

# CONTROL QUÍMICO PREEMERGENTE DE LA MALEZA EN

## TOMATE DE CÁSCARA

Luis Pérez-Moreno; Cecilio Castañeda-Cabrera; Mario Ramos-Tapia y José Antonio Tafoya-Razo

### RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el efecto fitotóxico de diferentes herbicidas aplicados en pre-emergencia al cultivo de tomate de cáscara, en riego y siembra directa, y determinar el control de la maleza, en Irapuato, Guanajuato, México. Se estableció un experimento en el periodo marzo-junio de 2008. Los tratamientos de herbicidas evaluados fueron pendimetalina, flufenacet, bensulide, linurón, rimsulfurón, trifluralina, isoxaflutole, metribuzina, y prometrina, en dosis de 1650; 900; 5760; 1000; 50; 1500; 52,5; 240 y 480 g.i.a./ha, respectivamente. Se utilizaron dos testigos, uno con deshierbe manual durante todo el ciclo y otro con la presencia y crecimiento natural de maleza durante todo el ciclo. El análisis estadístico se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar con

cuatro repeticiones. La comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Los resultados indican que las especies de maleza presentes en mayor abundancia fueron: zacate de agua (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.) y zacate pinto (*E. colonum* (L.) Link). El herbicida que ocasionó el menor daño al cultivo fue bensulide con un 3,2%, seguido por rimsulfurón y trifluralina, ambos con 7,5%. En contraste, pendimetalina causó una fitotoxicidad de un 90,75%, seguido por prometrina y flufenacet con 43,75 y 31,25%, respectivamente. Rimsulfurón mostró el mejor control de maleza con un 98%, mientras que el linurón controló la maleza en un 70%.

### Introducción

En México se cultivan comercialmente alrededor de 49 hortalizas. En cuanto a superficie sembrada el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ocupa el quinto lugar, solo superado por chile *Capsicum annuum* L., papa *Solanum tuberosum* L., jitomate *Lycopersicon esculentum* P. Mill. (= *Solanum lycopersicum* L.) y cebolla *Allium cepa* L. (SIAP, 2012). El tomate de cáscara se cultiva en 29 de los 32 estados del país, sobre una superficie de 43.505ha en 2012, con una producción de 595.197t, y un rendimiento medio de 14,37t·ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2014). De la superficie cultivada en 2012, el 74,32% fue bajo condiciones de riego y el 25,68% fue bajo temporal

(SIAP, 2014). Los principales estados productores son Sinaloa, Jalisco, Sonora, Puebla, Nayarit, Estado de México, Michoacán, Hidalgo, Morelos, Guanajuato y Tlaxcala (SIAP, 2014). En 2012 la superficie de tomate de cáscara cultivada en el estado de Guanajuato fue de 974ha, con un rendimiento medio de 11,51t·ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2014). En los últimos 10 años, en México se ha venido incrementando la superficie de cultivo de esta hortaliza en un 4,4% (Fundación Produce Puebla, 2007), debido a que es un buen sustituto del jitomate, por ser un cultivo que no requiere muchos cuidados y por tener una muy buena aceptación en el mercado nacional y extranjero, además de ser una hortaliza de un ciclo vegetativo corto (Fundación Produce Sina-

loa, 2007). Sin embargo, su producción se ve afectada por varios factores, tales como plagas, enfermedades y la maleza, que llegan a causar serios daños a los cultivos hortícolas por competir fuertemente por luz, agua, nutrientes y espacio, así como por ser hospederas de plagas y enfermedades y en algunas ocasiones por inhibir el crecimiento a través de exudados alelopáticos radicales (Díaz y Pérez, 2005).

La mayoría de los cultivos hortícolas resultan normalmente afectados por la competencia de la maleza (Fusagri, 1974; Liu y Goyal, 1987; Aponte *et al.*, 1992; Obando y Montaña, 1996) llegando a causar pérdidas del 10% en la producción agrícola mundial y del 25% en países en desarrollo (Zimdahl,

1993), ya que compiten fuertemente con factores básicos para el desarrollo de las plantas. Por tal razón, los cultivos deben mantenerse libres de malezas durante el primer tercio del ciclo de vida; ya que generalmente las hortalizas son de porte bajo y de crecimiento muy lento, como es el caso del jitomate o del tomate de cáscara, permitiendo a la maleza desarrollarse rápidamente, afectando el crecimiento y el rendimiento del cultivo. En tomate de cáscara, el periodo crítico de competencia es desde los primeros 15 días después de la siembra o trasplante hasta los 60 días (Aguado, 1991).

En la actualidad se busca minimizar los efectos negativos de la maleza con métodos de control que van desde el uso de

### PALABRAS CLAVE / Control de Maleza / Fitotoxicidad / Herbicidas / *Physalis ixocarpa* Brot / Solanáceas /

Recibido: 23/01/2013. Modificado: 03/06/2014. Aceptado: 10/06/2014.

