

Evaluación de nicosulfuron en el control de *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla* y *Aldama dentata* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) aplicado en tres diferentes estadios de desarrollo de las malezas

Evaluation of nicosulfuron in the control of *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla* and *Aldama dentata* in maize (*Zea Mays* L.) applied at three different weed growth stages

M. M. Hernández L¹, J. M. Arreaza¹, J. V. Lazo A²

Resumen

Para determinar la influencia del tamaño de las malezas sobre la eficacia de nicosulfuron utilizado solo o en mezcla con atrazina o bentazon en el control de *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla* y *Aldama dentata* en el cultivo de maíz, se estableció un ensayo en la parcela experimental de Agroisleña, municipio Los Guayos, estado Carabobo. Los resultados mostraron que nicosulfuron aplicado solo o en mezcla con atrazina o bentazon sobre plantas de *R. exaltata* de 2 a 4 hojas, proporcionó controles significativamente superiores a los obtenidos con las aplicaciones efectuadas sobre malezas mas desarrolladas. En relación a *E. heterophylla*, la aplicación de nicosulfuron solo o en mezcla sobre malezas de 2 a 8 hojas, se tradujo en excelentes controles en comparación con la aplicación mas tardía. En el caso de *A. dentata* se obtuvo que nicosulfuron utilizado solo presentó una baja actividad en el control en cualquiera de los estadios de aplicación evaluados, y fue necesaria la mezcla con atrazina o bentazon para incrementar significativamente el control.

Palabras clave: *Zea mays* L., nicosulfuron, malezas, *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla*, *Aldama dentata*, herbicidas.

Recibido el 19-11-2001 • Aceptado el 15-5-2002

1. ZENECA Venezuela S.A. Av. Las Delicias Centro Financiero BANVENEZ, nivel Terraza. Apdo. 2119, Maracay, Venezuela. e-mail: zenejm@telcel.net.ve

2. Instituto de Botánica, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579, Maracay, Venezuela.

Abstract

To determine the influence of *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla* and *Aldama dentata* growth stage on the activity of nicosulfuron applied alone or in mixtures with atrazine or bentazone, a trial was conducted at Agroisleña Research Station, Los Guayos county, Carabobo state. The results showed that nicosulfuron applied alone or in mixtures with atrazine or bentazone on *R. exaltata* plants at the 2 – 4 leaf growth stage, provided significantly better control in comparison with later applications. Nicosulfuron applied alone or in mixtures produced excellent control of *E. heterophylla* mainly when it was applied on plants at the 2 – 8 leaf growth stage. Nicosulfuron applied alone did not control *A. dentata* and it was necessary the addition of atrazine or bentazone to the mixture to increase weed control.

Key words: *Zea mays* L., nicosulfuron, weeds, *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla*, *Aldama dentata*, herbicides.

Introducción

El control químico de malezas en el cultivo de maíz, a través de la utilización de herbicidas, representa una de las prácticas agronómicas más necesaria de implementar a fin de lograr los más altos rendimientos dentro de la producción agrícola de este rubro (12). La efectividad de los herbicidas, y especialmente los aplicados en postemergencia, puede ser influenciada por diferentes factores como el volumen de aplicación, coadyuvantes, mezclas con otros herbicidas y el tamaño de las malezas al momento de la aplicación (6,9). La eficacia en el control de las malezas para herbicidas del grupo de las sulfonilureas incluyendo nicosulfuron, ha sido referida como dependiente del tamaño de las malezas al momento de la aplicación (8).

Mejía (10), reporta que el óptimo control de las malezas con nicosulfuron se obtuvo con aplicaciones sobre plantas poco desarrolladas, que

presenten de 2 a 4 hojas. En contraposición, Camacho *et al.* (5), Bhowmik *et al.* (2) y Bruce *et al.* (4), obtuvieron un significativo mejor control de *Sorghum halepense* y *Elytrigia repens* respectivamente con aplicaciones tardías de nicosulfuron, comparado con aquellas aspersiones tempranas o medias.

