

## NOTA TÉCNICA

TOXICIDAD DEL HERBICIDA NICOSULFURÓN EN ARROZ  
(*Oryza sativa* L.)<sup>1</sup>Valentín A. Esqueda <sup>2</sup>

## RESUMEN

**Toxicidad del herbicida nicosulfurón en arroz (*Oryza sativa* L.).** Se determinaron los efectos fitotóxicos del herbicida nicosulfurón al arroz cv. Milagro Filipino Depurado en condiciones de invernadero. Se evaluaron dos dosis de nicosulfurón (40 y 80 g/ha) y la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D (40 + 480 g/ha) y se incluyó un testigo sin herbicida. Los tratamientos se aplicaron a plantas de 3, 10, 17 y 24 días de emergidas (DDE). La toxicidad fue evaluada a los siete días de la aplicación (DDA) y se midió la altura de las plantas a los siete, 15 y 30 DDA. En esta última fecha también se estimó el rendimiento de materia seca. La mayor toxicidad fue ocasionada por la dosis de 80 g de nicosulfurón o la de 40 g en mezcla con 2,4-D, en plantas aplicadas a los tres y 10 DDE. A los siete y 15 DDA, la altura del arroz aplicado con cualquiera de los tratamientos herbicidas fue significativamente menor a la de las plantas testigo. A los 30 DDA, las plantas testigo todavía eran significativamente mayores que las plantas tratadas, a excepción de aquellas tratadas a los tres DDE con 40 g de nicosulfurón o con la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D, a los 10 DDE. Las plantas aplicadas con 40 g de nicosulfurón a los 10 DDE o después, tuvieron un peso seco estadísticamente semejante al de las plantas testigo, mientras que las plantas tratadas con 80 g de nicosulfurón fueron las que produjeron menor materia seca.

## ABSTRACT

**Toxicity of the nicosulfuron herbicide on rice (*Oryza sativa* L.)**. The toxic effects of the herbicide nicosulfuron to rice cv. Milagro Filipino Depurado were determined under greenhouse conditions. Nicosulfuron at 40 and 80 g/ha, the mixture of nicosulfuron + 2,4-D (40 + 480 g/ha) and a non-herbicide treatment were evaluated. Herbicide treatments were applied to plants 3, 10, 17 y 24 days after emergence (DAE). Toxicity was evaluated seven days after application (DAA) and plant height was measured at seven, 15 and 30 DAA; the plant's dry matter was also quantified at 30 DAA. The highest toxicity was observed in plants treated at three and 10 DAE with nicosulfuron at 80 g/ha and the mixture of nicosulfuron + 2,4-D. The height of rice plants applied with any of the herbicide treatments was significantly lower than that of the non-treated plants at seven and 15 DAA. The non-treated plants were still significantly taller than the treated plants at 30 DAA, except for those treated at three DAE with 40 g nicosulfuron or with the mixture nicosulfuron + 2,4-D, at 10 DAE. Plants applied with 40 g nicosulfuron at 10 DAE or later had dry matter productions statistically similar to that of non-treated plants, while plants treated with 80 g nicosulfuron produced the lowest dry matter.



## INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz es el principal productor de arroz en la república mexicana. Anualmente se siembran en este estado entre 25.000 y 30.000 ha con arroz de temporal, la mayoría de las cuales se encuentran localizadas en la Cuenca Baja del Río Papaloapan.

Las condiciones de alta humedad y temperatura, en que se desarrolla el arroz, favorecen la presencia de ele-

vadas poblaciones de un gran número de especies de malezas, destacando entre ellas las gramíneas anuales (González *et al*, 1983; Esqueda y Acosta, 1985). Para el control de las malezas, este cultivo depende completamente de la aplicación de herbicidas selectivos; en la mayoría de los casos son aplicadas mezclas de herbicidas postemergentes como el propanil y el 2,4-D (Esqueda y Acosta, 1985). Debido a que el propanil no tiene efecto residual ya que la maleza no tiene una emergencia uniforme, generalmente son necesarias dos

<sup>1</sup> Presentado en la XLV Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala 1999.

