

**TOLERANCIA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) A
APLICACIONES POST TRASPLANTE DEL HERBICIDA
HALOSULFURÓN-METIL¹**

**Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tolerance to post transplant
applications of the herbicide halosulfuron-methyl¹**

Juan Ormeño N.²*, Francisco Fuentes V.³ y Verónica Soffia C.⁴

ABSTRACT

During the 1998/99 season at La Platina Research Regional Center of the National Agricultural Research Institute (INIA) (33°34' S lat, 70°38' W long, altitude 625 m.o.s.l.), on a loamy-clay soil, field trials were conducted to determine crop tolerance of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of the industrial cultivars H-993, P-76, APT-127, APT-410, and fresh consumption cultivars Cal Ace, and XPH-12221, to post transplant applications of halosulfuron-methyl (Sempra® 75 WG) at the recommended rate 75 g ha⁻¹ and at an overdose of 150 and 300 g ha⁻¹. At all of the doses halosulfuron-methyl did not produce any significant adverse effects on the foliage. The greatest levels of foliar discoloration were observed on cv. P-76 at 300 g ha⁻¹ seven days after treatment (DDA). This phytotoxicity was temporary, restricted to 7-15 DDA, disappearing almost completely at 21 DDA. There was no reduction in plant height and width to 30 DDA, except the width of cv. P-76 treated at 300 g ha⁻¹. Single plant and total tomato yield of the varieties Cal Ace, XPH-12221, H-993, APT-127 y APT-410 were not affected by any herbicide applications of halosulfuron-methyl. No dose produced adverse effects on the polar and equatorial fruit diameter. The industrial hybrid P-76 had a significant reduction in total fruit yield and number of fruit per plant at 150 and 300 g ha⁻¹, but not at 75 g ha⁻¹. Tomato plants were tolerant to early post transplant applications at the normal recommended rate of halosulfuron-methyl.

Key words: transplanted tomato, selectivity, sulfonilureas, *Lycopersicon esculentum*.

RESUMEN

Durante la temporada 1998/99 en el Centro Regional de Investigación La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (33°34' lat. Sur, 70°38' long. Oeste, 625 m.s.n.m.), en un suelo franco-arcilloso, se realizaron ensayos para determinar la tolerancia de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de los cultivares industriales H-993, P-76, APT-127, APT-410 y cultivares de consumo fresco Cal Ace y XPH-12221 a aplicaciones de post trasplante de halosulfurón-metil (Sempra® 75 WG) en la dosis recomendada 75 g ha⁻¹ y en sobredosis de 150 y 300 g ha⁻¹. En todas las dosis halosulfurón-metil no produjo síntomas adversos importantes sobre el follaje. Los mayores niveles de decoloración foliar se observaron en la sobredosis 300 g ha⁻¹ en el cv. P-76 siete días después de la aplicación (DDA). Esta fitotoxicidad fue temporal, restringida a 7-15 DDA, desapareciendo casi completamente 21 DDA. No hubo reducciones en alto y ancho de las plantas 30 DDA, a excepción del ancho del cv. P-76 a 300 g ha⁻¹. El rendimiento individual y total de frutos en los cvs. Cal Ace, XPH-12221, H-993, APT-127 y APT-410 no fueron afectados por las aplicaciones de halosulfurón-metil. Ninguna dosis produjo efectos adversos en el diámetro ecuatorial y polar de los frutos. El híbrido industrial P-76 tuvo una baja significativa en rendimiento y número de frutos planta⁻¹ a 150 y 300 g ha⁻¹, pero no con la dosis de 75 g ha⁻¹. Las plantas de tomate tolerantes a aplicaciones tempranas de post trasplante en la dosis máxima recomendada de halosulfurón-metil.

Palabras clave: tomate trasplantado, selectividad, sulfonilureas, *Lycopersicon esculentum*.

¹ Recepción de originales: 21 de marzo de 2002.

Parte de la tesis presentada por el primer coautor a la Universidad Santo Tomás, Facultad de Agronomía, para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla de Correos 439-3, Santiago, Chile. E-mail: jormeno@platina.inia.cl * Autor para correspondencia.

³ Actividad privada.

⁴ Moviagro (Monsanto) S.A., El Rosal 4610, Casilla de Correos 239-9, Huechuraba, Santiago, Chile.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado bajo invernadero o al aire libre, para consumo fresco o agroindustrial, es un cultivo importante en Chile, tanto por la superficie destinada anualmente a su producción como por la alta rentabilidad que obtienen los productores. La presencia de malezas es un factor agronómico importante, ya que la competencia que se establece entre ellas y las plantas cultivadas afecta significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas, produciendo reducciones considerables en el rendimiento y calidad de los frutos cosechados (Kogan y Traverso, 1992; García, 1993; Díaz y García, 1996).

El control químico de malezas es la mejor alternativa económica disponible para reducir significativamente los efectos de la competencia. Para este efecto, varios herbicidas son usados para controlar plántulas emergentes de malezas como tratamientos incorporados al suelo previo al trasplante (Apablaza, 1994). Una vez establecido el cultivo, las posibilidades de control químico de individuos que escaparon a los tratamientos al suelo se restringen al uso de metribuzina para algunas malezas latifoliadas, o bien a la utilización de herbicidas del tipo ciclohexanodionas o aryloxi fenoxypropionatos para controlar gramíneas (Kogan y Traverso, 1992).