Mejía y Yépez (11), indican que la efectividad de nicosulfuron sobre un amplio espectro de malezas incluida *Rottboellia exaltata*, disminuyó a medida que las aplicaciones se efectuaron sobre malezas más desarrolladas. Forti y Gambino (7), destacan que nicosulfuron proporcionó el mejor control de *Echinochloa colonum* cuando fue aplicado sobre plantas de 2 a 4 hojas en comparación con aquellas que presentaban 6 hojas o más. La disminución en la eficacia de nicosulfuron en el control de malezas puede ser debida al resultado de una reducida absorción, limitada

movilización, incremento en el metabolismo o a una combinación de estos factores (3, 14).

El objetivo de la presente investigación fue establecer la

influencia del estado de desarrollo de *R. exaltata*, *E. heterophylla* y *A. dentata* sobre la eficacia de nicosulfuron en su control.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la parcela experimental de Agroisleña ubicada en el asentamiento El Olivo, municipio Los Guayos, estado Carabobo, durante los meses de Agosto – Noviembre de 1997. El suelo donde fue establecido el ensayo es de textura franca, con una pendiente menor al 1% y un pH de 8.2. Para la fertilización se utilizaron 200 kg/ha de fórmula completa 12-12-17/2 al momento de la siembra del cultivo y se reabonó 35 días más tarde con 100 kg/ha de úrea. Durante el desarrollo del ensayo se efectuaron oportunamente la práctica de control de plagas. Como material de siembra se utilizó el híbrido doble de maíz blanco Himeca 2000, el cual fue sembrado a una densidad de 66.666 plantas por hectárea.

Los tratamientos herbicidas evaluados fueron: nicosulfuron (30 g i.a./ha – 0.75 L/ha), nicosulfuron (30 g i.a./ha – 0.75 L/ha) + atrazina (500 g i.a./ha – 1.0 L/ha), nicosulfuron (30 g i.a./ha – 0.75 L/ha) + bentazon (960 g i.a./ha – 2.0 L/ha) y un testigo enmalezado. Estos tratamientos se aplicaron sobre una población mixta de malezas compuesta principalmente de paja peluda (*R. exaltata*), lecherito (*E. heterophylla*) y flor amarilla (*A. dentata*), en tres diferentes estadios de desarrollo(ED): 2 – 4 hojas (ED1 – 14 días después de la siembra), 6 – 8 hojas

(ED2 – 21 días después de la siembra), 10 hojas o más (ED3 – 28 días después de la siembra).

Para la aplicación de los tratamientos herbicidas se utilizó un equipo de presión constante a base de CO₂, dotado de boquillas de abanico 110-02, calibrado para aplicar 200 L/ha de la solución herbicida. El diseño experimental fue de parcelas divididas con distribución en bloques al azar y cuatro repeticiones. Cada subparcela estuvo constituida por cuatro hileras, separadas 0.75 m. y un largo de 7.0 m. La parcela principal estuvo formada por el estado de desarrollo de las malezas y las subparcelas por cada uno de los tratamientos herbicidas.

Durante el desarrollo del ensayo se evaluaron las siguientes variables:

a) Frecuencia de malezas: se identificaron las malezas presentes en el ensayo hasta especie y se determinó la frecuencia de aparición en el no tratado.

b) Índice de control visual de malezas: se estableció a los 21 días después de la aplicación de cada grupo de tratamientos. Las observaciones se hicieron utilizando la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) y modificada por Rodríguez (13).

c) Peso seco de malezas (g): a

los 45 días después de la siembra del cultivo, se lanzó un marco metálico de 0.3 m. x 0.3 m., tres veces en los dos hilos centrales de cada subparcela y se procedió a cortar a nivel del cuello las plantas de malezas presentes, separándolas por especie, para posteriormente llevarlas a una estufa por 72 horas y pesarlas.

