

# Control químico de maleza en nopal verdura [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller]

Weeds chemical control on prickly opuntia cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller]

Cid Aguilar-Carpio<sup>1\*</sup>, Sandra Eloisa Rangel-Estrada<sup>2</sup>, Selene Mariana Sánchez-Mendoza<sup>3</sup>,  
Adriana Pérez-Ramírez<sup>1</sup>

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la efectividad de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de nopal verdura [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller], se aplicaron siete tratamientos (Monosodio ácido Metanoarsonato [MSMA], Picloram + 2, 4-D, Carfentrazone + 2, 4-D, Ametrina + 2, 4-D, Glifosato, 2, 4-D y un testigo absoluto) en una plantación ubicada en Tlalnepantla, Morelos, con un diseño de bloques completamente al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Todos los tratamientos se aplicaron en postemergencia a la maleza. Se evaluó la densidad poblacional de las cuatro especies de maleza de hoja ancha más importantes, a los 6 y 13 días después de la aplicación (DDA). Además, se evaluaron con escala hedónica efectos de fitotoxicidad de los productos en el cultivo. Los herbicidas mostraron el mejor efecto de control a los 13 DDA. Los tratamientos, Glifosato y Ametrina + 2, 4-D causaron el mayor control de malezas, con una reducción de 95% en la población de rosa amarilla (*Galinsoga parviflora* Cav.), epazote cenizo (*Chenopodium berlandieri* Moq.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y hierba del pollo (*Commelina leiocarpa* Benth.). El herbicida MSMA no fue eficiente para controlar malezas (<25% de control). Los tratamientos aplicados no causaron daños fitotóxicos al nopal verdura.

## PALABRAS CLAVE

herbicidas, hoja ancha, postemergencia, nopal verdura

## ABSTRACT

In order to evaluate the effectiveness of herbicides for controlling broadleaf weeds in prickly pear pad [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae)], seven treatments [Monosodium acid methanearsonate (MSMA), Picloram + 2, 4-D, Carfentrazone + 2, 4-D, Ametryn + 2, 4-D, Glyphosate, 2, 4-D, and untreated plot] were evaluated in Tlalnepantla, Morelos, Mexico. The randomized complete block design, and four repetitions was used. All treatments were applied postemergence to weeds. Population density of the principal four broadleaf weeds was evaluated, at 6 and 13 days after application (DAA). Additionally, phytotoxicity effects on prickly pear pad were evaluated with a hedonic scale. The best control effects were recorded at 13 DAA. Glyphosate, and Ametryn + 2, 4-D, caused the greatest weeds control, with a reduction of 95% yellow rose (*Galinsoga parviflora* Cav.), pigweed epazote (*Chenopodium berlandieri* Moq.), purslane (*Portulaca oleracea* L.), and chickweed (*Commelina leiocarpa* Benth.) populations. MSMA was not effective for weeds control (<25% population reduction). All treatments not cause phytotoxic damage to prickly pear pads.

## KEYWORDS

herbicide, wide leaves, postemergence, cactus

<sup>1</sup> IDAGRO S. de R. L. de C. V. Tlayacapan, Morelos.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos.

<sup>3</sup> Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.

\* Autor para correspondencia. Carretera Yauteppec-Tlayacapan s/n, col. Puente Pantitla. Tlayacapan, Morelos.

Correo electrónico: aguilar.cid@colpos.mx

**Recibido:** 2 de marzo de 2016

**Aceptado:** 28 de agosto de 2016

## INTRODUCCIÓN

El nopal es endémico de América y en México tiene un alto valor cultural, económico y social. *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) es, entre las cactáceas, la de mayor importancia agronómica, tanto por sus frutos como por sus tallos, que sirven de forraje o pueden ser consumidos como verdura (Peña-Valdivia *et al.*, 2012). Entre los principales estados productores de nopal verdura se encuentran Morelos, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco y Baja California. En Morelos, el principal municipio productor es Tlalnepantla, con una superficie sembrada de 2,358 ha y una producción de 257,022 t en el 2013 (SIAP, 2013).

Las plantaciones de nopal verdura, al igual que otros sistemas agrícolas, son atacadas por diferentes plagas. La competencia del cultivo con maleza anual y perenne adquiere particular importancia, pues existe gran biodiversidad de malezas en Morelos (Hernández-Cárdenas *et al.*, 2014) que afectan esta hortaliza. Los métodos de control de maleza utilizados en la región son el manual y el químico. El manual implica el uso de jornales, mientras que el químico involucra el uso de herbicidas postemergentes, entre los que predomina el Glifosato y 2, 4-D (De la Rosa, 1997). Para malezas de hoja ancha se pueden aplicar triazinas en pre y post emergencia temprana, antes de que la maleza mida 4 cm de altura (Esqueda, 2005). Sin embargo, con base en la lista de plaguicidas de uso agrícola publicada por SENASICA, no existen plaguicidas de origen sintético registrados para el cultivo de nopal verdura (DIAOPA, 2012).