Para mejorar el nivel de control con herbicidas, se utiliza lo que se denomina programa de aplicación complementario, con herbicidas de pre siembra incorporados (PSI) más un control mecánico y/o bien una aplicación de metribuzina de post trasplante (Kogan y Traverso, 1992; Díaz y García, 1996). Metribuzina aplicada sobre el follaje presenta restricciones de selectividad, ya que puede producir efectos adversos importantes en el cultivo (Traverso, 1992; Hurtado, 1993), así como niveles erráticos de control (García, 1993; Apablaza, 1994; Díaz y García, 1996). Debido a la baja tolerancia general que presentan las plantas de tomate a herbicidas post emergentes, el control de malezas latifoliadas resulta mucho más complicado que el control de gramíneas, existiendo serias deficiencias de control con algunas especies como chamico

(*Datura stramonium*) (García, 1993; Díaz y García, 1996), malvilla (*Anoda cristata*) (Kogan y Traverso, 1992), entre otras. La chufa (*Cyperus esculentum*) está dentro de las especies no controlables en tomate, no existiendo, hasta la fecha, herbicidas registrados para este fin.

Halosulfurón-metil es una nueva molécula herbicida recientemente registrada para controlar especies latifoliadas, aunque dirigida específicamente para el control de chufa en maíz (*Zea mays* L.), ya que, aplicada al follaje en dosis de 50-75 g ha⁻¹, posee una alta eficiencia de control sobre esta complicada maleza perenne (Vencill *et al.*, 1995; Katayanagi y Yoshida, 1996; Webster y Coble, 1997). En evaluaciones preliminares de halosulfurón-metil en maíz se pudo observar cierta tolerancia de especies del género *Solanum* (Ormeño, 1997), y como antes de iniciar los ensayos ya existían antecedentes preliminares de selectividad de otras sulfonilureas experimentadas en tomate, como fluazasulfurón (Casera, 1997) y rimsulfurón (Ackley *et al.*, 1997), el objetivo del presente estudio fue determinar la tolerancia del cultivo a este nuevo herbicida aplicado en post trasplante usando cultivares de tomate industrial y para consumo fresco, representativos del cultivo en la zona central de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron entre octubre de 1998 y marzo de 1999 en el Centro Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Región Metropolitana (33°34' lat. Sur, 70°38' long. Oeste, 625 m.s.n.m). Se usó un suelo de textura franco-arcillosa (43,8% arena; 22,0% limo y 34,2% arcilla) perteneciente a la Serie Santiago, con 2,5% de MO, pH 7,4, y proveniente de un año de barbecho.

El suelo se preparó en forma convencional con arado de vertedera, finalizando con una rastra de tipo offset. Los camellones de plantación se confeccionaron empleando un surcador, dejando los surcos separados a 1,2 m. Las parcelas experimentales tuvieron una superficie de 2,4 x 4,0 m (9,6 m²). En cada camellón se plantaron 2 hileras de tomate dejando una distancia de 0,4 m entre plantas sobre

cada hilera, totalizando 40 plantas en cada parcela o unidad experimental. Se empleó una fertilización comercial base consistente en 50 unidades de N ha⁻¹ en la forma de urea perlada, y 100 unidades de P₂O₅ ha⁻¹ en la forma de superfosfato triple.

Se emplearon seis cultivares híbridos de tomates, cuatro de tipo conservero y dos para consumo fresco, cuyas principales características se indican en el Cuadro 1. Las plántulas en speedlings se obtuvieron de un multiplicador comercial de tomates de Polpaico, Región Metropolitana. Cada cultivar de tomate correspondió a un ensayo independiente y las plántulas se plantaron manualmente en forma individual en cada ensayo. En todos los ensayos los tratamientos herbicidas se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por unidad experimental. Los tratamientos se aleatorizaron en forma individual en cada uno de los ensayos.

Halosulfurón-metil (Metil-5{[(4,6-dimetoxi-2-pirimidinil)amino]carbonilaminsulfonil}-3-cloro-1-metil-1-H-pirazole-4-carboxilato) está formulado como gránulos dispersables (Sempra® 75WG) y fue utilizado en dosis de 75, 150 y 300 g i.a. ha⁻¹ lo que corresponde a 100, 200 y 400 g ha⁻¹ de producto comercial, respectivamente. En Chile, la dosis recomendada en maíz es de 75 g i.a. ha⁻¹ (AFIPA, 1998). Todas las dosis fueron aplicadas con el surfactante no iónico alkylaril polioxietileno glicol isopropanol (Unifilm 707 90% SL) en dosis de 0,125% v/v. El volumen de agua empleado en las aplicaciones fue de 208 L ha⁻¹. El control consistió en un desmalezado manual. En los tratamientos con herbicida, las malezas que escaparon al control fueron eliminadas manualmente a partir de dos semanas después de la aplicación.

