

ACTIVIDAD DEL AZIMSULFURON + METSULFURON-METIL EN *Cyperus rotundus* L. BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

Azimsulfuron + metsulfuron-metil activity in *Cyperus rotundus* L. under controlled conditions

Cilia fuentes¹ y Julian Ferrucho²

RESUMEN

Se realizaron tres experimentos bajo condiciones controladas de invernadero con el fin de evaluar la actividad de la mezcla herbicida formulada azimsulfuron (14,0 g i.a./Ha)+ metsulfuron metil (4,0 g i.a./Ha) en aplicaciones foliares o al suelo sobre plantas de coquito (*Cyperus rotundus* L.). Plantas de coquito fueron tratadas en tres estados de desarrollo: plántula, plantas juveniles y plantas maduras. El número y materia seca de brotes aéreos, y la producción de estructuras subterráneas (tubérculos y bulbos basales) 28 días después del tratamiento fue reducido en los tres estados de desarrollo de la maleza. Sin embargo, plantas en estado de plántula fueron las más susceptibles. En otro experimento se trataron plantas maduras que ya habían producido un sistema subterráneo de cadenas de rizomas, tubérculos y bulbos. Tres semanas después del tratamiento los bulbos y tubérculos fueron separados y sembrados en arena. La brotación de estas estructuras vegetativas fue casi completamente inhibida, indicando que el herbicida se transloca hasta el sistema subterráneo. Se comprobó que la mezcla herbicida no tiene efecto preemergente sobre la brotación de tubérculos de la maleza sembrados a 1 y 3 cm de profundidad. El máximo valor registrado de inhibición de la brotación fue de solo 11%.

Palabras claves: herbicidas, sulfonilúreas, ciperáceas, coquito, translocación.

SUMMARY

Three experiments were carried out under glasshouse conditions with the aim of evaluating the activity of azimsulfuron (14,0 g i.a./Ha)+ metsulfuron methyl (4,0 g i.a./Ha.) herbicide mixture in foliar and soil treatments on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). Purple nutsedge plants were treated in three development stages: Seedling, young plants and mature plants. Shoot and underground structures (tubers and basal bulbs) number and dry matter 28 days after treatment was reduced in the three stages of development. However, seedling plants were the most sensitive. In other experiment mature plants that had already produced an underground system of rhizome

chains, tubers and bulbs were treated with the herbicide mixture. Three weeks after treatment bulbs and tubers were separated and sown in sand. Bulb and tuber sprouting was almost completely inhibited, indicating that the herbicide translocated until the underground system. On the other hand, the herbicide mixture doesn't have any soil activity on purple nutsedge tubers. In this case, the maximum sprout tuber inhibition was 11 percent.

Key words: herbicides, sulfunylurea, cyperacea, purple nutsedge.

INTRODUCCIÓN

El coquito (*Cyperus rotundus* L) es considerado como una de las peores malezas del mundo tropical (Holm et al., 1977). En Colombia, *C. rotundus* en conjunto con otras ciperáceas constituyen el segundo grupo de plantas adventicias más importantes después de las gramíneas, asociadas con el cultivo del arroz (Fuentes, Almario y Cifuentes, 1999). *C. rotundus* se propaga mediante estructuras subterráneas vegetativas, como tubérculos, bulbos basales y rizomas (CIAT, 1982).

Muchos herbicidas han sido evaluados para el control de esta planta adventicia, desde el 2,4-D, MSMA, tio-carbamatos, triazinas, uracilos, glifosato y algunos fumigantes como bromuro de metilo; más recientemente las imidazolinonas y las sulfonilureas (SU's) (McGiffen, 1997). Varias nuevas moléculas herbicidas del grupo de las sulfonilureas selectivas al arroz registradas en Colombia tienen actividad hacia el coquito, como el etoxysulfuron y el primisulfuron.

Recientemente se ha comercializado en Colombia una mezcla tipo "Twin Pack" de dos moléculas SU's, el azimsulfuron y metsulfuron metil para el control de malezas ciperáceas y dicotiledóneas en el cultivo del arroz. Azimsulfuron tiene actividad particularmente sobre algunas especies arvenses gramíneas, ciperáceas y acuáticas (DuPont, 1995). La selectividad del azimsulfuron en arroz se debe a procesos de metabolización al seguir dos rutas; la primera es una O-demetilación del anillo

¹Profesora Asociada. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490, Bogotá, Colombia.