Para el control de maleza de hoja ancha, los productores utilizan el Glifosato en exceso, lo que puede generar fenómenos de resistencia, intoxicación y residualidad en el nopal verdura. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar diferentes herbicidas como alternativas para el control químico de maleza de hoja ancha en nopal verdura en la zona de producción de esta hortaliza en Morelos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció el 17 de junio de 2013 en una plantación de ocho años de edad de nopal verdura en desarrollo vegetativo de la variedad milpa alta, ubicada en el municipio de Tlalnepantla, Morelos (latitud 19°0'24"N, longitud 98°59'49"O, 2060 msnm).

El estudio se realizó en una parcela en la cual predominaba la presencia de maleza de hoja ancha, donde se aplicaron siete tratamientos: T1 monosodio

ácido metanoarsonato (MSMA) (4 L ha<sup>-1</sup>), T2 Picloram + 2, 4-D (2 L ha<sup>-1</sup>), T3 Carfentrazone + 2, 4-D (1 L ha<sup>-1</sup>), T4 Ametrina + 2, 4-D (5 L ha<sup>-1</sup>), T5 Glifosato (5 L ha<sup>-1</sup>), T6 2, 4-D (2 L ha<sup>-1</sup>) y T7 testigo absoluto. El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fueron cuatro surcos de 4.5 m de largo y 1.25 m entre surcos, lo que da un área de 22.5 m<sup>2</sup> por unidad experimental. Se realizó una sola aplicación, con un aspersor de mochila manual con boquilla "Teejet" 8003, y calibrada a un gasto de 300 L ha<sup>-1</sup>. Las aplicaciones se realizaron en postemergencia a la maleza.

Se determinó el porcentaje de control por especie con base en la densidad de población y se ajustó por el grado de daño con respecto al testigo. Se les asignó un valor dentro de la escala de 0 a 100%, en donde 0 significó que la maleza no fue afectada y 100 que fue completamente inhibida o destruida. Esto se determinó utilizando la escala propuesta por la European Weed Research Society (EWRS) (Champion, 2000).

Se realizó un muestreo antes de la aplicación de los tratamientos para conocer la densidad de población inicial e identificar las cuatro especies más predominantes. Durante el muestreo se utilizó un cuadrante de 0.50 x 0.50 m lanzado al azar en las parcelas tratadas y testigos enmalezados. La identificación de las malezas se realizó de acuerdo con los criterios establecidos por Hunt (1994), Espinosa y Sarukhán (1997) y Rzedowski y Rzedowski (2001, 2004). Posteriormente, se muestreó a los 6 y 13 días después de la aplicación (DDA), empleando la misma estrategia.

Adicionalmente, se evaluó la toxicidad al nopal de forma visual con una escala hedónica: a los síntomas se les asignaron valores de la escala 0 a 100%, en donde 0 significó que la salud de planta analizada fue sana y 100 que la planta estaba muerta (Champion, 2000). A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias Tukey, con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, Ver. 9.0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación de malezas

Las cuatro especies de maleza de hoja ancha encontradas durante este estudio fueron rosa amarilla (*Galinsoga parviflora* Cav.) (Compositae), epazote cenizo (*Chenopodium berlandieri* Moq.)

**Cuadro 1.** Densidad de población de maleza de hoja ancha en 0.25 m<sup>2</sup>, a los 0 días después de la aplicación, en el cultivo del nopal.

TRATAMIENTOS	<i>G. parviflora</i>	<i>C. berlandieri</i>	<i>P. oleracea</i>	<i>C. leiocarpa</i>
T1	28.8 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T2	27.5 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	12.5 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T3	27.5 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	15.0 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T4	31.3 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T5	28.8 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	13.8 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T6	27.5 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	16.3 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>
T7	25.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	30.0 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>
Media general	28.0	5.8	15.3	7.5
Tukey = 0.05	13.9	4.4	11.5	1.0
CV.	21.3	32.0	32.1	1.0

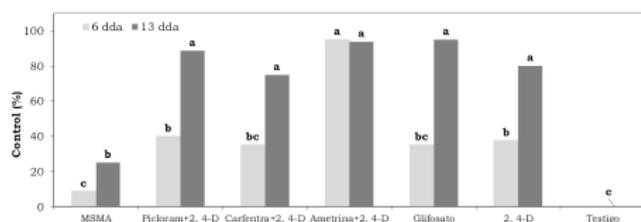
\* En columnas para cada factor principal letras similares indican que los valores son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

(Amaranthaceae), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) (Portulacaceae) y hierba del pollo (*Commelina leiocarpa* Benth.) (Commelinaceae).

