

EVALUACIÓN DEL HERBICIDA HALOSULFURON-METIL PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Luis Suárez¹, Alvaro Anzalone¹ y Orlando Moreno²

RESUMEN

Con el fin de evaluar la eficacia del herbicida halosulfuron-metil en el control de malezas y la selectividad en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), se realizó un ensayo en la estación experimental de Agua Blanca del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes dosis del herbicida (0, 15, 30, 45 y 60 g i.a. \cdot ha⁻¹) aplicados en el cultivo de arroz 26 días después de la siembra. Se evaluó el daño al cultivo, porcentaje de pérdidas, número de macollas por planta, altura de las plantas, número de granos de arroz por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento de arroz paddy, así como el porcentaje de control de especies de malezas y su cobertura total en el suelo. Las dosis evaluadas del herbicida no causaron ningún síntoma fitotóxico al cultivo. Se detectó un mayor crecimiento en algunas variables del cultivo, especialmente la altura de planta y número de macollas. La dosis de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ produjo el mayor control (superior al 90 %) de las malezas ciperáceas además de proporcionar un buen control (superior al 80 %) de las malezas *Ludwigia* sp. e *Ischaemum rugosum*. Algunas especies se mostraron tolerantes al herbicida, tales como las gramíneas *Leptochloa virgata* y *Echinochloa colona*.

Palabras clave adicionales: Ciperáceas, sulfonilureas

ABSTRACT

Evaluation of halosulfuron-methyl herbicide for weed control in rice (*Oryza sativa* L.)

With the purpose of evaluating the efficiency of weed control and selectivity for rice (*Oryza sativa* L.) of the herbicide halosulfuron-methyl, a study was performed at the Agua Blanca's Experimental Station of the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela. The trial was conducted in a randomized block design with five treatments and four repetitions. The treatments consisted in different doses of the herbicide (0, 15, 30, 45 y 60 g a.i. \cdot ha⁻¹) applied to rice crop 26 days after sowing. It was evaluated crop damage, number of crown per plant, plant height, percentage of plant loss, number of rice grains per panicle, weight of 1000 grains, and yield of paddy rice, along with percentage of control of weed species and weed soil coverage. The evaluated doses of the herbicide did not cause any phytotoxic symptoms to the crop. It was detected a larger growth of the crop, specially the variables plant height and number of crowns. The dosage of 60 g a.i. \cdot ha⁻¹ produced the best cyperaceae weed control (greater than 90 %), besides providing a good control (greater than 80 %) of the weeds *Ludwigia* sp. and *Ischaemum rugosum*. Some species showed to be tolerant to the herbicide, such as the grammieas *Leptochloa virgata* and *Echinochloa colona*.

Additional key words: Cyperaceae, sulfonilureas

INTRODUCCIÓN

Las malezas se encuentran entre los factores más limitantes en la producción de arroz, ya que causan daños directos e indirectos al cultivo por la competencia de luz, agua y nutrientes. Pueden disminuir la calidad de cosecha y ser hospederas

de insectos-plaga y enfermedades que producen compuestos alelopáticos que afectan el crecimiento normal del cultivo. Se estima que el impacto por daños y control de malezas se ubica entre 15 y 20 % del costo total de producción (Pinto et al., 2000).

González (1985) señala que el grupo de

Recibido: Marzo 18, 2004

Aceptado: Diciembre 3, 2004

¹ Dpto. de Fitotecnia, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: aanzalone@ucla.edu.ve

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA-CIAE Portuguesa. Araure, estado Portuguesa. Venezuela. e-mail: omoreno@inia.gov.ve

malezas más importantes a nivel mundial en el cultivo del arroz son las gramíneas y dentro de este grupo, *Echinochloa colona*, *Echinochloa crusgalli*, *Ischaemum rugosum* y *Leptochloa* spp. A este grupo de especies hay que agregar las formas no comerciales de *Oryza sativa* (arroz negro o rojo). El segundo grupo de malezas, en orden de importancia, son las ciperáceas y dentro de éste destacan *Cyperus esculentus*, *Cyperus ferax*, *Cyperus iria* y *Fimbristilis* sp. Estas especies son importantes ya que son difíciles de controlar y causan severos daños al cultivo (Pinto et al., 2000).