d) Número de plantas de maíz dañadas y nivel de daño: a los 14 y 21 días después de la aplicación de cada grupo de tratamientos, se evaluaron 40 plantas de maíz en las dos hileras centrales de cada subparcela y se determinó el número de ellas afectadas por los tratamientos herbicidas y el nivel de daño. Para ello se utilizó la escala visual de ALAM, modificada por Rodríguez (13).

e) Peso seco de plantas de maíz (g): a los 50 días después de la siembra del cultivo, se tomaron 12 plantas de maíz en los dos hilos centrales de cada subparcela, se

cortaron a nivel del cuello y se colocaron en bolsas de papel, para luego enviarlas a estufa por 72 horas y pesarlas.

f) Rendimiento (kg/ha): a los 123 días después de la siembra del cultivo, se cosecharon las mazorcas presentes en el área efectiva de las dos hileras centrales de cada subparcela y una vez desgranadas se pesaron los granos y se determinó el rendimiento, al 12% de humedad.

A las variables índice de control visual y nivel de daño se les realizó un análisis no paramétrico a través de la prueba de Friedman y comparación de medias de los tratamientos, utilizando contrastes múltiples no paramétricos. A las variables de peso seco y rendimiento se les realizó un análisis de varianza y pruebas de amplitudes múltiples de Duncan al 5% de significación, previa comprobación de los supuestos básicos de la varianza.

Resultados y discusión

a) Frecuencia de malezas

Las malezas predominantes en el ensayo y su frecuencia de aparición fueron: *R. exaltata* con 100% de frecuencia, *E. heterophylla* con 94%, y *A. dentata* con 72%. La especie *Cyperus rotundus* presentó poca importancia en todos los muestreos realizados con apenas un 6% de frecuencia.

b) Índice de control visual de malezas

Los mas altos índices de control de *R. exaltata* (cuadro 1) fueron obtenidos con la aplicación de nicosulfuron sólo o en mezcla con

atrazina o bentazon sobre plantas que presentaban 2 a 4 hojas (ED1). Aplicaciones tardías sobre malezas de 6 ó más hojas (ED2 y ED3), se tradujeron en significativas disminuciones en el índice de control de esta especie gramínea, confirmando los resultados obtenidos por Mejía y Yépez (11).

En el caso de *E. heterophylla* (cuadro 1), las aplicaciones de nicosulfuron sólo o en mezcla en ED1 y ED2 produjeron significativamente mejor control que las aplicaciones efectuadas en ED3. La adición de atrazina a nicosulfuron incrementó

Cuadro 1. Índice de control visual de malezas a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Dosis g/ha	Índice de control											
		<i>Rottboellia exaltata</i>			<i>Euphorbia heterophylla</i>			<i>Aldama dentata</i>			Promedio		
		ED1 ^{1/}	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3
1. nicosulfuron	30	94a ^{2/}	70b	22c	97a	90ab	48d	70b	56c	0d	87a	72c	23e
2. nicosulfuron+atrazina	30+500	98a	77b	24c	100a	100a	81b	100a	72b	48c	99a	83bc	51d
3. nicosulfuron+bentazon	30+960	95a	59b	4d	99a	93a	65c	96a	80b	54c	97a	77b	41d
4. No tratado	-	0d	0d	0d	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0f	0f	0f
Promedio		96a	69b	17c	99a	94a	65b	89a	69b	34c	71a	58b	29c

1/ ED1= Estadío de desarrollo 1, ED2= Estadío de desarrollo 2, ED3= Estadío de desarrollo 3.

2/ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales entre si al 5% de significación, de acuerdo a la prueba de rango multiple de Duncan.

significativamente el control de *E. heterophylla* en ED3 en comparación con el tratamiento individual de nicosulfuron o su mezcla con bentazon. Mejía y Yépez (11) indican que nicosulfuron a dosis entre 15 y 60 g i.a./ha proporcionó un excelente control de *E. heterophylla*, la cual se encontraba en un estado de desarrollo de 2 a 6 hojas, lo que corresponde a ED1 y ED2 en el presente trabajo.