**Luis Pérez-Moreno.** Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Universidad de Guadalajara. México. Maestro en Ciencias Especialista en Fitopatología, Colegio de Postgraduados. México. Doctor en Ciencias en Biotecnología de Plantas, CINVESTAV, IPN-Irapuato, México. Profesor Investi-

gador, Universidad de Guanajuato (UGto), México. Dirección: Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato-Salamanca, UGto. Km 9 carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato. C.P. 36500, México. e-mail: luispm@ugto.mx

**Cecilio Castañeda-Cabrera.** Ingeniero Agrónomo y Maestro en Protección Vegetal de Hortalizas, UGto, México. Gerente de Investigación y Desarrollo, Gowan Mexicana S.A.P.I. de C.V.

**Mario Ramos-Tapia.** Ingeniero Agrónomo, UGto, México. Promotor de Desarrollo Comer-

cial, Gowan Mexicana S.A.P.I. de C.V.

**José Antonio Tafoya-Razo.** Ingeniero Agrónomo Parasitólogo y Maestro en Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), México. Profesor-Investigador, UACH, México.

## PRE-EMERGENCE WEED CHEMICAL CONTROL IN HUSK TOMATO

Luis Pérez-Moreno; Cecilio Castañeda-Cabrera; Mario Ramos-Tapia and José Antonio Tafoya-Razo

### SUMMARY

The objectives of this study were to evaluate the phytotoxic effect of several pre-emergence herbicides on husk tomato and their weed control ability in Irapuato, Guanajuato, México. The experiment was carried out from March to June 2008. The herbicide treatments were pendimethalin, flufenacet, bensulide, linuron, rimsulfuron, trifluralin, isoxaflutole, metribuzin, and prometryn, at rates of 1650, 900, 5760, 1000, 50, 1500, 52.5, 240 and 480 g/ha, respectively. Two control treatments, a weedy one (untreated) and a hand-weeded one, were included in the experiment. A randomized block design with four replications was used to set up the experiment, and its statistical analysis

was carried out. The means were separated by using the Tukey test  $P \leq 0.05$ . The results indicate that the most abundant weeds were barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), curly dock (*Rumex crispus* L.) and jungle rice grass (*E. colonum* (L.) Link). Bensulide, rimsulfuron and trifluralin had the lowest levels of phytotoxicity to the crop, with 3.2, 7.5 and 7.5%, respectively. In contrast, pendimethalin, prometryn and flufenacet caused the greatest damage to the husk tomato crop, with 90.75, 43.75 and 31.25%, respectively. Rimsulfuron and linuron depicted the best weed control; with 98 and 70%.

## CONTROLE QUÍMICO PRÉ-EMERGENTE DE PLANTAS DANINHAS EM TOMATILLO (TOMATE VERDE MEXICANO)

Luis Pérez-Moreno; Cecilio Castañeda-Cabrera; Mario Ramos-Tapia e José Antonio Tafoya-Razo

### RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram avaliar o efeito fitotóxico de diferentes herbicidas aplicados em pré-emergência ao cultivo do tomatillo, em irrigação e plantação direta, e determinar o controle de plantas daninhas, em Irapuato, Guanajuato, México. Foi estabelecido um experimento no período março-junho de 2008. Os tratamentos de herbicidas avaliados foram pendimetalina, flufenacete, bensulide, linuron, rimsulfurón, trifluralina, isoxaflutole, metribuzin, e prometrina, em doses de 1650; 900; 5760; 1000; 50; 1500; 52,5; 240 e 480 g.i.a./ha, respectivamente. Utilizaram-se duas testemunhas, um com retirada manual da planta daninha durante todo o ciclo e outro com a presença e crescimento natural da planta daninha durante todo o ciclo. A análise estatística se realizou sob um arranjo

de blocos completamente aleatórios com quatro repetições. A comparação das médias se realizou através da prova de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os resultados indicam que as espécies de plantas daninhas presentes em maior abundância foram: capim-arroz (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), língua-de-vaca (*Rumex crispus* L.) e Capim-coloninho (*E. colonum* (L.) Link). O herbicida que ocasionou o menor dano ao cultivo foi bensulide com um 3,2%, seguido por rimsulfuron e trifluralina, ambos com 7,5%. Em contraste, pendimetalina causou uma fitotoxicidade de 90,75%, seguido por prometrina e flufenacete com 43,75 e 31,25%, respectivamente. Rimsulfuron mostrou o melhor controle de erva daninha com 98%, enquanto que o linuron controlou a planta daninha em 70%.

implementos agrícolas, métodos biológicos, físicos, químicos y/o la integración de los mismos (Aponte *et al.*, 1992; González *et al.*, 1994; Bewich *et al.*, 1995; Masiunas *et al.*, 1995).