Existen una gran variedad de herbicidas utilizados para el control de malezas en el cultivo de arroz. Entre los herbicidas de introducción reciente que inhiben la síntesis de proteínas a través de la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa se encuentra el halosulfuron-metil, una sulfonilúrea que es absorbida a través del sistema radical y de la parte aérea de la planta, y se transloca con facilidad dentro de la misma (Mejía, 2000). Es un herbicida selectivo y ha sido evaluado para el control de malezas en cultivos como pepino (Webster et al., 2003), tomate (Finol et al., 1999), papa (Grichar et al., 2003), pimentón (Gutiérrez et al., 2002) y césped (Fry et al., 1995; Nishimoto et al., 1997; Blum et al., 2000). Las direcciones técnicas de uso del herbicida en arroz indican que durante un ciclo del cultivo la dosis no debe exceder a 70 g de i.a.ha⁻¹. Solano (1989) señala que la selectividad de las sulfonilúreas está basada en la rápida metabolización por los cultivos. En el caso del halosulfuron-metil, la selectividad hacia el arroz se produce por la capacidad del cultivo para producir una O-demetilación del anillo de piridina, la ruptura del enlace úrea de la molécula y una hidrólisis del metil éster en el anillo pirazol (Usui, 2001).

La capacidad de control de las malezas ciperáceas es una de las características más resaltantes del halosulfuron-metil. Ensayos realizados por Blum et al. (2000), Briceno (2001), Nelson y Renner (2002) y McElroy et al. (2004), confirman el potencial de este herbicida para el control de ciperáceas, en especial las especies *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus* y *Killinga* spp. Cuando se usan dosis bajas de este producto sólo se controlan especies ciperáceas y cuando se usan dosis más altas se controlan malezas de otros grupos. Estas características hacen interesante el

uso de este herbicida en el arroz, donde las ciperáceas son un grupo importante de malezas.

En Venezuela son escasas las investigaciones sobre el control químico de malezas con halosulfuron-metil en el cultivo del arroz y el efecto de su uso sobre el rendimiento del cultivo. El conocimiento del desempeño de este herbicida para el control de malezas en el arroz, en especial de las especies ciperáceas, puede brindar una alternativa para el manejo de este problemático grupo de malezas del arroz. Por ello, el objetivo de este trabajo fue la evaluación de diferentes dosis del herbicida halosulfuron-metil para el control de malezas en el cultivo del arroz bajo condiciones de inundación, forma de siembra tradicional del cultivo en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue llevado a cabo durante el período no lluvioso en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicada en Agua Blanca, estado Portuguesa, Venezuela. La estación está ubicada a 9°36' N y 200 msnm. Se encuentra en una zona de vida de bosque seco tropical, según Holdridge.

La precipitación anual es de 1677 mm, temperaturas de 32,1-22,4 °C (max-min), humedad relativa de 86-65 % (max-min) y radiación de 474 cal·cm⁻²·día⁻¹.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones con parcelas experimentales de 15 m². Los tratamientos consistieron en las siguientes dosis del herbicida halosulfuron-metil: 0, 15, 30, 45 ó 60 g i.a.ha⁻¹. La fuente utilizada fue el producto comercial Sempra formulado como gránulos dispersables en agua a una concentración del 75 % p/p de halosulfuron-metil.

Inicialmente se realizó un inventario general y se determinaron los parámetros poblacionales básicos (frecuencia, dominancia y densidad) de las malezas presentes en el área del ensayo. Para ello se utilizó una cuadrata de 0,5 m x 0,5 m lanzada cinco veces en forma aleatoria en el área del ensayo. Los datos obtenidos se presentan en el Cuadro 1.

Luego de la preparación del terreno, donde se utilizó el sistema de batido de barro (típico para la zona) se procedió a realizar la siembra del cultivo; para esto se utilizó semilla de arroz de la línea

experimental del INIA-Araure, PN99A003 (actualmente variedad Venezuela 21). La cantidad de semilla sembrada fue equivalente a 160 kg·ha⁻¹. La siembra se realizó con semilla seca al voleo en parcelas inundadas las cuales fueron drenadas 24

horas después de la siembra.

La primera fertilización se realizó a los 14 días después de la siembra (dds) con la fórmula 12-24-12, a razón de 300 kg·ha⁻¹. Se realizaron reabonados con úrea a los 40, 56 y 70 dds.

Cuadro 1. Frecuencia, dominancia y densidad de las malezas presentes en el área del ensayo