### Control químico de maleza

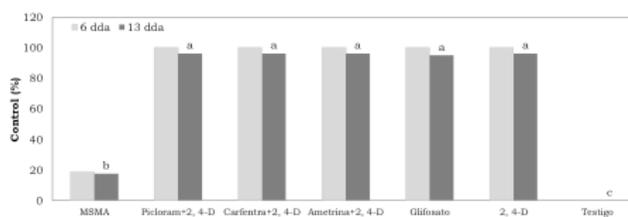
De acuerdo con los resultados del muestreo inicial (cuadro 1), la densidad de la maleza no mostró diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se considera que las especies de malas hierbas mostraron distribuciones similares.

Después de la aplicación de tratamientos, el mejor control de rosa amarilla se observó a los 6 DDA con Ametrina + 2, 4-D, que mostró un control de 95%. Este efecto se mantuvo hasta los 13 DDA. En el resto de los tratamientos, el control fue superior a 75% pero hasta los 13 DDA. En el tratamiento testigo no se controló la maleza. Al respecto, Esqueda (2005) mostró datos casi similares en el control de malezas (80%) en hoja ancha con el uso de Ametrina + 2, 4-D. El herbicida MSMA mostró un control en esta maleza no mayor a 25%, que resultó bajo en comparación con los demás tratamientos (figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje de control de rosa amarilla, a los 6 y 13 días después de la aplicación, en nopal verdura.

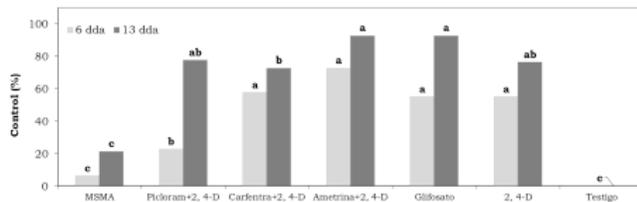
En epazote cenizo, todos los tratamientos presentaron control de 100% desde los 6 DDA, con respecto al testigo. En contraste, con la aplicación de MSMA, el control fue de 18% sobre esta especie a los 6 y 13 DDA (figura 2). Lo anterior puede deberse a que MSMA es un herbicida de contacto, con acción similar a los disruptores de membranas, que afecta en mayor medida a gramíneas y no a malezas de hoja ancha (Papa *et al.*, 2010). Malezas del género *Chenopodium* pueden controlarse en 100% con ciertos herbicidas; por ejemplo, Schuster *et al.* (2007) determinaron que plantas de *C. album* L. (Amaranthaceae) presentaron un control de 100% con el uso de glifosato. Otros productos como el carfentrazone tienen amplio espectro de control en malezas latifoliadas, incluida *C. album* (Tomlin, 2003).



**Figura 2.** Porcentaje de control de epazote cenizo, a los 6 y 13 días después de la aplicación, en nopal verdura.

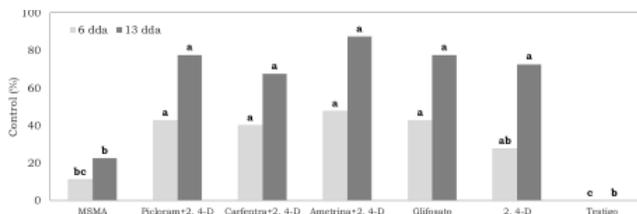
Para verdolaga, la aplicación de Ametrina + 2, 4-D registró el mayor control a los 6 DDA y éste aumentó a los 13 DDA (92%). Respuesta similar de control se observó con la aplicación de Glifosato (92%), que es un herbicida sistémico y no selectivo, usado ampliamente para el control de maleza perenne y anual (García

y Mejía, 2005; Rosales y Esqueda, 2007; Wibawa *et al.*, 2009; Parreira *et al.*, 2010). No se registraron diferencias en la aplicación de 2, 4-D (75% de control a los 13 DDA) solo o en mezcla con picloram (77% de control). Una ventaja adicional de emplear 2, 4-D para el control de malezas es su espectro de acción, ya que actúa principalmente sobre especies dicotiledóneas u hojas anchas anuales (Rosales y Esqueda, 2007). MSMA no mostró efecto en control de verdolaga (figura 3).



**Figura 3. Porcentaje de control de verdolaga, a los 6 y 13 días después de la aplicación, en nopal verdura.**

En la hierba de pollo, después de la aplicación a los 6 DDA, el efecto de todos los tratamientos no superó 50% de control. Sin embargo, a los 13 DDA con el uso de Ametrina + 2, 4-D, se alcanzó el mayor control (90%), lo que sugiere un buen herbicida para el manejo de esta maleza (Esqueda, 2005). MSMA registró control no mayor a 22% de esta maleza (figura 4).