En la producción de hortalizas en México, la maleza representa el factor más importante que limita la producción, ya que reduce los rendimientos debido a su falta de control. Las malezas son un grupo de plantas vegetales que llegan a ser perjudiciales o indeseables en un lugar y tiempo determinado y que afectan el bienestar humano (Anderson, 1996; Calderón y Rzedowski, 2004; Urzúa, 2005b; Glosario de Lombricultura, 2007). En hortalizas se emplean métodos de control manuales, mecánicos, biológicos y químicos, estos últimos consistentes en herbicidas, sustancias químicas u organis-

mos biológicos cultivados para matar o suprimir el crecimiento de las plantas consideradas como malezas (Hamburg *et al.*, 1989, citado por Aldaba, 1993; Gómez, 1993).

La maleza debe ser considerada como un elemento importante en la producción del tomate de cáscara, ya que puede provocar serios daños. Su detección temprana es importante, debido a que cada especie responde de manera distinta a las alternativas de manejo; con ello se puede planear un programa de control efectivo y económico. Primero se debe identificar si las malezas son de hoja angosta, ciperáceas o de hoja ancha. Las especies más difíciles de manejar son las perennes; afortunadamente, éstas representan un porcentaje menor al 30%; no obstante, se debe evi-

tar la siembra de hortalizas donde se encuentren presentes, ya que en términos generales existen pocas estrategias efectivas para su control (Aldaba y Duron, 2005).

El control de la maleza anual y perenne en tomate de cáscara es un serio desafío para la productividad de esta hortaliza. En la actualidad el método de control más usado es el manual-mecánico mediante escardas y deshierbes manuales; sin embargo, en ocasiones no se pueden realizar dichas labores por falta de mano de obra o por exceso de humedad, principalmente en temporada de lluvias, por lo que es necesario el uso de herbicidas para su control. En el mercado de los agroquímicos se dispone de varios herbicidas pre- y pos-emergentes para controlar maleza de hoja angosta,

pero se carece de productos específicos que controlen la maleza de hoja ancha sin dañar al cultivo (Urzúa, 2005a).

Las malezas de hoja ancha, sobre todo las especies de la familia Solanaceae, tales como *Solanum sarrachoides* L. (Sendtner), y *S. ptychanthum* Dun., son de difícil control en jitomate y su interferencia reduce tanto su producción como la calidad. El rimsulfurón puede ser usado para controlarlas; sin embargo, las especies y biotipos varían en cuanto a la respuesta al rimsulfurón. Greenland y Howatt (2005) realizaron estudios de campo usando rimsulfurón a las dosis de 26 o 53 g.i.a./ha, aplicada una semana después del trasplante de jitomate (pos-emergencia temprana) o de dos a cuatro semanas después del trasplante (pos-emer-

gencia), en maleza de 2-10cm de altura en las aplicaciones pos-emergentes, con una densidad de maleza de variable de 60 a 400 plantas/m<sup>2</sup>. El diseño estadístico usado fue un bloque al azar con cuatro repeticiones. Los resultados indican que el daño del rimsulfurón al cultivo fue <5% y esto no afectó el rendimiento del jitomate. El rimsulfurón logró un excelente control de *Solanum sarrachoides* L. (Sendtner) cuando se aplicó en pos-emergencia. Sin embargo, aplicado en pos-emergencia temprana (una semana después del trasplante) ejerció desde un pobre hasta un excelente control, y con controles mucho mejores cuando *S. sarrachoides* L. (Sendtner) estaba emergida antes de la aplicación pos-emergente temprana.

El rimsulfurón a la dosis de 53 g.i.a./ha presentó mejor control que a 26 g.i.a./ha, esto solamente para la aplicación pos-emergente temprana. El rimsulfurón controló *S. sarrachoides* L. (Sendtner), pero permitió que *S. ptychanthum* Dun., (el cual no fue controlado por este herbicida) dominara al jitomate. Mejor control se observó cuando el rimsulfurón se aplicó en pos-emergencia que cuando se aplicó en pos-emergencia temprana.

En otro estudio de campo, Hutchinson *et al.* (2004) evaluaron el control y la respuesta del cultivo de la papa a la aplicación pos-emergente del rimsulfurón en combinación con varios coadyuvantes y metribuzina. En dicho trabajo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, los tratamientos fueron organizados en un factorial de 3×3 con dos testigos, un factor fue las dosis de metribuzina y coadyuvantes, y todos los herbicidas incluyendo el rimsulfurón a 26 g.i.a./ha. La maleza presente en este estudio fue quelite colorado *Amaranthus hybridus* L., quelite cenizo *Chenopodium berlandieri* Moq. y sombra de noche cabelluda *S. sarrachoides* L. (Sendtner), las cuales tenían una altura de 1-5cm con una o dos hojas y número de plantas variable de 18 a 54 plantas/m<sup>2</sup>. Las aspersiones fueron realizadas con una boquilla '8002',

utilizando 160 litros de agua/ha. La altura de las plantas de papa fue de ocho a 13cm. El daño al cultivo fue evaluado de manera visual dando una escala de 0 (no daño) a 100 (muerte de la planta). Los resultados obtenidos mostraron que cuando el rimsulfurón fue aplicado sin coadyuvante, sólo presentó un control de la maleza <76-88% sin embargo, cuando fue aplicado con coadyuvante mostró un mejor desempeño, que fue de 86 a 100%, comparado con el testigo.