Nombre vulgar	Nombre científico	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	Densidad (plantas·m ⁻²)
Ciperáceas				
Corocillo	<i>Cyperus rotundus</i>	80	2,83	26,40
Cortadera	<i>Cyperus ferax</i>	80	4,81	44,80
Pelo de indio	<i>Fimbristylis</i> sp.	100	16,58	154,40
Corocillo	<i>Cyperus iria</i>	100	5,58	52,00
Coquito	<i>Cyperus esculentus</i>	60	3,78	35,20
Gramíneas				
Paja americana	<i>Echinochloa colona</i>	100	9,10	84,80
Paja rugosa	<i>Ischaemum rugosum</i>	100	7,90	73,60
Cola de zorro	<i>Leptochloa virgata</i>	80	4,72	44,00
Paja peluda	<i>Rottboellia exaltata</i>	60	3,00	28,00
Falso Johnson	<i>Sorghum verticilliflorum</i>	60	2,06	19,20
Pasto Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	80	2,58	24,00
Pasto Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	100	9,53	88,80
Hojas anchas				
Clavel de pozo	<i>Ludwigia</i> sp.	100	6,36	59,20
Botón blanco	<i>Eclipta alba</i>	100	5,58	52,00
Caperonia	<i>Caperonia palustri</i>	60	2,66	24,80
Árbol de navidad	<i>Ammania latifolia</i>	80	2,75	25,60
Piñita	<i>Murdania nudiflora</i>	100	6,18	57,60
Espadilla	<i>Corchorum orinocensis</i>	40	0,26	2,40
Bemba de negro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	20	0,26	2,40
Lecherito	<i>Euphorbia hirta</i>	40	0,26	2,40
Tamarindillo	<i>Aeschynomene</i> sp.	40	0,43	4,00
Frijolillo	<i>Phaseolus litorales</i>	40	0,94	8,80
Pega-pega	<i>Desmodium tortuosum</i>	40	0,51	4,80

Antes de la aplicación de los tratamientos se colocaron marcos metálicos de 0,25 m² en cada parcela experimental y que estuvieron fijos durante el ensayo. Se realizó la evaluación cuantitativa del número de plantas malezas y del cultivo en cada parcela. El herbicida se aplicó en post-emergencia temprana (26 dds) con una asperjadora de espalda manual con boquilla en abanico, calibrada para descargar 400 L·ha⁻¹ cuando el cultivo de arroz presentó 3 a 5 hojas. En este momento la mayoría de las malezas tenían 2 a 4 hojas.

La evaluación de la selectividad del halosulfuron-metil al cultivo se realizó cualitativa y cuantitativamente. La evaluación cualitativa se realizó semanalmente a través del uso de la escala de daño al cultivo propuesta por la Asociación

Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974). Esta evaluación se hizo de forma general en cada parcela, comparándolas con el control del bloque respectivo (donde no se aplicó el herbicida). Para la evaluación cuantitativa se consideró un grupo de variables, divididas en dos períodos. En el período vegetativo del cultivo se evaluó el número de plantas de arroz vivas semanalmente, para así calcular el porcentaje de pérdidas de plantas de arroz a su número previo a la aplicación del producto; el número de macollas por plantas, contadas dentro de los marcos fijos en cada parcela, y la altura de planta (promedio de 10 plantas por parcela tomadas al azar). En el período reproductivo se evaluaron los siguientes parámetros de rendimiento: granos por panículas (en 40 panículas por parcela tomadas al azar),

peso de 1000 granos y rendimiento de arroz paddy en kg por parcela al 12 % de humedad.

La evaluación del tratamiento control de malezas también se realizó cualitativa y cuantitativamente. Para la evaluación cualitativa se utilizó la escala de porcentaje de control de malezas (ALAM, 1974) realizando comparaciones visuales con la parcela control de bloque y separando las malezas por grupos y especies. También se evaluó el porcentaje del suelo cubierto por grupos de malezas. La evaluación cuantitativa se hizo a través del conteo de las malezas, controladas o no por el herbicida, presentes en los diferentes marcos fijos en cada una de las parcelas y su comparación con el número de plantas presentes antes de la aplicación del herbicida. Las especies evaluadas fueron *Cyperus rotundus*, *Cyperus ferax*, *Fimbristylis* sp., *Cyperus iria* y *Cyperus esculentus* para el caso de las cyeráceas y *Ludwigia* sp., *Ischaemum rugosum*, *Leptochloa virgata*, *Echinochloa colona*, *Eclipta alba*, *Caperonia palustri* y *Phyllanthus niruri* entre las especies de otros grupos, ya que éstas son especies de importancia en el cultivo y se encontraban en el área bajo estudio.

Los datos obtenidos fueron analizados a través del programa estadístico Statistix V.1.0. Se comprobó el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza; para ello se utilizaron las pruebas de Wilk-Sapiro (normalidad del error), de Bartlett (homogeneidad de las varianzas) y de Tukey (aditividad de los efectos). En las variables donde no se cumplía alguno de los supuestos para el análisis de varianza se realizó la prueba de Friedman para datos no paramétricos, al igual en las variables de tipo cualitativas.

RESULTADOS

Selectividad del herbicida sobre el cultivo de arroz

Daño al cultivo

Aparentemente, el halosulfuron-metil no ocasionó daños al cultivo del arroz con las dosis evaluadas, ya que las plantas no mostraron síntomas visuales en comparación con el control. Sin embargo, a los 21 días después de la aplicación (dda) se notó cierta clorosis en algunas plantas del ensayo que inicialmente fueron clasificadas como 1 y 2 según la escala de grado de daño utilizada. Una vez realizada la aplicación

del primer reabono, la clorosis desapareció, lo que hace suponer que la misma fue ocasionada por una deficiencia de nutrientes y no por daños causados por el herbicida.