<sup>2</sup> Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. Apdo. postal 429, C. P. 91700 Veracruz, Ver. México.

aplicaciones de este herbicida para controlar la maleza (Esqueda, 1998a). La mezcla de propanil con 2,4-D, ofrece un buen control del espectro de malezas que infestan al arroz, cuando se aplica en épocas en que éstas son pequeñas (Almeyda, 1990; Ríos, 1990), sin embargo, debido a lo impredecible de las precipitaciones, en ocasiones las aplicaciones de herbicidas deben retrasarse por varios días, lo que ocasiona que las malezas tengan un mayor desarrollo y no sean controladas eficientemente (Esqueda, 1990).

En arroz, el control de zacates perennes o de zacates anuales que por su tamaño no son controlados por el propanil, se puede llevar a cabo mediante la aplicación postemergente de fenoxaprop-etil (Esqueda, 1998b). Este herbicida sistémico es selectivo al arroz, después de que este cultivo ha desarrollado al menos su cuarta hoja, y su efecto herbicida se reduce mucho cuando se aplica en mezcla con herbicidas del tipo hormonal como el 2,4-D (Dermoden y Fianza, 1994).

La búsqueda de nuevas opciones para el combate químico de zacates de difícil control con el propanil, ha llevado a la evaluación en el cultivo de arroz del nicosulfurón, un herbicida sistémico de aplicación postemergente, que en la actualidad se utiliza para el control de gramíneas anuales y perennes y algunas especies de maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz (Thomson, 1993; Camacho *et al.*, 1991).

Por observaciones preliminares, se sabe que algunas variedades de arroz tienen cierta tolerancia al nicosulfurón, sin embargo, es necesario determinar si la dosis aplicada o el estado de desarrollo del cultivo al momento de la aplicación, afectan la selectividad de este herbicida al arroz.

Por lo anterior, se condujo un experimento con el objetivo de determinar la toxicidad de dos dosis del herbicida nicosulfurón, aplicado en cuatro etapas de desarrollo de plantas de arroz de la variedad Milagro Filipino Depurado. Asimismo, se evaluó el efecto de la mezcla nicosulfurón + 2,4-D.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Cotaxtla (CECOT), localizado en el Mpio. de Medellín de Bravo, Ver., a una altura de 14 metros sobre el nivel del mar. Se sembró arroz de la variedad Milagro Filipino Depurado, en charolas de plástico de 23,5 cm de largo x 19 cm de ancho y 10 cm de profundidad, las cuales se llenaron con suelo de textura miga-

jón arcilloso, obtenido del lote E-7 del CECOT. Se trazaron cuatro surcos a lo ancho de cada charola, sobre los cuales se sembró "a chorrillo" el arroz; las semillas se cubrieron con tierra, quedando aproximadamente a 1 cm de profundidad.

El diseño experimental utilizado fue un factorial 4x4 con cuatro repeticiones y una distribución de charolas completamente al azar. Se evaluaron dos dosis de nicosulfurón (40 y 80 g/ha) y la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D (40 + 480 g/ha) y se incluyó un testigo sin herbicida. Los tratamientos se indican en el Cuadro 1. Se efectuaron siembras en cuatro fechas (29 de agosto, 5, 12 y 19 de septiembre de 1997), con el objeto de tener plantas en cuatro diferentes etapas de desarrollo al momento de la aplicación del nicosulfurón (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Tratamientos del experimento. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

No.	Herbicida	Dosis (g i. a./ha)	Epoca de aplicación
1	Nicosulfurón	40	3 DDE
2	Nicosulfurón	40	10 DDE
3	Nicosulfurón	40	17 DDE
4	Nicosulfurón	40	24 DDE
5	Nicosulfurón	80	3 DDE
6	Nicosulfurón	80	10 DDE
7	Nicosulfurón	80	17 DDE
8	Nicosulfurón	80	24 DDE
9	Nicosulfurón + 2,4-D	40 + 480	3 DDE
10	Nicosulfurón + 2,4-D	40 + 480	10 DDE
11	Nicosulfurón + 2,4-D	40 + 480	17 DDE
12	Nicosulfurón + 2,4-D	40 + 480	24 DDE
13	Testigo sin herbicida	-	-
14	Testigo sin herbicida	-	-
15	Testigo sin herbicida	-	-
16	Testigo sin herbicida	-	-

DDE= días después de la emergencia

El 26 de setiembre de 1997, se aplicaron los tratamientos herbicidas. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila equipada con una boquilla de abanico plano 8002, la cual fue calibrada para asperjar el equivalente a 200 litros de solución/ha.