Las aplicaciones de los tratamientos herbicidas en el campo se realizaron entre las 09:00 h y las 10:00 h de la mañana del día 1 de diciembre de 1998, bajo una condición sin viento, con sol incidente, temperatura al inicio de la aplicación de 15,6°C y humedad relativa de 82%. La pulverizadora empleada para las aplicaciones de los tratamientos herbicidas fue de tipo mochila (Hardi, 20 L de capacidad), equipada con manómetro y una barra de aluminio de tipo "T"

con cuatro boquillas plásticas 4110-12 de cono plano espaciadas a 40 cm, la que fue operada a una presión constante de 200 kPa y a una velocidad de 3 km h⁻¹, con un ancho de cubrimiento efectivo de 1,25 m. Las aplicaciones se efectuaron en forma individual en cada cultivar, y una vez asperjadas las tres repeticiones de cada tratamiento, se procedió a medir la cantidad de pulverizado sobrante. El volumen de agua por tratamiento fue de 1,5 L y de acuerdo a la determinación de los volúmenes remanentes, la dosis efectivamente empleada en terreno fue ± 5% de la indicada en el texto. Al momento de efectuar las aplicaciones, las plantas de tomate tenían 3 a 5 hojas y una altura promedio entre 16 y 20 cm de altura, con brote apical emitido luego del trasplante, creciendo en forma activa.

Los riegos se efectuaron por surco en cada bloque en forma individual (los bloques fueron ordenados de acuerdo a la pendiente del terreno), el primer riego post trasplante se realizó el 12 de noviembre para luego continuarse con una frecuencia de 6 días, y en la medida que las plantas crecieron se distanciaron a 12-14 días. El día 10 de diciembre se cambió de posición el surco alejándolo de la hilera de plantación dejando los surcos de riegos definitivos, los que se conservaron hasta el final de los ensayos. Ante un fuerte ataque de gusano del fruto (*Heliothis zea*) se aplicó phoxim (Volaton 40%DP, 2,0 kg ha⁻¹) al suelo el día 18 de febrero de 1999.

Para describir estos síntomas de manera más exacta se utilizó una escala de evaluación que fuese lo suficientemente precisa en lo referente a decoloración, ya que las escalas de fitotoxicidad frecuentemente empleadas (ALAM, 1974) tienen rangos demasiado amplios que impiden detectar pequeñas diferencias entre tratamientos. Las evaluaciones de fitotoxicidad se realizaron visualmente a los 7, 15 y 30 días después de la aplicación (DDA) empleando una escala *ad hoc* elaborada por los autores, para clorosis apical cuyos valores se indican en la Figura 1. En esta última fecha, y cuando las plantas comenzaron a pasar de erectas a decumbentes, se procedió a determinar la altura y ancho de las plantas. Esto se realizó evaluando cinco plantas al azar desde el centro de cada parcela de cada cultivar. La altura