Pérdidas de plantas

A los 28 y 49 dda hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2). A los 28 dda el mayor número de plantas perdidas ocurrió en el tratamiento control, mientras que el menor número se produjo con el tratamiento de la mayor dosis del herbicida (60 g·ha⁻¹). A los 49 dda el tratamiento control presentó la mayor pérdida de plantas y todos los tratamientos con herbicida quedaron ubicados dentro de un mismo grupo estadístico, aunque las pérdidas tendieron a disminuir con las mayores dosis del producto. La pérdida de plantas en el tratamiento control se puede atribuir al efecto de competencia y posibles alelopatías que habrían producido las malezas no controladas sobre el cultivo. Adicionalmente, los resultados indican que el uso del halosulfuron-metil no causó pérdidas netas de plantas de arroz.

Cuadro 2. Pérdida (%) de plantas de arroz en dos momentos después de la aplicación de diferentes dosis de halosulfuron-metil

Tratamiento (g i.a·ha ⁻¹)	28 dda	49 dda
0 (Control)	16,75 a	31,00 a
15	13,75 ab	23,75 b
30	11,75 ab	21,25 b
45	11,25 ab	19,75 b
60	10,75 b	23,00 b

dda = días después de la aplicación del tratamiento
Prueba de medias según Tukey (P≤0,05)

Número de macollas por planta

A los 23 y 44 dda hubo diferencias estadísticas entre tratamientos. Se observa que el tratamiento control produjo el menor número de macollas por planta en ambas fechas (Cuadro 3). Así mismo, el tratamiento de 45 g i.a·ha⁻¹ fue el que produjo el mayor valor seguido de los tratamientos 60, 30 y 15 g i.a·ha⁻¹, respectivamente.

Altura de planta

A los 28 y 56 dda hubo diferencias significativas entre los tratamientos (P≤0,01) en cuanto a la altura de plantas de arroz (Cuadro 3).

El tratamiento de 45 g i.a. \cdot ha⁻¹ fue el que produjo el mayor valor a los 28 dda mientras que a los 56 dda no hubo diferencias para las distintas dosis del herbicida. El tratamiento control fue siempre inferior al resto de los tratamientos.

Cuadro 3. Número de macollas y altura de plantas de arroz en dos momentos luego de la aplicación de diferentes dosis de halosulfuron-metil

Tratamiento (g i.a. \cdot ha ⁻¹)	Número de macollas		Altura (cm)	
	23 dda	44 dda	28 dda	56 dda
Control (0)	2,75 b	3,30 b	54,03 c	76,18 b
15	3,00 ab	4,43 a	61,10 b	87,13 a
30	3,00 ab	4,20 a	61,23 b	87,20 a
45	3,03 a	4,48 a	63,53 a	90,68 a
60	3,03 a	4,48 a	62,65 ab	89,45 a

dda = días después de la aplicación del tratamiento
Prueba de medias según Tukey (P \leq 0,05)

Promedio de granos de arroz por panícula y peso de 1000 granos de arroz

Para el número de granos por panícula y el peso promedio del grano, el tratamiento control fue inferior (P \leq 0,01) al resto de los tratamientos (Cuadro 4), los cuales quedaron ubicados dentro de un mismo grupo estadístico.

Cuadro 4. Valores de granos por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento en grano para diferentes dosis de halosulfuron-metil

Tratamiento (g i.a. \cdot ha ⁻¹)	Granos por panícula	Peso de 1000 granos	Rendimiento (kg \cdot parcela ⁻¹)
Control (0)	75,71 b	27,70 b	6,95 a
15	91,23 a	29,20 a	7,99 a
30	92,75 a	29,46 a	8,12 a
45	96,23 a	29,71 a	8,51 a
60	94,40 a	29,47 a	7,90 a

Prueba de media según Tukey (P \leq 0,05)

Rendimiento de arroz paddy

Esta variable no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. A pesar de ello, se observó cierta tendencia en los rendimientos obtenidos, observándose que el tratamiento de 45 g i.a. \cdot ha⁻¹ presentó un promedio de 8,51 kg por parcela mientras que en el tratamiento control el valor fue de 6,95 kg por parcela (Cuadro 4). Es probable que la presencia de especies malezas que no fueron controladas por el herbicida no permitiera la diferenciación

estadística de los grupos, en especial por efecto de algunas gramíneas que fueron pobremente controladas y al final del ensayo crearon una fuerte interferencia en todas las parcelas.