El efecto del nicosulfurón sobre el arroz fue evaluado a los siete días después de la aplicación (DDA). Se evaluó visualmente, describiendo los síntomas de toxicidad observados en las plantas tratadas y se asignó un valor con base en la escala de cero-100%, en donde cero significó que las plantas no sufrieron ningún daño, y 100, que fueron eliminadas por completo. Se midió la

**Cuadro 2.** Estado de desarrollo de las plantas de arroz al momento de la aplicación de nicosulfurón. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Fecha de Siembra	Días de emergidas al momento de la aplicación	Altura (cm)	Número de Hojas
29/08/97	24	2,0 - 30,2 (25,87)	4 - 5 (4,50)
05/09/97	17	16,5 - 29,2 (22,95)	3 - 5 (3,90)
12/09/97	10	14,5 - 22,5 (18,12)	3 - 4 (3,05)
19/09/97	3	2,5 - 6,5 ( 4,05)	1 - 2 (1,55)

altura de cinco plantas seleccionadas al azar por tratamiento y repetición a los siete, 15 y 30 DDA. En esta última fecha, también se cosecharon cinco plantas al azar por charola y se cuantificó la producción de materia seca por planta en los distintos tratamientos.

Se efectuaron análisis de varianza de los datos experimentales de alturas y pesos secos y como prueba de separación de medias, se utilizó Tukey (0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las plantas de arroz en las que se aplicó el nicosulfurón solo o mezclado con 2,4-D, mostraron síntomas de toxicidad. Los síntomas consistieron en clorosis, necrosis, reducción en la altura y en el número de macollos por planta. La toxicidad fue más severa en las hojas expuestas al momento de la aplicación, las cuales mostraban “quemaduras” de forma irregular, que cubrían desde una pequeña parte, hasta casi la totalidad de estas hojas y cuyo color era entre amarillo y café oscuro. Algunas de las hojas que brotaron después de la aplicación de los herbicidas mostraban quemaduras en las puntas y/o los bordes.

Cuando se aplicó el nicosulfurón en dosis de 40 g/ha, la proporción del follaje del arroz que presentaba quemaduras varió entre 12,5 y 17,5%. Las plantas más afectadas, fueron las asperjadas a los 10 días de emergencia (DDE). Se observó un fuerte incremento en la toxicidad en las plantas asperjadas con la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D, a los tres DDE (27,5%) y en menor

proporción a los 10 DDE (25 %), mientras que en las plantas asperjadas a los 17 y 24 DDE la toxicidad ocasionada por esta mezcla fue semejante a la causada por 40 g/ha de nicosulfurón. En todas las épocas de aplicación, la toxicidad fue mayor en las plantas de arroz que fueron aplicadas con 80 g/ha de nicosulfurón, que en aquellas que se aplicaron con 40 g/ha de este herbicida. Sin embargo, la diferencia entre la toxicidad ocasionada entre 40 y 80 g/ha fue mucho mayor en las plantas que recibieron el tratamiento a los tres y 10 DDE, que en las que se aplicaron a los 17 y 24 DDE (Cuadro 3).

En la evaluación efectuada a los siete DDA, en todos los casos se observó que el nicosulfurón aplicado en sus dos dosis y en mezcla con 2,4-D, redujo significativamente la altura del arroz. El mayor efecto se tuvo en plántulas que fueron aplicadas a los tres DDE, en las que la reducción promedio de la altura de las plántulas tratadas fue del 71%, respecto a las plántulas testigo. En las plántulas aplicadas a los tres y 10 DDE, la reducción en altura fue semejante con todos los tratamientos herbicidas, pero aquellas aplicadas con la dosis de 80 g/ha de nicosulfurón a los 17 y 24 DDE, fueron significativamente menores que las tratadas con 40 g/ha de nicosulfurón, solo o en mezcla con 2,4-D (Cuadro 4).