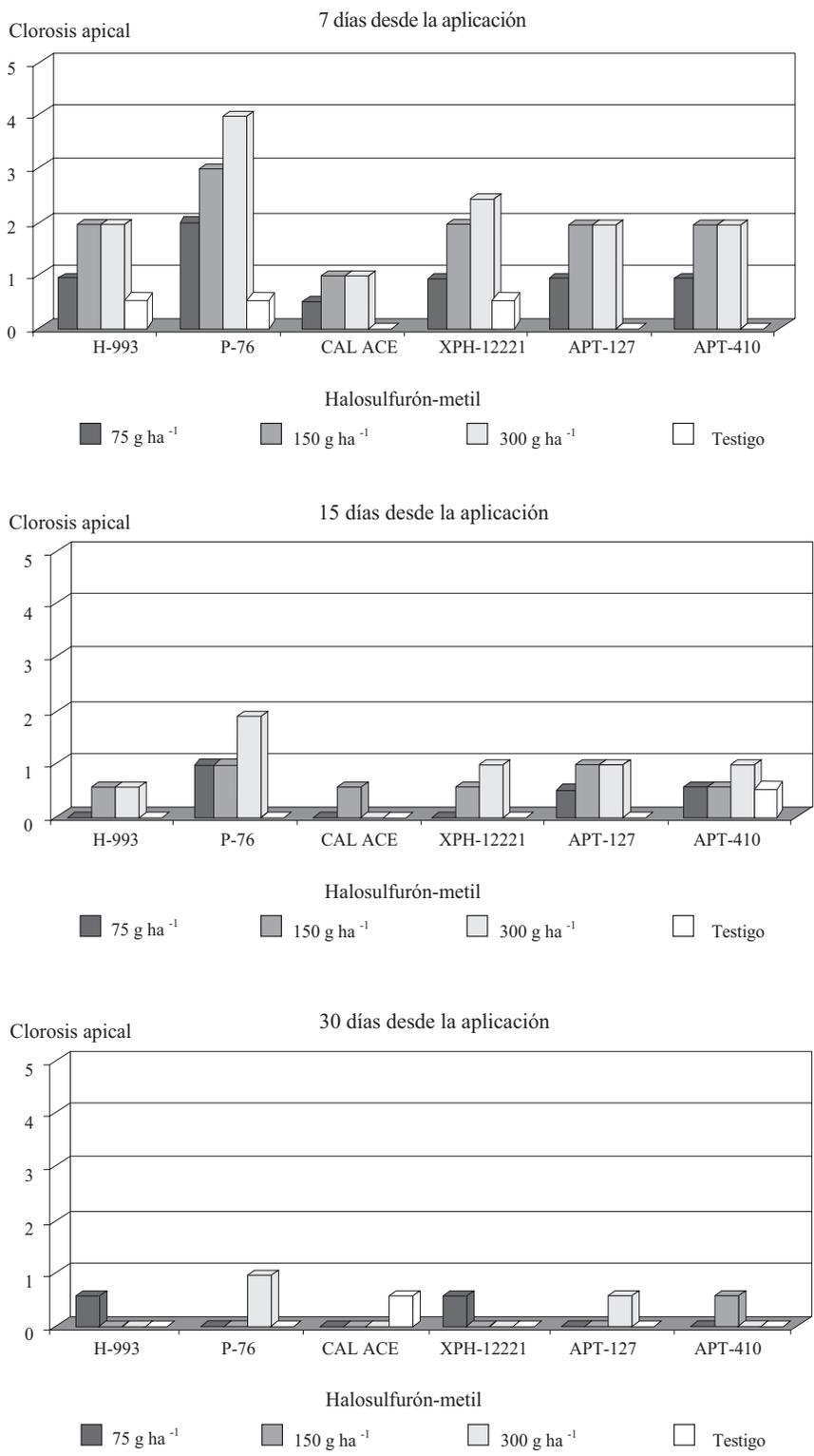


Figura 1. Evaluaciones visuales de fitotoxicidad producida por los tratamientos de halosulfurón-metil expresada como grado de clorosis apical sobre las plantas de los distintos cultivares de tomate, a los 7, 15 y 30 días después de la aplicación. La Platina 1998/1999.

Figure 1. Visual assessment of the phytotoxicity produced by treatments of halosulfuron-methyl expressed as grade of apical chlorosis on the distinct tomato plant cultivars at 7, 15 and 30 days after treatment. La Platina 1998/99.

se determinó midiendo la longitud del eje principal desde la base hasta el ápice distal de crecimiento y el ancho o expansión radial a partir de la extensión del primer y segundo eje secundario contados a partir de la base de cada planta.

La cosecha de frutos maduros se realizó en forma diferida en cada cultivar. En cada fecha de recolección se cosecharon los frutos maduros de siete plantas en cada una de las dos hileras centrales de cada camellón, dejando una planta borde en las cabeceras; estos frutos se usaron para determinar el rendimiento total. El criterio de cosecha fue de fruto pintón en los testigos desmalezados manualmente, es decir cuando los tomates de estos tratamientos comenzaron a virar al color rojo manifestando un franco color rosado intenso. De estas 14 plantas se marcaron cuatro al azar, descartando aquellas plantas sin competencia o que presentaban cierto grado de deterioro en su vigor. En esta submuestra se determinó el número y peso individual de los frutos maduros cosechados, así como el respectivo diámetro polar y ecuatorial, para lo cual se utilizó un pie de metro electrónico (Mitutoyo modelo Digimatic, Osaka, Japón). La cosecha de frutos finalizó el 11 de marzo de 1999 para el cv. P-76, el 26 de febrero de 1999 para el cv. Cal Ace, el 10 de marzo para el cv. H-993, el 24 de febrero para el cv. XPH-12221, el 04 de marzo para el cv. APT-127 y el 02 de marzo para el cv. APT-410.

Todas las variables cuantitativas fueron analizadas en forma separada para cada cultivar. El ANDEVA se realizó utilizando un diseño de bloques completos al azar, para lo cual se empleó el paquete estadístico StatGraph Plus. La separación de promedios se efectuó utilizando el test de Duncan al 5%. Dada la naturaleza variable de parámetros como frutos por planta o rendimiento por planta, o bien cuando el coeficiente de variabilidad superó la barrera del 20%, los datos fueron sometidos al test de Bartlett para verificar la homogeneidad de las varianzas (Little y Hills, 1978).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto sobre el follaje

El efecto sobre las plantas de tomate con las distintas dosis de halosulfurón-metil se cir-

cunscribió a decoloraciones parciales de tipo mosaico en aquellas hojas que recibieron directamente el herbicida y en decoloraciones parciales del ápice foliar. Tal como se aprecia en la Figura 1, en todos los cultivares los grados de fitotoxicidad observados 7 DDA oscilaron entre leve (1-2) y medio (2-3) de la escala visual utilizada, exceptuando el híbrido P-76 en que el nivel de clorosis llegó a niveles mayores, especialmente en las sobredosis. En aquellas plantas que presentaban decoloramiento parcial de algunas de sus hojas, también se observó una especie de encarrujamiento de los folíolos, dándoles un aspecto de follaje desordenado al compararlas con las plantas no tratadas, fenómeno que fue visible en todos los cultivares. Asimismo, los mayores grados de encarrujamiento se produjeron con las sobredosis. Es interesante destacar que tanto las decoloraciones de hojas como encarrujamiento no fueron generalizados en toda la parcela, sino que se encontraron en algunas plantas, y que generalmente coincidieron con las que presentaban un menor vigor de crecimiento luego del trasplante. Valores inferiores a 1,0 indicaron efectos apenas perceptibles o confundibles con clorosis muy leves que comúnmente aparecen en ciertas plantas, tal como se puede apreciar en los valores de los testigos. Ninguno de los cultivares tratados con halosulfurón-metil a 75 g ha⁻¹ presentó valores de clorosis apical iguales o superiores a 25% (Figura 1).