Con *A. dentata* (cuadro 1) existieron diferencias significativas entre los tratamientos a base de nicosulfuron en cualquiera de los estadios de desarrollo de las malezas evaluados. En todos los casos, nicosulfuron a 30 g i.a./ha proporcionó un insuficiente control de esta especie de hoja ancha. La mezcla de nicosulfuron con atrazina o bentazon incrementó significativamente el índice de control de la maleza, especialmente cuando las aplicaciones fueron realizadas en ED1. Similares resultados fueron reportados por Forti y Gambino (7), quienes señalan un notorio incremento en el índice de control de *A. dentata*, cuando atrazina o bentazon + MCPA (metil cloro fenoxi acético) fueron agregados a la mezcla con nicosulfuron.

c) Peso seco de malezas

La utilización de nicosulfuron sólo o en mezcla con atrazina o bentazon (cuadro 2), produjo las mayores reducciones en el peso seco de *R. exaltata* cuando las aplicaciones se efectuaron en ED1 en comparación con aplicaciones más tardías en ED2 y ED3, mientras que para *E. heterophylla* estas disminuciones en el peso seco se presentaron principalmente en ED1 y ED2. En el caso de *A. dentata*, fueron los tratamientos de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron +

bentazon las que produjeron las mayores reducciones en el peso seco, principalmente cuando se aplicaron en ED1. Nicosulfuron a 30 g i.a./ha ofreció una baja actividad sobre *A. dentata*, registrándose en cualquiera de los estadios evaluados valores de peso seco de la maleza significativamente altos.

La mezcla de atrazina o bentazon con nicosulfuron redujo significativamente el peso seco de *E. heterophylla* en las aplicaciones en ED3, en comparación con el tratamiento individual de la sulfonilurea, mientras que en *A. dentata* estas disminuciones se presentaron en los tres estadios; sin embargo, no tuvo ninguna influencia sobre *R. exaltata*. Los resultados del peso seco de malezas muestran estrecha relación con los obtenidos en los índices de control visual.

d) Número de plantas de maíz dañadas y nivel de daño

Ninguno de los tratamientos a base de nicosulfuron ocasionó daños a las plantas de maíz en cualquiera de los tres estadios de aplicación bajo estudio (datos no mostrados). Investigaciones previas han revelado la alta selectividad de nicosulfuron en híbridos dobles de maíz blanco (1, 11).

e) Peso seco de plantas de maíz

El peso seco de plantas de maíz (cuadro 3) presentó los valores más altos en las aplicaciones de nicosulfuron utilizado sólo o en mezcla con atrazina o bentazon en ED1. Aplicaciones en ED2 y ED3 se tradujeron en importantes reducciones en el peso seco de plantas de maíz, probablemente debido a la interferencia causada por las malezas no controladas. No existieron diferencias significativas entre los

Cuadro 2. Peso seco de malezas (g) en 1.08 m² a los 45 días después de la siembra

Tratamientos	Dosis g/ha	Peso seco											
		<i>Rottboellia exaltata</i>			<i>Euphorbia heterophylla</i>			<i>Aldama dentata</i>			Promedio		
		ED1 ^{1/}	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3	ED1	ED2	ED3
1. nicosulfuron	30	1,35a ²	3,51b	7,13c	0,1a	0,36a	4,24c	10,2c	16,9d	25,7e	3,88b	7,52bc	12,36d
2. nicosulfuron+atrazina	30+500	0,20a	4,56b	7,54c	0a	0a	2,09b	0a	5,04b	7,13b	0,07a	3,20b	5,59 bc
3. nicosulfuron+bentazon	30+960	1,51a	6,92b	9,08c	0a	0,34a	2,49b	0,08a	4,33b	13,2c	0,53a	3,86b	8,26c
4. No tratado	-	11,30d	13,70d	9,35c	6,83c	5,25c	8,31d	28,53ef	31,11f	37,5g	15,55de	16,69de	18,39e
Promedio		3,59a	7,62b	8,28b	1,73a	1,49a	4,28b	9,70a	14,34b	20,88c	5,01a	7,81b	11,15c

1/ ED1= Estadio de desarrollo 1, ED2= Estadio de desarrollo 2, ED3= Estadio de desarrollo 3.