A los 15 DDA, las plantas testigo, eran todavía significativamente más altas que las plantas tratadas con cualquiera de los tratamientos herbicidas, sin importar la etapa de desarrollo en que éstas fueron aplicadas. En esta época de evaluación, se observó que las plantas que recibieron la dosis de 80 g/ha de nicosulfurón, fueron significativamente menores que las tratadas con 40

**Cuadro 3.** Efecto del nicosulfurón en la toxicidad al arroz (% de follaje necrótico) a los DDA. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Tratamiento	Epoca de aplicación (DDE)			
	3	10	17	24
Nicosulfurón 40 g/ha	12,50	17,50	12,50	12,50
Nicosulfurón 80 g/ha	30,00	30,00	17,50	15,00
Nicosulfurón + 2,4-D 40 + 480 g/ha	27,50	25,00	12,50	12,50
Testigo sin herbicida	0,00	0,00	0,00	0,00

**Cuadro 4.** Efecto del nicosulfurón en la altura del arroz a los 7 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Tratamiento	Epoca de aplicación (DDE)			
	3	10	17	24
Nicosulfurón 40 g/ha	7,55 b	21,83 b	29,31 b	32,74 b
Nicosulfurón 80 g/ha	6,98 b	23,54 b	25,64 c	28,85 c
Nicosulfurón + 2,4-D 40 + 480 g/ha	7,03 b	23,07 b	26,30 c	32,47 b
Testigo sin herbicida	24,75 a	28,81 a	32,79 a	37,23 a
C.V.	3,85 %	7,84 %	4,19 %	2,99 %

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Las comparaciones son entre tratamientos por cada época de aplicación.

**Cuadro 5.** Efecto del nicosulfurón en la altura del arroz a los 15 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Tratamiento	Epoca de aplicación (DDE)			
	3	10	17	24
Nicosulfurón 40 g/ha	34,45 b	37,00 b	41,10 b	41,00 b
Nicosulfurón 80 g/ha	21,92 c	29,50 c	27,25 c	29,48 c
Nicosulfurón + 2,4-D 40 + 480 g/ha	16,17 c	37,75 b	36,20 bc	33,92 c
Testigo sin herbicida	45,25 a	46,95 a	53,33 a	58,10 a
C.V.	11,74 %	7,99 %	13,45 %	7,21 %

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Las comparaciones son entre tratamientos por cada época de aplicación.

g/ha. A su vez, el mayor efecto negativo en la altura del arroz de la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D fue en las plantas aplicadas a los tres y 24 DDE (Cuadro 5).

A los 30 DDA, las plantas testigo, todavía eran significativamente mayores que las plantas tratadas, a excepción de aquellas tratadas a los tres DDE con 40 g/ha de nicosulfurón o con la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D a los 10 DDE. Nuevamente se observó la tendencia de las plantas tratadas con 80 g/ha de nicosulfurón, de ser menores que las tratadas con 40 g/ha de este herbicida. No se observó diferencia significativa en la altura de las plantas tratadas con 40 g/ha de nicosulfurón y la altura de las tratadas con la mezcla de nicosulfurón + 2,4-D (Cuadro 6).

Las plantas testigo, tuvieron una producción de materia seca significativamente mayor, que las plantas aplicadas a los tres DDE, con cualquiera de los tratamientos herbicidas. A su vez, las plantas tratadas con 40 g/ha de nicosulfurón produjeron más materia seca que las tratadas con la mezcla de nicosulfurón con 2,4-D, y éstas a su vez, que las aplicadas con la dosis de 80 g/ha de nicosulfurón. La producción de materia seca de las plantas testigo, fue estadísticamente semejante a la de las plantas aplicadas con 40 g/ha de nicosulfurón, a los 10, 17 y 24 DDE. Al mezclar el nicosulfurón con el 2,4-D, se observó una reducción significativa en el peso seco de las plantas de arroz en tres de las cuatro etapas de desarrollo (tres, 17 y 24 DDE), con respecto a las plantas tratadas con 40 g/ha de nicosulfurón. En todos los

**Cuadro 6.** Efecto del nicosulfurón en la altura del arroz a los 30 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Tratamiento	Epoca de aplicación (DDE)			
	3	10	17	24
Nicosulfurón 40 g/ha	37,00 ab	41,50 b	45,25 b	47,25 b
Nicosulfurón 80 g/ha	30,88 b	20,25 c	26,00 c	29,80 c
Nicosulfurón + 2,4-D 40 + 480 g/ha	32,25 b	45,00 ab	42,90 b	37,15 bc
Testigo sin herbicida	45,50 a	52,25 a	60,50 a	59,00 a
C.V.	13,89 %	11,19 %	15,06 %	12,89 %

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Las comparaciones son entre tratamientos por cada época de aplicación.