Transcurridos 15 DDA, los efectos cloróticos parciales se redujeron considerablemente, tornándose mucho más difícil su detección en forma visual, con la única excepción de la dosis de 300 g ha⁻¹ en el cv. P-76. En la evaluación realizada 30 DDA no fue posible detectar ningún efecto adverso visible que pudiese ser atribuible al herbicida. De esta forma, el efecto fitotóxico fue de naturaleza temporal y su mayor intensidad se circunscribió a la primera semana después de la aplicación de halosulfurón-metil y en sobredosis. Resultados similares se han reportado en tomate de trasplante con otras sulfonilureas tales como rimsulfurón (Ackley *et al.*, 1997) y fluzasulfurón (Casera, 1997; Wilson *et al.*, 2001). En trabajos efectuados con halosulfurón-metil en tomate trasplantado, se indicó que plántulas de tomate tratadas en dosis máximas desde 35 hasta 125 g ha⁻¹ mostraron

tolerancia al herbicida (Finol *et al.*, 1999; Stall, 1999; Mullen *et al.*, 2000; Talbert *et al.*, 2000).

El modo de acción de las sulfonilureas es la inhibición de la enzima aceto lactato sintetasa (ALS), enzima clave en la ruta biosintética de los aminoácidos ramificados valina, leucina e isoleucina (Schloss, 1990). Una vez que se ha absorbido el herbicida, un mayor movimiento a los meristemas vía simplasto de las plantas contribuye a una mayor actividad del ingrediente activo del herbicida, ya que la enzima ALS tiene su máxima actividad en los tejidos en desarrollo (Gerwick *et al.*, 1993). Plantas susceptibles inicialmente manifiestan clorosis en los ápices, cesan de crecer y eventualmente mueren, como es el caso de la respuesta de *Cyperus* spp. y otras malezas altamente susceptibles a halosulfurón-

metil aplicado en dosis entre 50 y 75 g ha⁻¹ (Sherrick *et al.*, 1993; Vencill *et al.*, 1995).

Las mediciones del largo del eje principal y del ancho de los ejes secundarios basales que se realizaron 30 DDA sirvieron para precisar el grado de detención parcial de crecimiento que eventualmente hubiese producido halosulfurón-metil en sus diferentes dosis. Ninguno de los cultivares de tomate estudiados presentó efectos adversos en el crecimiento en altura y lateral de las ramas primarias y secundarias del follaje de las plantas, con la única excepción del cv. P-76 tratado con la dosis máxima de 300 g ha⁻¹, en donde el ancho de las plantas fue 10 cm inferior a los controles. El hecho que todos los cultivares hubiesen alcanzado la altura máxima esperada del eje principal (Cuadro 1), indicaría que el efecto negativo ob-

Cuadro 1. Nombre de los cultivares, hábito de crecimiento, altura del eje principal (cm), compañía de origen del híbrido, diámetro ecuatorial y polar del fruto (mm), fecha de trasplante, fecha de aplicación, altura de las plántulas (cm) a la aplicación de los tratamientos del herbicida halosulfurón-metil. La Platina 1998/99. Table 1. Cultivar trade name, growth habits, main axis height (cm), hybrid commercial origin, polar and equatorial fruit diameter (mm), transplant date, herbicide application date and plant height at the time of application of halosulfuron-methyl. La Platina 1998/99.

Característica	Cultivar					
	H-993	P-76	Cal Ace	XPH-12221	APT-410	APT-127
Consumo	Industrial	Industrial	Fresco	Fresco	Industrial	Industrial
Hábito de crecimiento	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado
Longitud del eje principal, cm	<u>40-50</u>	<u>50-60</u>	<u>40-50</u>	<u>45-50</u>	<u>45-50</u>	<u>35-45</u>
Origen del híbrido	PetoSeed	PetoSeed	PetoSeed	Asgrow	Asgrow	Asgrow
Diámetro ecuatorial y polar del fruto, mm	<u>45-60</u>	<u>45-60</u>	<u>70-55</u>	<u>65-60</u>	<u>45-50</u>	<u>45-50</u>
Fecha de trasplante	31/10/1998	31/10/1998	05/11/1998	02/11/1998	03/11/1998	03/11/1998
Fecha de aplicación	01/12/1998	01/12/1998	01/12/1998	01/12/1998	01/12/1998	01/12/1998
Altura a la aplicación, cm	16,1 ¹ (10-20)	19,6 (16-24)	18,5 (12-24)	18,7 (13-22)	19,9 (16-25)	21,3 (14-25)

¹ Promedio y rango de altura de las 10 plantas.

servado visualmente sobre los puntos de crecimiento de las plantas no tuvo mayores consecuencias sobre el desarrollo posterior del follaje, y que las plantas de tomate en estado vegetativo presentan un alto grado de tolerancia al herbicida.