Del mismo modo, Boydston (2007) evaluó la respuesta de varios herbicidas aplicados en pos emergencia, y reportó que el rimsulfurón aplicado a 18 y 26 g.i.a./ha controló sombra de noche cabelluda *S. sarrachoides* L. (Sendtner) y mano de cangrejo *Digitaria sanguinalis* L. (Scop.) sin dañar a la papa y obteniendo los mayores rendimientos. Dicho trabajo se realizó en parcelas que estaban infestadas con sombra de noche cabelluda y mano de cangrejo y en menor proporción con quelite cenizo y quelite colorado, entre otras. El rimsulfurón fue probado a 0, 18 y 26g·ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos fueron evaluados en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Las aplicaciones se realizaron con 187 litros de agua/ha cuando la papa tenía 15cm de altura y la maleza estaba emergida en el estado de dos hojas. Se aplicó aceite metilado de semillas al 1% v/v. El daño al cultivo y el control de la maleza fueron evaluados de manera visual usando la escala de 0 (no daño al cultivo/ no control de la maleza) a 100 (muerte del cultivo/ control total de la maleza). Las evaluaciones se realizaron nueve días después de la aplicación. En este estudio, dos especies de maleza fueron las predominantes: sombra de noche cabelluda y la mano de cangrejo (hoja ancha y hoja angosta, respectivamente), con una dominancia >85%. Los resultados mostraron que el rimsulfurón a la dosis de 18 y 26 g.i.a./ha, controló ambas malezas sin dañar al cultivo.

Con base en las experiencias anteriores, y debido a la poca

información disponible sobre el control de maleza en tomate de cáscara en México, se planteó la presente investigación con el objetivo de evaluar en el ciclo primavera-verano de 2008, el control de la maleza de hoja ancha y angosta, y el daño de los herbicidas aplicados en pre-emergencia al cultivo de tomate de cáscara de riego y siembra directa, en Irapuato, Gto., México.

## Materiales y Métodos

### Sitio experimental

El estudio se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano de 2008 en el Campo Agrícola Experimental, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, ubicado en la ex-hacienda 'El Copal', Km 9 de la carretera Irapuato-Silao, municipio de Irapuato, Gto., a 20°44'44"N; 101°19'19"O y altura de 1750msnm. Los suelos del sitio experimental se clasifican como vertisoles pélicos, de textura migajón arcillosa, profundos con buena capacidad de intercambio catiónico total, con 18,56% de arena, 32% de limo y 49,44% de arcilla, pH 7,28 e indicios de salinidad con CE de 2,30mmho·cm<sup>-1</sup> y PSI de 25,05%, contenido de materia orgánica del 1,62% y CICT de 24,16meq/100g de suelo (Granados, 1999).

### Establecimiento del experimento y fecha de siembra

El experimento se estableció bajo condiciones de campo y un sistema de labranza tradicional con riego rodado, en siembra directa de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), variedad criollo regional. Se sembraron tres camas de 1,5×10m por tratamiento por repetición. La fecha de siembra fue el 08/03/2008, e inmediatamente después de la siembra se aplicó el riego de germinación y a los 10 días después se proporcionó un segundo riego con el fin de lograr una buena humedad para el desempeño adecuado de los tratamientos y tener una buena germinación del tomate de cáscara: Además, se realizaron la-

bores de cultivo tales como prevención química de plagas y enfermedades, y los riegos necesarios para culminar el estudio.

### Tratamientos evaluados

Se evaluaron 11 tratamientos (Tabla I), de los cuales nueve fueron con herbicidas químicos aplicados en pre-emergencia y dos testigos, uno con deshierbe manual durante todo el ciclo y el otro con la presencia y crecimiento natural de maleza durante todo el ciclo. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo antes del riego de nacencia sobre suelo seco utilizando un aspersor motorizado previamente calibrado con tres boquillas de abanico plano TeeTet 110.04 a 2,81kg·cm<sup>2</sup> de presión. El volumen total de agua utilizado en aplicación fue de 400l·ha<sup>-1</sup>.

### Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se estableció y analizó bajo un diseño de bloques completamente al azar con 11 tratamientos y cuatro repeticiones; la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (P≤0,05) y analizados con el programa Statgraphics Centurión.