**Cuadro 7.** Efecto del nicosulfurón en la producción de materia seca del arroz (g/planta) a los 30 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 1997.

Tratamiento	Epoca de aplicación (DDE)			
	3	10	17	24
Nicosulfurón 40 g/ha	1,38 b	2,30 ab	3,15 a	4,49 a
Nicosulfurón 80 g/ha	0,78 d	0,43 c	0,50 c	0,64 c
Nicosulfurón + 2,4-D 40 + 480 g/ha	1,03 c	1,92 b	1,40 b	3,00 b
Testigo sin herbicida	1,67 a	2,56 a	3,17 a	4,45 a
C.V.	6,62 %	11,05 %	6,91 %	7,09 %

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Las comparaciones son entre tratamientos por cada época de aplicación.

casos, las plantas tratadas con 80 g/ha de nicosulfurón, tuvieron una producción de materia seca significativamente menor que el resto de los tratamientos (Cuadro 7).

## CONCLUSIONES

La toxicidad al arroz, fue directamente proporcional a la dosis de nicosulfurón aplicada.

Los mayores daños tóxicos se produjeron cuando el nicosulfurón se aplicó a los tres y 10 DDE.

La adición de 2,4-D al nicosulfurón incrementó la toxicidad en las plantas aplicadas a los tres y 10 DDE.

El nicosulfurón redujo significativamente la altura de las plantas de arroz, aunque en algunos casos hubo una recuperación posterior.

El nicosulfurón a 80 g/ha o a 40 g/ha mezclado con 2,4-D, redujo la producción de materia seca de las plantas de arroz.

## LITERATURA CITADA

ALMEYDA, L. I. H. 1990. Control químico de maleza en arroz de temporal en Campeche. *In: Memorias del XI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Irapuato, Gto. México. p. 38.

CAMACHO, R. F.; MOSHER, L.; MORISHITA, D.; DEVLIN, D. 1991. Rhizome johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*) with primisulfuron and nicosulfuron. *Weed Technol.* 5:789-794.

DERNOEDEN, P. H.; FIDANZA, M. 1994. Fenoxaprop activity influenced by auxin-like herbicide application timing. *HortSci.* 29:1518-1519.

ESQUEDA, E. V. A. 1990. La maleza y su control en arroz de temporal en México. *Series Técnicas de ASOMECEMA* 1 (1): 12-16.

ESQUEDA, E. V. A. 1998a. Comportamiento de la mezcla de clomazone + propanil + 2,4-D en el control de malezas en arroz (*Oryza sativa* L.) en postemergencia temprana. *In: Memorias del XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Mexicali, B. C. México. p. 86-92.

ESQUEDA, E. V. A. 1998b. Efecto de dosis y épocas de aplicación del herbicida fenoxaprop-etil en arroz (*Oryza sativa* L.) de temporal. *In: Memorias del XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Mexicali, B. C. México. p. 81-85.

ESQUEDA, E. V. A ; ACOSTA, S. 1985. Daños y control de las malas hierbas en el cultivo de arroz de temporal en el centro del estado de Veracruz y norte de Oaxaca. México, D. F. SARH. INIA. Folleto de Investigación Núm. 65. 60 p.

GONZALEZ, J.; GARCIA, E.; PERDOMO, M. 1983. Important rice weeds in Latin America. *In: International Rice Research Institute and International Weed Science Society (eds.) Proceedings of the Conference on Weed Control in Rice*. Los Baños, Laguna Philippines. pp. 119-132

RÍOS, T. A. 1990. Evaluación de dosis y épocas de aplicación de herbicidas postemergentes en arroz. *In: Memorias del XI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Irapuato, Gto. México. p. 39.

THOMSON, W. T. 1993. *Agricultural Chemicals. Book II Herbicides*. Fresno, Thomson Publications. 310 p.