2/ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales entre si al 5% de significación, de acuerdo a la prueba de rango multiple de Duncan.

Cuadro 3. Peso seco (g) de plantas de maíz a los 50 días después de la siembra del cultivo

Tratamientos	Dosis g/ha	Estadio de desarrollo			
		ED1 ^{1/}	ED2	ED3	Promedio
1. nicosulfuron	30	117,32a ^{2/}	93,56b	61,30cd	90,72a
2. nicosulfuron+atrazina	30+500	125,31a	90,01b	73,27c	96,19a
3. nicosulfuron+bentazon	30+960	119,49a	81,67bc	57,66d	86,27a
4. No tratado	-	40,11e	47,55e	42,81e	43,50b
Promedio		100,55a	78,19b	58,76c	

1/ ED1= Estadio de desarrollo 1, ED2= Estadio de desarrollo 2, ED3= Estadio de desarrollo 3.

2/ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales entre si al 5% de significación, de acuerdo a la prueba de rango multiple de Duncan

tratamientos herbicidas en cada uno de los estadios de aplicación, pero si entre estos y el testigo enmalezado. La utilización de los tratamientos herbicidas para el control de malezas produjo incrementos en el peso seco de plantas de maíz entre 98 y 121% en relación al testigo enmalezado. Forti y Gambino (7) señalan que la aplicación de nicosulfuron solo o en mezcla con atrazina o bentazon + MCPA sobre una población mixta de malezas en un estado de desarrollo de 8 hojas o mas, proporcionó un insuficiente control de las mismas, lo cual repercutió negativamente en variables como la altura y peso seco de plantas de maíz.

f) Rendimiento en granos de maíz

En el cuadro 4 se observa que los valores significativamente más altos del rendimiento en granos de maíz se

obtuvieron con las aplicaciones de herbicidas efectuadas en ED1, y los más bajos valores se registraron con las aplicaciones en ED3. No se registraron diferencias significativas en el rendimiento en granos de maíz entre los tratamientos herbicidas en cada estadio de aplicación, pero si entre estos y el testigo enmalezado, existiendo incrementos entre 2999 y 3263 kg/ha en el valor de la variable con la utilización de los herbicidas con relación al no tratado. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Forti y Gambino (7) y revelan que las aplicaciones tempranas de nicosulfuron solo o en mezclas con otros herbicidas, sobre malezas pequeñas, se traducen en adecuados controles, lo cual repercute favorablemente en el rendimiento en grano de maíz.

Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha) en granos de maíz

Tratamientos	Dosis g/ha	Rendimiento (kg/ha)			
		ED1 ^{1/}	ED2	ED3	Promedio
1. nicosulfuron	30	5127a ²	4188b	2125c	3813a
2. nicosulfuron+atrazina	30+500	5503a	4026b	2579c	4036a
3. nicosulfuron+bentazon	30+960	5090a	3885b	2341c	3772a
4. No tratado	-	725d	773d	821d	773b
Promedio		5240a	4033b	2348c	

1/ ED1= Estadio de desarrollo 1, ED2= Estadio de desarrollo 2, ED3= Estadio de desarrollo 3.

2/ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales entre si al 5% de significación, de acuerdo a la prueba de rango multiple de Duncan.

Conclusiones

Nicosulfuron utilizado solo o en mezcla con atrazina o bentazon proporcionó un efectivo control de *R. exaltata* cuando se aplicó sobre plantas que presentaban de 2 a 4 hojas (ED1). Aplicaciones sobre plantas de *R. exaltata* en ED2 y ED3 se tradujeron en significativas disminuciones en el control.

Los tratamientos a base de nicosulfuron produjeron un excelente control de *E. heterophylla* cuando fueron aplicados en ED1 y ED2, mientras que con Aldama dentata se obtuvo un significativo regular control con los tratamientos de nicosulfuron, cuando las aplicaciones se realizaron en ED1. La adición de atrazina o

bentazon a la mezcla con 30 g i.a./ha de nicosulfuron incrementó significativamente el control de *A. dentata* en comparación con el tratamiento individual de la sulfonilurea, principalmente en ED1.