Evaluación del control de malezas

Cyperus rotundus

A los 7 dda no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el control de *C. rotundus* (datos no mostrados); sin embargo, a los 14 dda hubo diferencias (P \leq 0,05) entre los tratamientos. Los rangos promedios para esta fecha señalan que el tratamiento de 45 g i.a. \cdot ha⁻¹ fue el que resultó en un mayor control (96%), seguido de los tratamientos 60, 30 y 15 g i.a. \cdot ha⁻¹; este último tratamiento fue el que obtuvo el menor rango promedio, con 35 % de control (Cuadro 5). La prueba de Friedman para esta variable a los 21 dda mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y todos presentaron un 100% de control; esto se atribuye a que a partir de los 17 dda se mantuvo una lámina de agua constante en las parcelas, lo que contribuyó al control de esta especie.

Cuadro 5. Control (%) de *Cyperus rotundus* y *Cyperus iria* ante diferentes dosis del herbicida halosulfuron-metil

Tratamiento (g i.a. \cdot ha ⁻¹)	<i>C. rotundus</i>	<i>C. iria</i>
	14 dda	28 dda
15	34,58	32,48
30	81,15	67,65
45	96,43	89,51
60	89,17	100,00

dda = días después de la aplicación del tratamiento
Prueba de Friedman

Cyperus iria

Se detectaron diferencias altamente significativas (P \leq 0,01) entre los tratamientos para las fechas de 14, 21, 28 y 49 dda. En el Cuadro 5 se presentan los resultados para 28 dda, tiempo considerado como bien representativo para medir la eficiencia de control en herbicidas translocables. En todas las fechas el tratamiento de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ logró el mayor rango promedio, seguido de los tratamientos de 45, 30 y 15 g i.a. \cdot ha⁻¹, siendo este último el que siempre presentó el menor control.

***Fimbristylis* sp.**

A los 21 y 49 dda el tratamiento de 60 g i.a.·ha⁻¹ produjo el mayor control de *Fimbristylis* sp. (Cuadro 6), logrando excluir casi la totalidad de esta maleza (98,75 y 97,25 %, respectivamente). Estos valores fueron decreciendo paulatinamente al disminuir las dosis del herbicida.

Cuadro 6. Control (%) de *Fimbristylis* sp. ante diferentes dosis de halosulfuron-metil

Tratamiento (g i.a.·ha ⁻¹)	Control (%)	
	21 dda	49 dda
15	17,50 d	19,25 c
30	50,75 c	72,25 b
45	78,50 b	87,00 a
60	98,75 a	97,25 a

dda = días después de la aplicación del herbicida
Prueba de medias según Tukey (P≤0,05).

Cyperus ferax* y *Cyperus esculentus

Durante las evaluaciones se determinó una baja frecuencia de *C. ferax* y *C. esculentus* por lo que los resultados para estas especies no fueron analizados estadísticamente. Los promedios para las fechas de 28 y 49 dda muestran que la dosis de 60 g i.a.·ha⁻¹ presentaron el mayor control de estas malezas (Figuras 1 y 2). Cabe señalar que a los 49 dda, el porcentaje de control comenzó a disminuir para todos los tratamientos (con excepción de la dosis de 60 g i.a.·ha⁻¹, que a los 49 dda aún mantuvo control total de *C. esculentus*) lo que se atribuyó a una nueva brotación de la maleza.

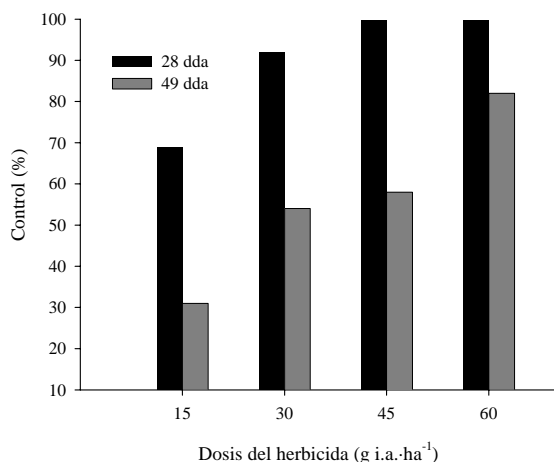


Figura 1. Control de *Cyperus ferax* por halosulfuron-metil en dos momentos después de la aplicación del herbicida

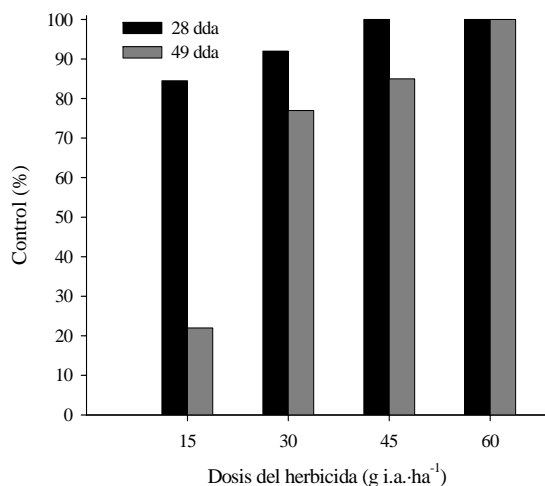


Figura 2. Control de *Cyperus esculentus* por halosulfuron-metil en dos momentos después de la aplicación del herbicida