### Variables evaluadas

a) *Identificación de la maleza.* Ésta se realizó mediante características morfológicas y anatómicas basadas en las descripciones de Calderón y Rzedowski (2001, 2004).

b) *Efecto fitotóxico de los tratamientos.* Éste se determinó sobre el follaje del cultivo de tomate de cáscara y control de la maleza, a los 30 días después de realizar la aplicación de los herbicidas (dda), para lo cual se utilizó la escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Maleza (EWRS) (Urzúa, 2001; Tabla II).

c) *Peso fresco y seco de la maleza.* Éstos se determinaron a los 60 días después de realizar la aplicación (dda) de los herbicidas, para ello se obtuvo una muestra de 1m<sup>2</sup> del surco central de cada unidad experimental y se pesó en una báscu-

TABLA I  
TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL CONTROL  
DE LA MALEZA EN TOMATE DE CÁSCARA DE RIEGO,  
EN IRAPUATO, GTO., PRIMAVERA-VERANO 2008

Tratamiento	Nombre común	Formulación	Dosis (g.i.a./ha)
1	Pendimetalina	33 CE	1650
2	Flufenacet	60 WG	900
3	Bensulide	480 E	5760
4	Linurón	50 PH	1000
5	Rimsulfurón	25 GD	50
6	Trifluralina	600 CE	1500
7	Isoxaflutole	75 WG	52,5
8	Metribuzina	480 SC	240
9	Prometrina	480 LS	480
10	Testigo deshierbado todo el ciclo		
11	Testigo enmalezado todo el ciclo		

g.i.a.: gramos de ingrediente activo.

la analítica digital para calcular el peso fresco. Para obtener el peso seco de la maleza, esta se secó en una estufa a 70°C durante 72h.

## Resultados y Discusión

### Identificación de la maleza

Las especies de maleza que estuvieron presentes en el expe-

rimento fueron: verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.), carretilla (*Medicago polymorpha* L.), malva (*Malva parviflora* L.), mostaza (*Brassica campestris* L.), borraja (*Sonchus oleraceus* L.), quelite porquero (*Amaranthus retroflexus* L.), zacate de agua (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) y

zacate pinto (*Echinochloa colonum* (L.) Link).

### Efecto fitotóxico sobre el follaje del tomate de cáscara a 30 dda

Al realizar el análisis de varianza, se observaron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación del 119% (Tabla III), lo que significa que al menos con uno de los tratamientos evaluados se tuvo un daño fitotóxico diferente al follaje y/o germinación del tomate de cáscara. Al llevar a cabo la separación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) se pudo observar que los tratamientos de herbicida que propiciaron síntomas muy ligeros de fitotoxicidad al cultivo de tomate de cáscara de riego bajo condiciones de campo en siembra directa fue el de bensulide con un porcentaje de fitotoxicidad del 3,2%, seguido por el rimsulfurón y la trifluralina con síntomas ligeros al cultivo (7,5% en ambos casos). Esto probablemente se debió a que tanto bensulide como trifluralina presentan selectividad posicional y ésta depende de que el producto no esté en contacto con la semilla del cultivo. Por otro lado, se pudo observar que sólo la pendimetalina causó daños severos al cultivo de tomate de cáscara (90,75%), presentándose con ello baja germinación y amarillamiento del follaje al momento de emerger

(Tabla IV). Los resultados anteriores concuerdan con los reportados por Urzúa (2005b) para bensulide en cuanto a control y selectividad se refiere; sin embargo, no concuerdan para el herbicida pendimetalina, el cual en este estudio fue el que presentó el mayor efecto fitotóxico al cultivo de tomate de cáscara (Tabla IV). También se encontró que el herbicida rimsulfurón, normalmente utilizado para el control de maleza en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), jitomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill. (= *Solanum lycopersicum* L.)) y papa (*Solanum tuberosum* L.), presentó buena selectividad a tomate de cáscara. Datos similares fueron reportados por Boydston (2007) al evaluarlo en el cultivo de papa aplicado en post-emergencia temprana, por Paredes (2004) al evaluarlo en el cultivo de papa aplicado en pre-emergencia, Greenland y Howatt (2005) al evaluarlo en el cultivo de jitomate aplicado después del trasplante, y por Tonks y Eberlein (2001) cuando lo evaluaron en jitomate con diferentes coadyuvantes, con los cuales se reportó una fitotoxicidad menor al 5%. La buena selectividad del rimsulfurón al tomate de cáscara, probablemente es debida a que esta especie pertenece a la familia Solanácea y comparte similitudes morfológicas, fisiológicas y genéticas con el jitomate y la papa.

### Control de la maleza a 30 dda

Al realizar el análisis de varianza, se observaron diferencias altamente significativas

TABLA II  
ESCALA ORDINAL PROPUESTA POR LA SOCIEDAD EUROPEA DE INVESTIGACIÓN EN MALEZA (EWRS) PARA EVALUAR EL CONTROL DE MALEZA Y FITOTOXICIDAD AL CULTIVO, Y SU INTERPRETACIÓN AGRONÓMICA Y PORCENTUAL

Valor puntual	Efecto sobre la maleza	Efecto sobre el cultivo
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
Límite de aceptabilidad		
5	Control medio	Daño medio
6	Regular	Daños elevados
7	Pobre	Daños muy elevados
8	Muy pobre control	Daños severos
9	Sin efecto	Muerte completa
Valor puntual	Porcentaje de control de malezas	Porcentaje de fitotoxicidad al cultivo
1	99,0-100,0	0,0-1,0
2	96,5-99,0	1,0-3,5
3	93,0-96,5	3,5-7,0
4	87,5-93,0	7,0-12,5
5	80,0-87,5	12,5-20,0
6	70,0-80,0	20,0-30,0
7	50,0-70,0	30,0-50,0
8	1,0-50,0	50,0-99,0
9	0,0-1,0	99,0-100,0

Fuente: Urzúa (2001).