Los mas altos valores de peso seco de plantas y rendimiento en granos de maíz fueron obtenidos en los tratamientos a base de nicosulfuron aplicados en ED1. La utilización de nicosulfuron solo o en mezcla con atrazina o bentazon produjo incrementos significativos de 98% o más en el peso seco de plantas de maíz y de 393% o más en el valor de rendimiento con relación al testigo enmalezado.

Literatura citada

1. Albarracin, M. y A. Alarze. 1990. Evaluación de la selectividad y el control de malezas en maíz (*Zea mays* L.) de los herbicidas DPX-79906 y DPX-V9360 (Accent). Memorias de las VI Jornadas Técnicas en Biología y Combate de Malezas. San Cristóbal. estado Tachira. Venezuela. p. 27.
2. Bhowmik, P., B. O'Toole y J. Andaloro. 1992. Effects of nicosulfuron on quackgrass (*Elytrigia repens*) control in corn (*Zea mays* L.). Weed Technology. 6: 52-56.
3. Bruce, J. A., J. B. Carey. D. Penner y J. J. Kells. 1996. Effect of growth stage and environment on foliar absorption, traslocation, metabolism and activity of nicosulfuron in quackgrass (*Elytrigia repens*). Weed Science. 44: 447-454.
4. Bruce J. A. y J. J. Kells. 1997. Quackgrass (*Elytrigia repens*) control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron and primisulfuron. Weed Technology. Vol. 11: 373-378.
5. Camacho, R. F., L. J. Moshier, D. W. Morishita y D.C. Devlin. 1991. Rhizome johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays* L.) with primisulfuron and nicosulfuron. Weed Science. 5: 789-794.
6. Damalas, C. A. y I. G. Eleftherohorinos. 2001. Dicamba and atrazina antagonism on sulfonyleurea herbicides used for Johnson grass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*). Weed Technology. 15: 62-67.
7. Forti, R. y P. G. Gambino. 1995. Evaluación del momento de aplicación de nicosulfuron (4% SC) para el control de malezas y la selectividad en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), utilizado sólo y en mezclas con cuatro herbicidas. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Maracay, Estado Aragua. Venezuela. 132 p.
8. Foy, C. L. y H. L. Witt. 1990. Johnsongrass control with DPX-V9360 and CGA-138672 in corn (*Zea mays* L.) in Virginia. Weed Technology. 4: 615-619.
9. Lee, S. D. y L. R. Oliver. 1982. Efficacy of acifluorfen on broadleaf weeds. Times and methods for application. Weed Science. 30: 520-526.
10. Mejía, J.R. 1993. Control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Introducción a la fisiología de herbicidas y al control de malezas en Venezuela. Coordinación de Extensión Agrícola. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, estado Aragua. Venezuela. p. 128.
11. Mejía, J. R., y G. A. Yépez. 1993. Evaluación de la eficacia en el control de malezas y la selectividad en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) de SL-950 (nicosulfuron). Memorias VII Jornadas Técnicas en Biología y Combate de Malezas. Barquisimeto, estado Lara. Venezuela. p. 32.
12. Mejía, J. R., y M. M. Hernández. 2000. Control de Malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Memorias del VII Curso sobre producción de maíz. Asoportuguesa – Fonaiaip. Araure, estado Portuguesa. Venezuela. p. 201-213.
13. Rodríguez, E. 1980. Sistemas de evaluación de la investigación en el campo de control de malezas. Material didáctico del Curso sobre Control de Malezas en Venezuela. Maracay, estado Aragua. Venezuela. p. 1-11.
14. Shaner, D.L. y P. A. Robson. 1985. Absortion, translocation and metabolism of AC 252.214 in soybean (*Glycine max*), common cocklebur (*Xanthium strumarium*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science. 33: 469-471.