Ludwigia* sp. e *Ischaemum rugosum

La prueba de Friedman detectó diferencias significativas (P≤0,01) entre los tratamientos para el control de *Ludwigia* sp. e *Ischaemum rugosum*. La dosis de 60 en g i.a. ha⁻¹ produjo el mayor porcentaje de control (Cuadro 7). Este control decreció a medida que disminuyeron las dosis del herbicida aunque las dosis más altas (45 y 60 i.a.·ha⁻¹) lograron excluir eficientemente a ambas especies.

Cuadro 7. Control (%) de *Ludwigia* sp. e *Ischaemum rugosum* por diferentes dosis de halosulfuron-metil a los 28 dda

Tratamiento (g i.a.·ha ⁻¹)	<i>Ludwigia</i> sp.	<i>Ischaemum rugosum</i>
15	53,29	0,00
30	79,03	36,88
45	93,57	95,00
60	100,00	100,00

Especies no controladas

Las malezas hoja ancha que no fueron controladas por las dosis evaluadas del herbicida fueron el árbol de navidad (*Ammania latifolia*), botoncillo (*Eclipsa alba*), caperonia (*Caperonia palustris*), flor escondida (*Phyllanthus niruri*). Las gramíneas no controladas y presentes en el ensayo fueron la cola de zorro (*Leptochloa virgata*) y la paja americana (*Echinochloa colona*).

Porcentaje de cobertura del suelo por las malezas

Antes de la aplicación del herbicida existió bastante uniformidad en el porcentaje total de cobertura del suelo por los diferentes grupos de

malezas presentes (Figura 3). Entre ellas, el grupo de las ciperáceas fue el que tuvo el mayor porcentaje de cobertura del suelo en todas las parcelas experimentales.

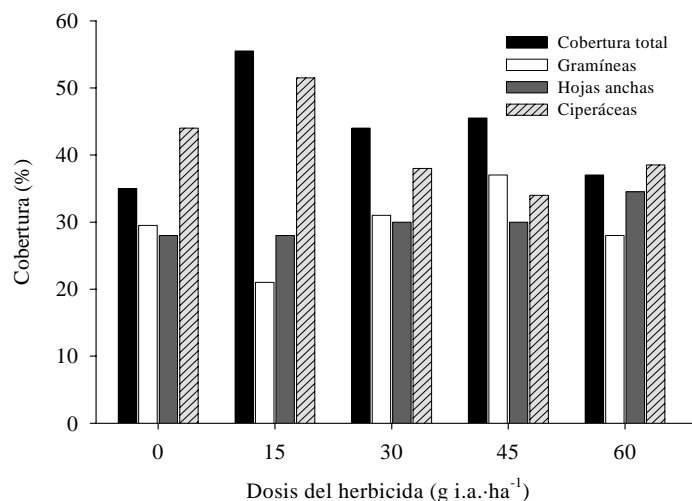


Figura 3. Porcentaje de cobertura del suelo por las malezas antes de la aplicación del herbicida

En la Figura 4 se muestra como evolucionó el porcentaje total de cobertura del suelo por las malezas y los porcentajes del total de cobertura por los grupos de malezas gramíneas, hojas anchas y ciperáceas a los 28 dda. El porcentaje total de cobertura del suelo por las malezas aumentó significativamente con relación al porcentaje total de cobertura antes de la aplicación del herbicida,

lo cual se atribuyó al posible escape de las malezas (en su mayoría gramíneas) que no fueron controladas. Entre ellas, destacaron *Leptochloa virgata* y *Echinochloa colona*, siendo la primera la que tuvo la mayor dominancia y densidad luego de la aplicación del herbicida. Esto indica que el halosulfuron-metil, a las dosis ensayadas no fue efectivo para controlar estas malezas.

