todas las fechas de evaluación en la fuente de variación de tratamientos (Cuadro 2). Los coeficientes de variación calculados para cada fecha variaron de 4.1 a 10.36 %, lo que sugiere confiabilidad en la conducción de los experimentos y en los resultados encontrados.

Cuadro 2. Análisis de varianza individual para cada fecha de control de herbicidas

Fuente de variación	Grados de libertad	10 DDA	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA
Fecha de control	6	1910.09**	2521.33**	3552.82*	3041.3**	479.94**
Repeticiones	2	26.04NS	119.48NS	6.36NS	32.39NS	50.45NS
Error	12	71.88	52.25	43.84	138.27	50.45
Total	20					
C.V (%)		7.26	5.37	4.1	8.29	10.36

*, **= significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad; NS = no significativo; DDA = días después de la aplicación; C.V (%) = coeficiente de variación.

Resultados similares son reportados por Rios (2011) al evaluar diferentes dosis de glifosato sobre malezas, ellos encontraron diferencias significativas a los 14 DDA con un 75 % de control. TOFIÑO *et al.* (2020) encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para todos los tratamientos en la evaluación de diferentes dosis de glifosato; asimismo, encontraron bajos coeficientes de variación dentro del experimento (1.82 a 6.79 %), lo que es consistente con nuestros resultados. Hipo (2017) encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) a los 15 DDA con un índice de control del 96 % al evaluar dos diferentes dosis de mucilago o baba de cacao + biol sobre malezas.

Porcentaje de control total de los tratamientos sobre las malezas

En el Cuadro 3, se presenta la comparación de medias para cada fecha de evaluación sobre el control de las malezas. Se decidió realizar una primera evaluación a partir de los 10 DDA debido al efecto temprano del herbicida. Durante esta primera evaluación, se obtuvo mejor control con el tratamiento 4 (15 ml SECBios® + 1 ml adherente). El tratamiento 1 (10 ml SECBios® sin adherente) presentó el menor control sobre las malezas. Ávila *et al.* (2007) al evaluar el efecto alelopático de extractos de eucalipto (*Eucalyptus robusta*) observaron un efecto retardante sobre el crecimiento de diferentes semillas de monocotiledóneas y dicotiledóneas, ellos concluyen que este tipo de hallazgos permitirán el desarrollo de productos orgánicos para el control de malezas. Por su parte DIAZ (2015) evaluó extractos vegetales como herbicidas orgánicos, él obtuvo un mayor control a los 15 DDA con una dosis de 10 L ha⁻¹ en comparación con el testigo comercial.

Cuadro 3. Porcentaje de control para cada fecha.

Tratamiento	10 DDA	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA	Total
1	55.83b	78.17a	96.4a	90.33a	29.9a	70.13ab
2	70.3ab	79.33a	88.17ab	84.83a	29.9a	70.51ab
3	62.5ab	71.50a	91.67ab	73.8a	29.9a	65.87b
4	74.83a	82.67a	97.6a	91.63a	29.9a	75.33a
5	62.5ab	71.50a	79.33b	70.33a	29.9a	62.71b
6	62.5ab	71.50a	82.67b	78.17a	40.75a	67.12ab
7	0c	0b	0c	0b	0b	0c
Total	55.5c	64.95b	76.55a	69.87ab	27.18d	

DDA= días después de la aplicación; T1= 10 ml ha⁻¹ SECBios[®] sin adherente; T2= 15 ml ha⁻¹ SECBios[®] sin adherente; T3= 10 ml ha⁻¹ SECBios[®] + 1 ml adherente; T4= 15 ml ha⁻¹ SECBios[®] + 1 ml adherente; T5= 2 ml ha⁻¹ SECAFIN[®]; T6= 3 ml ha⁻¹ SECAFIN[®]; T7= testigo sin aplicar.

A los 15 DDA todos los tratamientos mostraron un comportamiento de regular a medio de acuerdo con la escala EWRS (71.5 a 82.67 %); no obstante, el tratamiento 4 presentó el mejor comportamiento de control. El mayor control de los tratamientos aplicados sobre las malezas se obtuvo a los 30 DDA con los tratamientos 4 (15 ml SECBios[®] + 1 ml adherente) y tratamiento 1 (10 ml SECBios[®] sin adherente) con un 97.6 y 96.4 % de control, respectivamente. Por el contrario, el tratamiento 5 (2 ml SECAFIN[®]) presentó el menor control. Es importante resaltar, que los dos últimos tratamientos provienen de un herbicida químico no selectivo, sistémico y no residual y que impactan negativamente en la salud del suelo, el ambiente y el ser humano (CHAVES *et al.*, 2013).