TABLA III  
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL ESTUDIO DE CONTROL PRE EMERGENTE DE LA MALEZA EN TOMATE DE CÁSCARA DE RIEGO Y SIEMBRA DIRECTA

Variable	F.c. herbicidas	CV (%)
Efecto fitotóxico de los herbicidas sobre el follaje del cultivo de tomate de cáscara a los 30 dda	**	119,43
Control de la maleza a los 30 dda	**	35,84
Peso fresco de la maleza (g·m <sup>2</sup> )	**	67,46
Peso seco de la maleza (g·m <sup>2</sup> )	**	61,55

dda: días después de la aplicación; \*\* altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ); F.c.: F calculada; CV: coeficiente de variación.

TABLE IV  
COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE EFECTO FITOTÓXICO AL FOLLAJE DEL CULTIVO DE TOMATE DE CÁSCARA, A LOS 30 DDA

Tratamiento	Fitotoxicidad (%)
Testigo deshierbado todo el ciclo	0,00 a
Testigo enmalezado todo el ciclo	0,00 a
Bensulide	3,20 ab
Trifluralina	7,50 abc
Rimsulfurón	7,50 abc
Isoxaflutole	12,50 bc
Linurón	17,50 cd
Metribuzina	26,25 de
Flufenacet	31,25 e
Prometrina	43,75 f
Pendimetalina	90,75 g

dda: días después de la aplicación. Cifras con letra diferente en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

para los tratamientos, con un coeficiente de variación del 35% (Tabla III). Esto significa que al menos uno de los tratamientos evaluados presentó un control de maleza diferente. Al llevar a cabo la comparación de medias entre tratamientos con la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) el tratamiento que mayor control de maleza tuvo fue el testigo deshierbado durante todo el ciclo, con un control del 99,5%, en comparación al testigo enmalezado durante todo el ciclo, que mostró un porcentaje de control del 0%. El tratamiento herbicida que mayor control de maleza tuvo fue el rimsulfurón, con un control del 98,0%, en comparación al tratamiento con linurón, con el cual se obtuvo un porcentaje de control del 70,0% (Tabla V). Dichos resultados concuerdan con los reportados por Greenland y Howatt (2005), quienes evalua-

ron rimsulfurón en pre- y pos-emergencia en jitomate, y a los reportados por Madrid *et al.* (2006) al evaluar rimsulfurón en el cultivo de jitomate, donde el control de la maleza con rimsulfurón fue del 91,0%. Por otra parte, los tratamientos a base de trifluralina, pendimetalina, bensulide, metribuzina y flufenacet mostraron porcentajes de control de maleza del 88,2; 87,5; 85,0; 82,5 y 82,5% respectivamente (Tabla V). Estos resultados concuerdan con los reportados por Madrid *et al.* (2006) al evaluar bensulide en el cultivo de jitomate, donde el control de la maleza con bensulide fue del 80,0%; sin embargo, en el presente estudio aún cuando la pendimetalina tuvo un porcentaje de control de la maleza del 87,5% (Tabla V), causó daños severos al cultivo de tomate de cáscara (Tabla IV).

TABLE VI  
PESO FRESCO DE LA MALEZA PRESENTE A LOS 60 DDA

Tratamiento	Peso fresco ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )
Testigo deshierbado todo el ciclo	0,00 a
Rimsulfurón	276,25 ab
Flufenacet	586,25 ab
Trifluralina	603,75 ab
Prometrina	705,00 ab
Linurón	835,00 ab
Isoxaflutole	931,25 ab
Bensulide	960,00 ab
Metribuzina	960,00 ab
Pendimetalina	1008,75 ab
Testigo enmalezado todo el ciclo	1162,50 b

dda: días después de la aplicación. Cifras con letra diferente en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

TABLE V  
COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE CONTROL DE MALEZA A LOS 30 DDA

Tratamiento	Control de maleza (%)
Testigo enmalezado todo el ciclo	0,00 a
Linurón	70,00 b
Isoxaflutole	75,00 bc
Prometrina	75,00 bc
Flufenacet	82,50 bcd
Metribuzina	82,50 bcd
Bensulide	85,00 bcd
Pendimetalina	87,50 bcd
Trifluralina	88,20 bcd
Rimsulfurón	98,00 cd
Testigo deshierbado todo el ciclo	99,50 d

dda: días después de la aplicación. Cifras con letra diferente en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