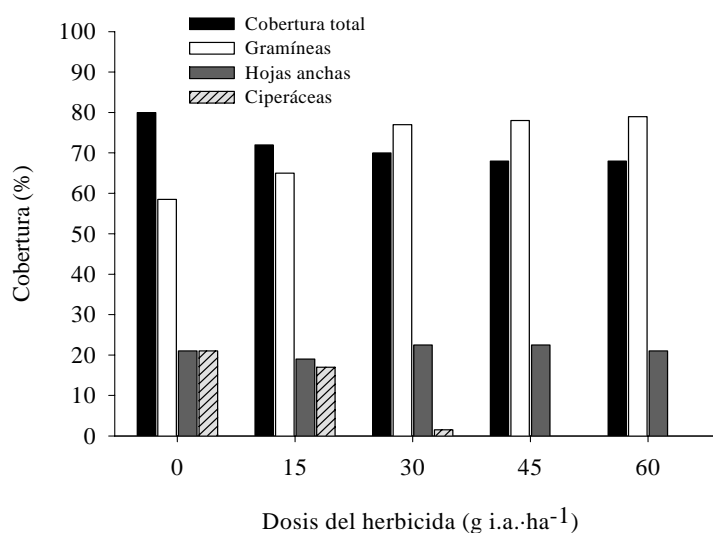


Figura 4. Porcentaje de cobertura del suelo por las malezas a los 28 días después de la aplicación del herbicida

De igual forma, se observa una ligera disminución en el porcentaje total de cobertura por las malezas de hojas anchas, reducción que se atribuye al control de la maleza *Ludwigia* sp., la cual presentó una alta frecuencia, dominancia y densidad antes de la aplicación del herbicida.

Por último, en la Figura 4 se observa la disminución significativa del porcentaje de cobertura por las ciperáceas para las diferentes dosis de halosulfuron-metil. Los tratamientos 60 y 45 g i.a. \cdot ha⁻¹ indujeron los menores porcentajes de cobertura del suelo por las ciperáceas mientras que en el tratamiento control existió el mayor porcentaje de cobertura por este tipo de malezas.

DISCUSIÓN

Las dosis del herbicida halosulfuron-metil evaluadas durante el ensayo no ocasionaron efectos fitotóxicos al arroz, ya que no se observaron daños en el cultivo y los porcentajes de pérdida de plantas en las parcelas tratadas con el herbicida siempre tendieron a ser menores que en las parcelas control. Así mismo, en las dosis ensayadas, no se detectaron efectos negativos del herbicida sobre las variables de crecimiento; por el contrario, se observó un mayor crecimiento (especialmente en la altura de la planta y número de macollas) atribuido a un efecto indirecto por la disminución del número de malezas presentes lo que habría reducido la interferencia sobre el cultivo. Este efecto disminuyó en el tiempo, ya que en las evaluaciones posteriores a los 28 dda todos los tratamientos resultaron estadísticamente similares, probablemente por el efecto de las malezas no controladas por el herbicida, en especial en la fase de llenado y maduración del grano. Esta situación pudo influir para que no se detectaran diferencias estadísticas en el rendimiento del cultivo. Esto sugiere la necesidad de realizar mezclas de halosulfuron-metil con otros productos que complementen el control de las especies tolerantes, en especial *Leptochloa virgata* y *Echinochloa colona*.

La dosis de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ produjo el mayor porcentaje de control de las malezas en general, mientras que las malezas ciperáceas fueron controladas con igual eficacia por las dosis de 45 y 60 g i.a./ha. En cuanto al control de *Cyperus rotundus* (corocillo) se pudo observar que el

tratamiento 45 g i.a. \cdot ha⁻¹ presentó un alto porcentaje de control (96 %) a los 14 dda. Estos resultados son similares a los obtenidos por Nishimoto et al. (1997) y Warren y Coble (1999) en los que el halosulfuron-metil produjo un excelente control de los brotes de esta maleza en la tercera semana después de la aplicación. De igual manera, Briceño (2001) reportó que el herbicida aplicado en la post-emergencia temprana redujo la formación de brotes y la densidad de los tubérculos del corocillo. El control fue favorecido por la incorporación y el mantenimiento de la lámina de agua después de la aplicación del herbicida, debido a la importancia que tiene esta práctica en el control del corocillo, después del control químico (Antigua y Colón, 1988).

A los 28 dda la dosis de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ produjo muy buen control de *C. esculentus* pero el efecto disminuyó hasta un 83% a los 49 dda. Estos resultados coinciden con los reportados por Jackson et al. (1993) quienes indicaron que la aplicación de halosulfuron-metil en dosis menores a 70 g i.a. \cdot ha⁻¹ no causó la muerte de los tubérculos de *C. esculentus*, lo que favoreció un rebrote de plantas siete semanas después de aplicar el herbicida. Las otras especies ciperáceas evaluadas (*C. iria*, *Fimbristylis* sp. y *C. ferax*) fueron controladas en forma eficiente por las dosis más altas del herbicida (45 y 60 g i.a. \cdot ha⁻¹).