A los 45 DDA, aunque con una reducción de control, se mantuvo un porcentaje alto de control de los tratamientos sobre las malezas. El tratamiento 4, 1 y 2 mantuvieron el mayor porcentaje de control con 91, 90 y 84 %, respectivamente (Cuadro 7). A los 60 DDA todos los tratamientos excepto el 6 (3 ml ha⁻¹ SECAFIN[®]), redujeron su eficacia al producirse nuevos nacimientos de la maleza. Adicionalmente, los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación concuerdan con lo reportado por AGUILAR *et al.* (2017) donde menciona que el control de la maleza de hoja ancha es erradicado con el uso de sal isopropilamina (Glifosato); no obstante, trae consecuencias graves a la salud humana, al ambiente y a la salud del suelo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los muestreos realizados en la zona de Campo Grande Ixtaczoquitlán, Ver., se determinó que las malezas con mayor densidad asociados a una parcela donde se siembra maíz fueron: Mozote/*Bidens pilosa* L., Hierba mora/*Solanum americanum* Mill. A los 45 DDA, todos los tratamientos con el herbicida orgánico SECBios[®] mantienen buena eficacia con controles superiores al 85 %, excepto el tratamiento 3 (10 ml ha⁻¹ SECBios[®] + 1 ml adherente) con 73.8 %. Esta evaluación es una alternativa agroecológica sustentable que pueden integrarse en los diferentes

sistemas de producción para reducir la huella ecológica marcada por las actividades antrópicas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, B. R.; BERNAL, R. L. A.; SANCHES, R. G. A. (2017). Las plantas arvenses: más que hierbas del campo. *Oikos*. Recuperado el 10 de octubre de 2021, de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México: <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/images/Pdfs/2017-01.pdf>
- ÁVILA, L.; MURILLO, W.; DURANGO, E.; TORRES, F.; QUIÑONES, W.; ECHEVERRI, F. (2007). Efectos Alelopáticos Diferenciales de Extractos de Eucalipto. Recuperado el 9 de octubre de 2021, de *Scientia et Technica*: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5851/3365>
- AGOSTINI, L. P.; DETTOGNI, R. S.; DOS REIS, R. S.; STUR, E.; DOS SANTOS, E. V.; VENTORIM, D. P.; LOURO, I. D. (2020). Effects of glyphosate exposure on human health: Insights from epidemiological and in vitro studies. *Science of The Total Environment* 705.
- ARANDA, C. G. C.; VALENZUELA, H. A.; GARCÍA, R. D. M.; ALMEIRA, O. J. E. (2016). Efectos del glifosato sobre la salud humana. *El Centauro* 8:71-86.
- BLANCO, Y.; LEYVA, Á. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales* 28(2):21-28.
- BLANCO-VALDES. Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4):34-56.
- CAMINO, M.; APARICIO, V. (2010). Aspectos ambientales del uso del glifosato. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 114 p.
- CHAVES, B. G.; ORTIZ, M. M. L.; ORTIZ, R. L. Y. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. *Acta Agronómica* 60(1):66-72.
- CONABIO. (2021). Malezas de México. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de malezas de México <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>.
- CONAGUA. (2017). Reporte del Clima en México. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/Anual2017.pdf>
- CRUZ, A. A. (2011). Contexto actual del estado y perspectivas de conservación de su biodiversidad. La biodiversidad en Veracruz estudio de estado, 1. Obtenido de <http://siaversedema.org.mx/wp-content/uploads/2018/04/publicacion/Biodiversidad%20Estudio%20Estado%20VoI%20I.pdf>
- DI RIENZO, J. A.; BALZARINI, M.; CASANOVES, F.; GONZÁLEZ, L. A. (2008). InfoStat Versión 2011. Recuperado el 9 de octubre de 2021, de InfoStat: <file:///C:/Users/OLGUIN%20VAZQUEZ%20FAM/Downloads/InfoStat.ManualdeIUuario.pdf>