En este sentido, se ha demostrado que la selectividad que presentan algunas especies a herbicidas sulfonilureas está generalmente determinada por las tasas diferenciales de absorción, translocación y/o metabolismo de la molécula herbicida, ya que estos procesos afectan la llegada del herbicida al sitio de acción (Owen, 1989; Ackley *et al.*, 1997). Aunque tanto las especies susceptibles como las tolerantes a las sulfonilureas absorben y translocan estos herbicidas, existe evidencia que la selectividad está basada fundamentalmente en el diferencial metabólico que ambos tipos de plantas presentan al herbicida (Green y Green, 1993; Gallaher *et al.*, 1999; Manley *et al.*, 1999). Como el grado de tolerancia a halosulfurón-metil sigue este mismo patrón de comportamiento (Monsanto, 1997), es probable que en este caso la baja respuesta inicial de los diferentes cultivares de tomate a todas las dosis empleadas, se haya debido primeramente a que los tomates presentan una alta tasa de detoxificación metabólica de las moléculas dentro de los tejidos del cultivo más que a una menor tasa de absorción y posterior translocación. En efecto, si se considera que los seis cultivares recibieron dosis de hasta 300 g ha⁻¹ de ingrediente activo, cantidad hasta ahora no reportada en ensayos de campo en tomate y que, de acuerdo a la información que se tiene de esta molécula, es lo suficientemente alta como para producir una alta tasa de fitotoxicidad, incluso en aquellas especies que a dosis normales resultan tolerantes al herbicida (Monsanto, 1997), la respuesta de las plantas al duplicar y cuadruplicar la dosis, indica por lo tanto, que el herbicida resulta selectivo para este cultivo.

Efecto sobre frutos y rendimiento

En el cv. P-76 se produjo una baja significativa en el rendimiento y en el número de frutos por planta con las sobredosis 150 y 300 g ha⁻¹, aunque el tratamiento con la dosis recomendada de 75 g ha⁻¹ no fue diferente a las plantas testigos (Cuadro 2). Este efecto adverso de halosulfurón-metil con-

cuerda con la mayor sensibilidad a las sobredosis detectada en las apreciaciones visuales que se realizaron inicialmente.

En el cv. Cal Ace no se observaron efectos adversos de ninguna de las dosis del herbicida empleadas sobre ninguna de las variables de rendimiento analizadas (Cuadro 2). Si bien el rendimiento de este híbrido para consumo fresco fue más bien bajo de acuerdo a su potencial en esta zona—debido a problemas con un riego a la floración en una temporada que fue extremadamente seca—, comparativamente los coeficientes de variación estuvieron dentro del rango para este cultivo en ensayos de campo (Mullen *et al.*, 2000).

Los valores alcanzados por las variables de rendimiento y de calidad de los frutos de los tratamientos con halosulfurón-metil tanto en su dosis máxima como en sobredosis, no difirieron de aquellos alcanzados por las plantas testigos sin herbicida.

Las aplicaciones de halosulfurón-metil en dosis de 75, 150 y 300 g ha⁻¹ no produjeron efectos adversos sobre el rendimiento individual por planta ni en el peso total por hectárea de los frutos cosechados en los cultivares de uso industrial H-993, APT-127, APT-410 y del híbrido para consumo fresco XPH-12221 (Cuadro 2).

Tampoco fue posible determinar efectos adversos de los tratamientos sobre el tamaño (diámetro polar y ecuatorial) de los frutos cosechados, alcanzándose en todos los cultivares los valores promedios de la variedad que se indican en el Cuadro 1.

De acuerdo a la respuesta de las plantas al estado vegetativo, rendimiento y calidad de frutos cosechados, el cultivo es tolerante a halosulfurón-metil, ya sea a la dosis recomendada como en sobredosis simple (150 g ha⁻¹). Al efectuar la regresión entre las dosis de halosulfurón-metil y el rendimiento de los frutos, expresado tanto en t ha⁻¹ como en porcentaje de los valores obtenidos por los respectivos testigos desmalezados en cada uno de los cultivares, se encontró que el mejor ajuste correspondió a una ecuación lineal ($t \text{ ha}^{-1} = 32,266 - 0,015605 \times \text{dosis}$), indicando que la

Cuadro 2. Efecto de halosulfurón-metil sobre el rendimiento total (t ha⁻¹) y número de frutos por planta cosechados de seis cultivares de tomate. La Platina 1998/99.**Table 2. Effect of halosulfuron-methyl on total yield (t ha⁻¹) and number of fruit harvested per plant of six tomato cultivars. La Platina 1998/99.**