**Figura 4. Porcentaje de control de hierba del pollo, a los 6 y 13 días después de la aplicación, en nopal verdura.**

En general, todos los tratamientos presentaron un control total con las dosis utilizadas a los 13 DDA, con excepción de MSMA, cuyo control no fue mayor a 25%. Es importante indicar que los herbicidas en asociación con 2, 4-D son una alternativa para un mejor control de malezas de hoja ancha en el cultivo de nopal.

En el presente estudio no se observaron daños fitotóxicos en nopal verdura en ninguno de los

muestreos realizados; todos los tratamientos registraron valores de 0= planta sana. Por lo anterior, las dosis y productos evaluados no afectan el cultivo de nopal verdura.

## CONCLUSIONES

Los herbicidas utilizados mostraron el mayor control a los 13 DDA. Sin embargo, Glifosato y Ametrina + 2, 4-D fueron los que causaron el mayor control con 95% sobre rosa amarilla (*Galinsoga parviflora*), epazote cenizo (*Chenopodium berlandieri*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y hierba del pollo (*Commelina leiocarpa*) en el cultivo de nopal verdura. El herbicida MSMA no es eficiente para controlar malezas de hoja ancha debido a que presentó un control no mayor a 25%. Ninguno de los tratamientos aplicados causó daños fitotóxicos al cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

A Fundación Produce Morelos A. C. y al INIFAP-Campo Experimental Zacatepec por el apoyo económico brindado.

## LITERATURA CITADA

- Champion, G. T. 2000. Bright and the field scale evaluations herbicides tolerant. G M Trials. AICC Newslwttter.
- De la Rosa, S. R. 1997. Control químico de la maleza en nopal verdura (*Opuntia ficus – indica* Mill) en Tlanepantla Mor. México. Tesis profesional. Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 60 p.
- DIAOPA (Dirección de Inocuidad Agroalimentaria, Operación Orgánica y Plaguicidas de uso Agrícola). 2012. Listado de Plaguicidas autorizados. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=22993> (consultado en septiembre de 2013).
- Espinosa, F. J., J. Sarukhán. 1997. Manual de Malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Esqueda, E. V. A. 2005. Efecto de herbicidas sobre plantas y semillas de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. Clayton, en caña de azúcar. *Agronomía Mesoamericana*. 16 (1): 45-50.
- García, M. P., J. Mejía. 2005. Control químico de malezas en maíz en un sistema de siembra directa. *Agronomía Tropical*. 55 (3): 363-380.
- Hernández-Cárdenas, R. A., R. Cerros-Tlatilpa, A. Flores-Morales. 2014. Las plantas vasculares y vegetación de la barranca Tepecapa en el municipio de Tlayacapan, Morelos, México. *Acta Botánica Mexicana*. 108: 11-38.
- Hunt, D. 1994. Commelinaceae. En: Davidse, G., M. Sousa S., A. O. Chater (eds.). *Flora Mesoamericana*. Vol. 6. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Papa, J. C., L. H. Barbieri, M. Lacorazza. 2010. Evaluación del herbicida MSMA para el control de maíz voluntario ("guacho") tolerante a glifosato. Para mejorar la producción. *INTA EEA Oliveros*. 44: 59-61.
- Parreira, M. C., M. Espanhol, D. J. Duarte e N. M. Correia. 2010. Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. *Revista Brasileira Ciências Agrícola*. 5: 13-17.
- Peña-Valdivia, C. B., C. Trejo L, V. B. Arroyo-Peña, A. Sánchez U., R. Balois M. 2012. Diversity of unavailable polysaccharides and dietary fiber in domesticated nopalito and cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). *Chemistry & Biodiversity*. 9: 1599-1610.
- Rosales, R. E., V. Esqueda E. 2007. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. *INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas*. 16 p.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski, 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XX*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. México. pp. 315.
- Schuster, C. L., Shoup, D. E., Al-Khatib, K. 2007. Response of common lambsquarters (*Chenopodium album*) to glyphosate as affected by growth stage. *Weed Sciences*. 55: 147-151.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. SAGARAPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/> (consultado en septiembre de 2013).
- Tomlin, C. 2003. The Pesticide Manual, 13th ed. British Crop Protection Council, Hampshire, UK.
- Wibawa, W., R. B. Mohamad, A. B. Puteh, D. Omar, A. S. Juraimi, S. A. Abdullah. 2009. Residual phytotoxicity effects of paraquat, glyphosate and glufosinate-ammonium herbicides in soils from field-treated plots. *International Journal of Agriculture and Biology*. 11: 214-216.