- DIAZ, R. A. I. (2015). Potencial de Extractos Vegetales de Malezas con Alternativas de Extractos Vegetales. Recuperado el 9 de octubre de 2021, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7671/63734%20%20%20%20%20DIAZ%20RAMIREZ%2C%20ABRAHAM%20IGNACIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ESQUEDA-ESQUIVEL, V. A.; ROSAS-GONZÁLEZ, X.; BECERRA-LEOR, E. N. (2010). Evaluación de herbicidas residuales para el control de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Chapingo Serie horticultura* 16(1):5-12.
- ESQUEDA, E. V. A.; TOSQUY, V. O. H. (2007). Efectividad de Métodos de Control de Malezas en la Producción de Forraje Pasto Pangola. *Agronomía Mesoamericana* 18(1):1-10.
- HIPO, H. M. R. (2017). Aplicación de mucilago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas. Recuperado el 8 de octubre de 2021, de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25048/1/tesis%20022%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Mar%C3%ADa%20Hipo%20-%20cd%20022.pdf>
- INEGI. (2020). Mapas - Veracruz de Ignacio de la Llave - INEGI. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de Mapas: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?ag=30>
- LESCANO, M. C.; FACCINI, D.; PURICELLI, E.; NICOLARI, A. (2017). Evaluación de la eficacia de distintos herbicidas preemergentes selectivos para cultivos de soja y maíz en *Chloris virgata* Sw. *Agromensajes*. 3 p.
- MEZA, M. J. L.; VERA, A. J. L. (2019). Evaluación de tres herbicidas pre-emergentes aplicados al cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en la finca experimental “La María” en época seca. *Quevedo. UTEQ*. 72 p.
- OSTERA, J. M.; MALANGA, G. F.; PUNTARULO, S. (2016). Actualización sobre aspectos oxidativos del efecto del glifosato en sistemas biológicos. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* 18(2):3-10.
- RÍOS, H. A. A. (2011). Control de malezas y fitotoxicidad de maíz transgénico RR con dos formulaciones de Glifosato. Recuperado el 14 de octubre de 2021, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/585/1/Copia%20de%20T3145.pdf>
- ROSALES, R. E.; SÁNCHEZ, C. R.; CERDA, GARCÍA. P. A. (2011). Control químico de Maleza de hoja ancha en sorgo para grano. *Fitotecnia Mexicana*, 34(4): 269-275.
- SALAZAR, L. N. J.; ALDANA, M. M. L. (2011). Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, vol. 13(2). p. 23-28.
- TINOCO, A. C. A.; RAMÍREZ, F. A.; VILLAREAL, F. E.; RUIZ, C. A. (2008). Arreglo Espacial de Híbridos de Maíz, Índice de área foliar y rendimiento. *Agricultura Técnica en México*, 34(3). Recuperado el 14 de octubre de 2021, de *Agricultura Técnica en México*: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n3/v34n3a1.pdf>
- TOFIÑO, R. A. P.; CARBONO, M. R. E.; MELO, R. A. E.; MERINI, L. J. (2020). Efecto del glifosato sobre la microbiota calidad del suelo y cultivo de frijol biofortificado en el departamento de Cesar Colombia. Recuperado el 14 de octubre de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754119300252>
- VILLAAMIL, L. E. C.; BOVI, M. G.; NASSETTA, M. (2013). Situación actual de la contaminación ambiental por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29(1):23-45.

Summary: This essay was tested the effectivity of organic herbicide SECBios® and the chemical herbicide SECAFIN® (glyphosate, isopropylamine salt of N- (phosphonomethyl) -glycine) in the year weed control in a plot has been seeded with corn frequently. The test was set in the month of february in 2020, in a plot belonging to Campo Grande town, Municipality of Ixtaczoquitlán, Ver. Seven treatments were evaluated: 1) 10 ml L⁻¹ SECBios® without adherent, 2) 15 mL⁻¹ SECBios® without adherent, 3) 10 mL⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherent, 4) 15 ml L⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherent, 5) 2 ml L⁻¹ SECAFIN®, 6) 3 ml L⁻¹ SECAFIN® and 7), plot without applying. An experimental block design was used randomly with three repetitions. The percentage of total control was tested at 10,15, 30, 45 and 60 days aftertreatment application (DAA). According to the sample made, weed presents more frequent were *Oxalis debilis* L., *Chenopodium ficifolium* sm., *Calyptocarpus vialis*, *Bidens tripartita* y *Celtis australis* L., whose population were: 137,895, 175,000, 126,154, 149,091 y 176,000 plants ha⁻¹, respectively. Greater control of the treatment applied over the weeds was got at 30 DAA with the treatments 4 (15 ml L⁻¹ SECBios® + 1 ml L⁻¹ adherent) and treatment 1 (10 ml L⁻¹ SECBios® without adherent) with a 97.6 and 96.4 % of control, respectively. In the other hand, treatment 5 (2 ml L⁻¹ SECAFIN®) showed the less control. There are sustainable agroecological alternatives which can be added in the different production systems to decrease the marked ecological footprint by the anthropogenic activities.

Keywords: sustainable alternatives, biological control, anthropogenic activities, weed groups.