#### *Peso fresco de la maleza a 60 dda*

Al realizar el análisis de varianza de los datos de peso fresco se observaron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación del 67% (Tabla III), lo cual significa que al menos con uno de los tratamientos evaluados se tuvo un peso fresco de la maleza diferente. Al llevar a cabo la comparación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) el testigo deshierbado durante todo el ciclo fue el tratamiento que menor peso fresco de maleza presentó ( $0\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ); en contraste, el testigo enmalezado durante todo el ciclo fue el tratamiento que mayor peso fresco de maleza presentó ( $1162,50\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ; Tabla VI). Aun cuando todos los tratamientos de herbicida presentaron un peso fresco de maleza estadísticamente igual, el tratamiento con rimsulfurón presentó menor peso fresco de maleza ( $276,25\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) comparado al tratamiento con pendimetalina, que presentó un peso fresco de maleza de  $1008,75\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Esto demuestra la efectividad del rimsulfurón en el control de maleza, ya que a menor peso fresco, mejor es el control ejercido (Tabla VI).

#### *Peso seco de la maleza a 60 dda*

Al realizar el análisis de varianza de los datos de peso

seco se observaron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación del 61% (Tabla III); lo anterior significa que al menos con uno de los tratamientos evaluados se tuvo un peso seco de la maleza diferente. Al llevar a cabo la comparación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) el testigo deshierbado durante todo el ciclo fue el tratamiento que menor peso seco de maleza presentó ( $0\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), seguido por rimsulfurón, flufenacet, trifluralina y metribuzina con  $76,00$ ;  $125,5$ ;  $142,5$  y  $195,95\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , respectivamente, que fueron estadísticamente iguales. En contraste, el testigo enmalezado durante todo el ciclo fue el tratamiento que mayor peso seco de maleza presentó ( $280,25\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ; Tabla VII). De los tratamientos de herbicida, el tratamiento con rimsulfurón fue el que menor peso seco de maleza presentó ( $76,00\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), en comparación al tratamiento con prometrina, que presentó un peso seco de maleza de  $259,50\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Esto confirma la efectividad del rimsulfurón en el control de maleza, ya que a menor peso seco, mejor es el control ejercido (Tabla VII).

#### Conclusiones

Los tratamientos herbicidas que provocaron síntomas ligeros

TABLA VII  
PESO SECO DE LA MALEZA PRESENTE  
A LOS 60 DDA

Tratamiento	Peso seco (g·m <sup>2</sup> )
Testigo deshierbarado todo el ciclo	0,00 a
Rimsulfurón	76,00 ab
Flufenacet	125,50 ab
Trifluralina	142,50 ab
Metribuzina	195,50 ab
Bensulide	215,50 b
Isoxaflutole	215,75 b
Pendimetalina	218,50 b
Linurón	219,50 b
Prometrina	259,50 b
Testigo enmalezado todo el ciclo	280,25 b

dda: días después de la aplicación. Cifras con letra diferente en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey P≤0,05).

de fitotoxicidad al cultivo de tomate de cáscara de riego y siembra directa bajo condiciones de campo fueron bensulide, rimsulfurón y trifluralina (3,2; 7,5 y 7,5%, respectivamente).

El tratamiento herbicida que mayor efecto fitoxónico causó, con muerte completa a las plantas de tomate de cáscara de riego y siembra directa bajo condiciones de campo fue pendimetalina, con un 90,7% de toxicidad.

El tratamiento herbicida con el que se obtuvo un buen control de la maleza de hoja ancha y angosta en pre emergencia fue el rimsulfurón, con un 98% de control.

El tratamiento herbicida con el que se tuvo menor control de la maleza de hoja ancha y angosta en pre emergencia fue linurón, con un 70% de control.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, por el apoyo para la realización del presente trabajo, y a la Rectoría del CIS-UG, a la Dirección de la DICIVA-CIS-UG del Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato y al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) 2013 (Partially supported by SEP PIFI-2013 Universidad de Guanajuato grant) por el apoyo económico brindado para la publicación de este trabajo.

#### REFERENCIAS

Aguado MC (1991) *Determinación del Periodo Crítico de Competencia entre Malezas y el Cultivo de Tomate de Cáscara*. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. México. 69 pp.

Aldaba MJL (1993) Generalidades de los herbicidas. En *Memoria Curso pre-Congreso de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza*. ASOMECIMA-UM-SNH. México.

Aldaba MJL, Duron TML (2005) Manejo integrado de la maleza en cultivos hortícolas en la República Mexicana. En *Curso pre-Congreso sobre Actualización en el Manejo de Maleza. XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. 14-15/11/2005. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp 89-100.

Anderson WP (1996) *Weed Science: Principles and Practices*. 3ª ed. West. Minneapolis, MN, EEUU. 388 pp.