	Dosis halosulfurón-metil (g ha ⁻¹)			Desmalezado manual	Diferencia promedios	Coeficiente de variación (%)
	75	150	300			
Cultivar P-76	30,1 b#	24,1 a	23,9 a	32,1 b	*	20,5
t ha ⁻¹	43,3 ab	33,9 a	28,8 a	55,5 b	*	26,1
frutos planta ⁻¹						
Cultivar Cal-Ace	12,0	12,7	17,6	13,4	NS	22,5
t ha ⁻¹	11,9	15,4	13,2	13,4	NS	20,4
frutos planta ⁻¹						
Cultivar H-993	35,0	31,9	34,7	38,4	NS	26,8
t ha ⁻¹	43,5	48,0	41,5	48,0	NS	16,1
frutos planta ⁻¹						
Cultivar XPH 12221	40,8	34,9	34,0	42,4	NS	19,8
t ha ⁻¹	24,3	25,9	23,1	26,5	NS	13,7
frutos planta ⁻¹						
Cultivar APT 127	28,2	30,8	25,6	31,9	NS	26,4
t ha ⁻¹	45,8	48,2	51,8	59,5	NS	12,9
frutos planta ⁻¹						
Cultivar APT 410	35,1	38,5	36,6	41,8	NS	11,3
t ha ⁻¹	41,4	58,0	50,8	54,5	NS	15,1
frutos planta ⁻¹						

NS: no hubo diferencias significativas entre promedios de los tratamientos de acuerdo a la prueba "F" (5%).

* Diferencias significativas entre promedios de los tratamientos de acuerdo a la prueba "F" al 5%.

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma fila no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba Duncan (5%).

relación entre el rendimiento final de todos los cultivares y las dosis empleadas fue independiente de las dosis de herbicida empleadas. El bajo coeficiente de correlación y la leve pendiente negativa de la recta indican que: (1) la variación de rendimiento en todos los ensayos analizados en conjunto no se puede explicar como producto de un efecto adverso de la dosis, sino más bien a otros factores, entre ellos al incompleto control del espectro total de malezas ejercido por halosulfurón-metil, y (2) que la leve reducción en rendimiento en la medida que se aumentó la dosis se debió fundamentalmente a la reducción significativa de producción en el cv. P-76 tratado con el herbicida en sobredosis.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de halosulfurón-metil en la dosis recomendada (75 g ha⁻¹), doble (150 g ha⁻¹) y cuádruple (300 g ha⁻¹), no produjeron síntomas adversos importantes sobre las plantas de los seis cultivares de tomates. La fitotoxicidad observada se expresó como una ligera clorosis localizada del tipo mosaico en las hojas que recibieron directamente la pulverización y en los ápices de crecimiento de algunas plantas presentes en las parcelas. Aunque visibles en todas las dosis y cultivares, los mayores niveles de decoloración foliar se observaron en la sobredosis de 300 g ha⁻¹ en el cultivar industrial P-76, siete días después de la aplicación (DDA). Estos efectos fitotóxicos visuales fueron de naturaleza temporal, ya que se restringieron principalmente a los primeros 7 a 15

días posteriores a la pulverización, tendiendo a desaparecer casi completamente después de 3 semanas de la aplicación del herbicida.

A los 30 DDA no fue posible detectar efectos adversos significativos sobre la altura del eje principal y sobre los ejes laterales del follaje de las plantas en ninguno de los cultivares, y en ninguna de las dosis empleadas, a excepción del ancho de plantas del cv. P-76 con la sobredosis máxima de 300 g ha⁻¹.

En el cultivar industrial P-76 se produjo una baja significativa en el rendimiento y en el número de frutos planta⁻¹ con halosulfurón-metil aplicado en sobredosis de 150 y 300 g ha⁻¹. Sin embargo, el tratamiento con 75 g ha⁻¹ no presentó diferencias en número de frutos y rendimiento total con el testigo desmalezado manualmente. Tanto en este cultivar como en los cinco restantes, ninguna de

las dosis del herbicida produjo efectos adversos sobre el diámetro ecuatorial y polar de los frutos cosechados, en consecuencia la reducción de rendimiento del cv. P-76 puede ser atribuible a un menor número de frutos por planta.

Los cultivares para consumo fresco Cal Ace y XPH-12221, así como los híbridos de tipo industrial H-993, APT-127 y APT-410 no fueron afectados en el rendimiento total ni individual por planta. Tampoco se redujo la calidad de los frutos recolectados con las aplicaciones foliares de halosulfurón-metil en todas sus dosis.

De acuerdo a los valores de fitotoxicidad inicial sobre el follaje y de rendimiento individual y total de frutos en los diferentes cultivares, las plantas de tomate presentaron un alto grado de tolerancia a halosulfurón-metil cuando fue aplicado a la dosis normal de 75 g ha⁻¹ un mes después de trasplantadas.