En cuanto al control de las malezas *Ludwigia* sp. (clavel de pozo) y de la gramínea *Ischaemum rugosum* (paja rugosa), el tratamiento de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ produjo el mayor porcentaje de control, con medias mayores al 80 %. Esto confirma lo señalado por la casa productora del herbicida (publicación de registro del herbicida), donde se señala que el uso de dosis cercanas a 70 g i.a. \cdot ha⁻¹ de halosulfuron-metil en el cultivo del arroz, además de controlar eficazmente las malezas ciperáceas, controla también algunas malezas de hojas anchas y gramíneas. De forma similar, los resultados descritos por Gutiérrez et al. (2002) indican que el halosulfuron-metil en dosis elevadas (75 a 125 g i.a. \cdot ha⁻¹) controla especies gramíneas como *Cenchrus echinatus* y *Cenchrus ciliaris*, así como las de hoja ancha *Gynandropsis gynandra* y *Malva* spp., lo que indica que la capacidad de control de algunas especies está ligada a la aplicación de altas dosis de este herbicida.

CONCLUSIONES

El uso del herbicida halosulfuron-metil no causó efectos fitotóxicos en las plantas de arroz y favoreció algunas variables de crecimiento del cultivo. En dosis de 60 g i.a. \cdot ha⁻¹ promovió un alto grado de control de las principales malezas ciperáceas, así como de las especies *Ludwigia* sp. e *Ischaemum rugosum*. No obstante, esta dosis no permitió controlar algunas especies de malezas, particularmente las gramíneas *Leptochloa virgata* y *Echinochloa colona*.

LITERATURA CITADA

1. Antigua, G. y C. Colón. 1988. Control integrado de malezas en el cultivo del arroz. Centro de información y documentación Agropecuario (CIDA). La Habana, Cuba. 47 p.
2. ALAM. 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. Asociación Latinoamericana de Malezas 1(1): 35-58.
3. Blum, R., J. Isgrigg, y F. Yelverton. 2000. Purple (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*C. esculentus*) control in Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. Weed Technology 14:357-365.
4. Briceño, J. 2001. Evaluación del herbicida halosulfuron-metil en el control del corocillo (*Cyperus rotundus* L.). Tesis. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto. Venezuela. 75 p.
5. Finol, E., C. Medrano, W. Gutiérrez, 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.). Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia 16: 266-275.
6. Fry, J., P. Dernoeden, W. Upham y Y. Qian. 1995. Safety and efficacy of halosulfuron-metil for yellow nutsedge topkill in cool-season turf. HortScience 30(2): 285-288.
7. González, F. 1985. Malezas en arroz. In: Tascón, E. y E. García (eds.). Investigación y producción en arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia.
8. Grichar, W., B. Besler y K. Brewer. 2003. Purple nutsedge control and potato (*Solanum tuberosum*) tolerance to sulfentrazone and halosulfuron. Weed Technology 17(3):485-490.
9. Gutiérrez, W., C. Medrano, J. Báez, H. Pinto, Y. Villalobos y B. Medina. 2002. Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron-metil sólo y en mezcla con acetocloro en el control de malezas en pimentón (*Capsicum annum* L.) en la planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 19: 87-94.
10. Jackson, N., T. Dutt, J. Travers y J. Goette. 1993. Control of purple and yellow nutsedge in turfgrass with MON 12000. International Turfgrass Research Society Journal 7: 269-272.
11. McElroy J., S. Yelverton, T. Gannon y J. Wilcut. 2004. Foliar vs. soil exposure of green kyllinga (*Kyllinga brevifolia*) and false-green kyllinga (*Kyllinga gracillima*) to post emergence treatments of CGA-362622, halosulfuron, imazaquin, and MSMA. Weed Technology 18(1): 145-151.
12. Mejía, J. 2000. Modo y mecanismo de acción de nuevos grupos herbicidas. In: Sociedad Venezolana para el Control de Malezas (ed.). Curso de Actualización en Biología y Combate de Malezas. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 235 p.
13. Nelson, K. y K. Renner. 2002. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber production with glyphosate and ALS-inhibiting herbicides. Weed Technology 16:512-519.
14. Nishimoto, R., C. Murdoch, L. McCarty y J. Weinbrecht. 1997. Purple nutsedge control by halosulfuron-metil or Imazaquin/MSMA in turfgrass in the tropics. Journal of Turfgrass Management 2(3): 23-33.
15. Pinto, H., D. Medina y T. Rodríguez. 2000.

- Guía para el control de malezas en arroz de riego. Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ). Primera edición. Acarigua, Venezuela.
- 16.Solano, P. 1989. Las sulfonilúreas: una nueva familia de herbicidas. Revista Comalfi 16(1).
- 17.Usui, K. 2001. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants (Review). Weed biology and management 1: 137-146.
- 18.Warren, L. y Coble. 1999. Managing purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) populations utilizing herbicide strategies and crop rotation sequence. Weed Technology 13:494-503.
- 19.Webster, T., S. Culpepper y C. Johnson. 2003. Response of squash and cucumber cultivars to halosulfuron. Weed Technology 17(1): 173-176.