Aponte A, Pérez A, Tablante D (1992) Control de malezas y plagas en tomate con utilización de residuos de cosecha. *FONAIAP 41*: 10-15.

Bewich T, Smith K, Stall W, Olson S. 1995. Tomato *Lycopersicon esculentum* cultivar and weed sensitivity. *Weed Technol.* 9: 531-540.

Boydston RA (2007) Potato and weed response to postemergence-applied halosulfuron, rimsulfuron, and EPTC. *Weed Technol.* 21: 465-469.

Calderón deRG, Rzedowski J (2001) *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed.. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1406 pp.

Calderón deRG, Rzedowski J (2004) *Manual de Malezas de la Región de Salavatierra, Guanajuato*.

Instituto de Ecología, A.C. México. 315 pp.

Díaz JC, Pérez E (2005) Manejo integrado de malezas en cultivos económicos principales. En *Memorias del XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, I Congreso Iberoamericano de Ciencia de las Malezas, IV Congreso Nacional de Ciencia de Malezas*. 8-11/11/2005. Matanzas, Cuba. pp. 153-170.

Fundación Produce Puebla A.C. (2007) *Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en la Cadena Productiva de Tomate Verde en el Estado de Puebla*. www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/tomate-de-cascara.pdf (Cons. 13/12/2007).

Fundación Produce Sinaloa A.C. (2007) Diagnóstico de la Cadena del Tomatillo: Estudio de las Necesidades Estratégicas de Investigación, Validación y Transferencia de Tecnología en el Estado de Sinaloa. www.fps.org.mx/imagenes/que\_hacemos/programa/datos/tomatillo.pdf (Cons. 07/10/2007).

Fusagri (1974) *Solanaceas: Tomate, Ají, Pimientón y Berenjena*. Serie A. N° 37. Fundación Servicio para el Agricultor. Venezuela. 111 pp.

Glosario de Lombricultura (2007) Maleza. www.manualdelombricultura.com/glosario/glosario.pl (Cons. 05/10/del 2007).

Gómez JGB (1993) *Control Químico de la Maleza*. Trillas. México. 249 pp.

González J, Alarce A, Gutiérrez A, Gómez Z (1994) Determinación del uso del acolchado en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* en Venezuela. *Memorias VI Congreso Nacional de Horticultura*. Maracay, Venezuela. pp. 15-16.

Granados AJ (1999) *Fertilización Nitro-Fosfórica en Tomate de Cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) de Riego en la Región de Irapuato, Gto.* Tesis. Universidad de Guanajuato. México. pp. 11-13.

Greenland RG, Howatt KA (2005) Rimsulfuron controls hairy nightshade, but not eastern black nightshade, in tomato. *Hortscience* 40: 2076-2079.

Hutchinson PJS, Eberlein CV, Tonks DJ (2004) Broadleaf weed control and potato crop safety with postemergence rimsulfuron, metribuzin, and adjuvant combinations. *Weed Technol.* 18: 750-756

Liu L, Goyal M (1987) Selective herbicides to control grass seeds in transplanted tomatoes and pepper. *J. Agric. Univ. Pto. Rico* 73: 231-237.

Madrid CM, Borbón ST, Valenzuela VJ, Sánchez SE (2006) Respues-

ta del cultivo de tomate a la aplicación de herbicidas en el valle del mayo. En *Memorias XXVII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. 20-24/11/2006. Ensenada, B.C., México. p.117.

Masiunas D, Weston L, Weller L (1995) The impact of rye cover crops on weed populations in tomato cropping system. *Weed Sci.* 43: 318-323.

Obando H, Montaña N (1996) Determinación del periodo crítico de competencia entre las malezas y el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.cv. Margariteño. En *Memorias VIII Jornadas Técnicas en Biología y Combate de Malezas*. Maracay, Venezuela. pp. 19-20.

Paredes RE (2004) Nuevos herbicidas en el malejo integrado de la maleza en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). En *Memorias III Congreso Sociedad Cubana de Malezología*. 28-30/03/2004. La Habana, Cuba. pp. 56-59.

Tonks DJ, Eberlein CV (2001) Postemergence weed control with rimsulfuron and various adjuvants in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technol.* 15: 613-616.

SIAP (2012) *Información de las Delegaciones de la SAGARPA*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. www.siap.gob.mx Cons. 23/01/2013).

SIAP (2014) *Información de las Delegaciones de la SAGARPA*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. www.siap.gob.mx (Cons. 03/06/2014).

Urzúa SF (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.

Urzúa SF (2005a) Biología de malezas. En *Memorias pre-Congreso del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. 16-18/11/2005. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp 1-25.

Urzúa SF (2005b) Dosis y épocas de aplicación de herbicidas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en Chapingo, México. En *XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. 16-18/11/2005. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp. 239-244.

Zimdahl RL (1993) *Weed Biology: Reproduction and Dispersal*. En Zimdahl RL (Ed.) *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press. Nueva York, EEUU. pp. 59-89.