LITERATURA CITADA

- Ackley, J.A., H.P. Wilson, and T.E. Hines. 1997. Rimsulfuron and metribuzin efficacy in transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Weed Technol.* 11:324-328.
- AFIPA. 1998. Manual Fitosanitario 1998-1999. 731 p. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G. (AFIPA), Santiago, Chile.
- ALAM. 1974. Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica. II Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Cali, Colombia. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas* p. 6-12.
- Apablaza E., P. 1994. Manejo de las malezas en el cultivo del tomate industrial (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con herbicidas de pre y postrasplante [pendimetalin; metribuzina; napropamida; trifluralina]. 83 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile.
- Casera U., W. 1997. Actividad de flazasulfuron aplicado en pre y post-trasplante en tomate industrial (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 65 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Díaz M., M., y R. García S. 1996. Control de malezas en tomate industrial trasplantado cv. Nema 1401. *Investigación Agrícola* 16:29-33.
- Gallaher, K., T.C. Mueller, R.M. Hayes, O. Schwartz, and M. Barrett. 1999. Absorption, translocation, and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signal grass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. *Weed Sci.* 47:8-12.
- García S., R. 1993. Alternativas de control de malezas en tomate industrial trasplantado. 53 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile.
- Gerwick, B.C., L.C. Mirles, and R.J. Eilers. 1993. Rapid diagnosis of ALS/AHAS resistant weeds. *Weed Technol.* 7:519-524.
- Green, J.M., and J.H. Green. 1993. Surfactant structure and concentration strongly affect rimsulfuron activity. *Weed Technol.* 7:633-640.
- E. Finol L., C. Medrano, W. Gutiérrez F., G. González, W. Martínez, J. Báez, B. Bracho, y B. Medina. 1999. Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron-metil, aplicado solo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 16:266-275.
- Hurtado P., S. 1993. Relación entre la selectividad de metribuzina en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y la luminosidad previa a su aplicación. 64 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile.

- Katayanagi, S., y H. Yoshida. 1996. Halosulfuron-methyl (NC 319). *Agrochemicals Japan* 69: 16-17.
- Kogan A., M., y D. Traverso. 1992. Manejo de las malezas en el cultivo de tomate industrial. p. 187-207. *Curso Avances en manejo de malezas en la producción agrícola y forestal*. Santiago, Chile. Noviembre, 1992. Pontificia Universidad Católica de Chile y Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Santiago, Chile.
- Little, T.M., and F.J. Hills. 1978. *Agricultural experimentation, design and analysis*. Chapter 11. p. 125-137. John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- Manley, B.S., K.K. Hatzios, and H.P. Wilson. 1999. Absorption, translocation, and metabolism of chlorimuron and nicosulfuron in imidazolinone-resistant and -susceptible smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*). *Weed Technol.* 13:759-764.
- Monsanto. 1997. MON 12000: Fate in plants and soils. p. 1-15. *In* MON 12000, Technical Information. Monsanto Co., St. Louis, Missouri, USA.
- Mullen, R.J., M. Rego, C. Cancilla, and J. Noriega. 2000. A postemergence yellow nutsedge control in transplanted tomatoes. 21 p. *Processing tomatoes in San Joaquin and Contra Costa Counties, 1999. Weed, disease and insect control trials*. Research Progress Report, University of California Cooperative Extension, California, USA.
- Ormeño N., J. 1997. Halosulfurón (Sempra 75% GD), nuevo herbicida sulfonilurea para el control selectivo de chufa (*Cyperus esculentus* y *C. rotundus*) en maíz (*Zea mays* L.). p. 84. XLVIII Congreso Agronómico, Arica, Chile, 25-28 noviembre de 1997 (Resumen). Sociedad Agronómica de Chile. Instituto de Agronomía, Universidad de Tarapacá.
- Owen, W.J. 1989. Metabolism of herbicides – detoxification as a basis of selectivity. p. 171-198. *In* A. D. Dodge (ed.) *Herbicides and Plant Metabolism*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Sherrik, S.L., A.P. Burkhalter, J.A. Cuarezma, and J.E. Mason. 1993. MON 12000 – a new herbicide for control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) in turfgrass. *Proc. South. Weed Sci. Soc.* 46:99.
- Schloss, J.V. 1990. Acetolactate synthase, mechanism of action and its herbicide binding site. *Pestic. Sci.* 29:283-292.
- Stall, W.M. 1999. Tolerance of bell pepper to rimsulfuron and halosulfuron. *Proc. South. Weed Sci. Soc.* 52: 83.
- Talbert, R.E., L.A. Schmidt, M.L. Lovelace, and E.F. Scherder. 2000. Field evaluation of herbicides on small fruit, vegetable, and ornamental crops, 1999. 22 p. AAES Research Series 472. Arkansas Agricultural Experimental Station, Fayetteville, Arkansas, USA.
- Traverso E., F. 1992. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al herbicida Metribuzina. 74 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile.
- Vencill, K.W., J.S. Richburgh III, J.W. Wilcut, and L.R. Hawf. 1995. Effect of MON 12037 on purple (*Cyperus rotundus*) and yellow (*Cyperus esculentus*) nutsedge. *Weed Technol.* 9:148-152.
- Webster, T.M., and H.D. Coble. 1997. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) management in corn (*Zea mays*) and cotton (*Gossypium hirsutum*) rotations. *Weed Technol.* 11:543-548.
- Wilson, H.P., D.W. Monks, T.E Hines, and R. J. Mills. 2001. Response of potato (*Solanum tuberosum*), tomato (*Lycopersicon esculentum*), and several weeds to ASC-67040 herbicide (fluazasulfuron). *Weed Technol.* 15:271-276.