²Anteriormente, Estudiante Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

pirimidílico y la segunda ruta consiste en la formación de diferentes subproductos conjugados con glucosa; esta conjugación ocurre luego de la hidrólisis de la molécula herbicida (DuPont, 1995). Metsulfuron metil es un herbicida de gran uso en Colombia para el control de malezas commelináceas y dicotiledóneas en arroz y en potreros. Este trabajo tuvo como objetivo principal evaluar la actividad del azimsulfuron + metsulfuron-metil en plantas de coquito en tres estados de desarrollo y su efecto sobre la brotación de tubérculos; así como determinar la acción preemergente de la mezcla herbicida sobre estructuras subterráneas de la maleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Generalidades

Los ensayos fueron realizados en el invernadero de vidrio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, bajo condiciones controladas de temperatura (promedio de 28 °C/ 19 °C día/noche), humedad relativa (75%) e iluminación, con material vegetal (tubérculos) de coquito colectados en campos de arroz de El Espinal, Tolima, Colombia. Se seleccionaron tubérculos con tamaño entre 1 cm y 1,5 cm de longitud, se almacenaron en un refrigerador a 4°C en bolsas de polietileno con cierre hermético, y se mantenían hidratados asperjándolos con agua cada tercer día hasta su utilización. En los experimentos 1 y 2, los tubérculos se pusieron a brotar en condiciones controladas de invernadero en potes de 70 x 40 cm, utilizando arena como sustrato. Una vez los tubérculos brotaban y al alcanzar un tamaño de brote de máximo 3 cm (12 días), se transplantaron a potes. Se transplantó un tubérculo con un solo brote por pote de 25 x 10 cm; los potes se habían llenado previamente con un sustrato 3 suelo: 2 arena. La fertilización de las plantas se realizó una vez por semana regando los potes con soluciones nutritivas Hidrocoljap® A (elementos mayores) y B (elementos menores), en dosis de 5 ml L-1 de la solución de elementos mayores + 2 ml L-1 de solución de elementos menores. Cada pote fue regado con 20 ml de la solución mezcla. Los potes fueron regados a diario con 120 ml de agua. Los tratamientos herbicidas se aplicaron con una cámara de aspersión automática, boquilla Tee-Jet 8002-E y volumen de mezcla de 175 l*Ha-1. En todos los experimento se aplicó siempre una sola dosis de azimsulfuron (14 g i.a. *Ha-1) + metsulfuron metil (4 g i.a. * Ha-1) + el surfactante Agrotin® (2% v/v).

Experimento I: Respuesta del coquito en tres estados de desarrollo al azimsulfuron + metsulfuron metil.

En este experimento se pretendió establecer si la mezcla herbicida de azimsulfuron + metsulfuron metil afectaba el crecimiento y desarrollo del coquito, mediante la medición del número de brotes, la altura de planta, el número de estructuras subterráneas y el rebrote, así como la evolución de los síntomas de fitotoxicidad en plantas tratadas en tres estados de desarrollo. Los estados de desarrollo que se consideraron fueron: plántula (3 a 4

hojas); juvenil (5 a 7 hojas) y plantas maduras (plantas formando cadenas de rizomas y tubérculos. Para obtener plantas en los diferentes estados de desarrollo se realizaron siembras escalonadas de tubérculos que permitieron tener el material en los tres estados para ser tratados el mismo día. Se utilizaron en total 60 unidades experimentales, 20 por cada estado de desarrollo; de cada estado fueron aplicadas diez unidades experimentales y las otras diez sirvieron como testigos. Cada unidad experimental correspondía a una planta. Las variables que se evaluaron fueron: altura de planta, número de brotes y fitotoxicidad a los 7, 14, 21 y 28 días después del tratamiento (ddt).

La fitotoxicidad se midió con ayuda de una escala visual de daño de 0 a 100 (0= ningún daño, igual al testigo sin tratar; 100= muerte de la planta), comparando dos plantas testigo con una planta tratada con el fin de asignar un valor de la escala). No se presentarán datos de altura de plantas.

A los 28 ddt se cortó a ras del suelo la parte aérea y se registró la materia seca. Quince y treinta días después de este corte, se registró la altura, número y materia seca de los brotes aéreos. Treinta días después del primer corte, se separó la parte aérea de la subterránea y se pesó la materia seca de los brotes aéreos y del sistema subterráneo, previo proceso de lavado y secado a la estufa a 70°C por 48 horas.

Experimento II: Actividad de azimsulfuron + metsulfuron-metil sobre la brotación de estructuras subterráneas de plantas maduras de coquito.

Este experimento tuvo como finalidad establecer el efecto de azimsulfuron + metsulfuron metil sobre la brotación de bulbos y tubérculos de plantas maduras de coquito tratadas foliarmente con la mezcla herbicida. Así, la inhibición de la brotación de las estructuras subterráneas podía indicar movilidad de la mezcla herbicida desde los brotes aéreos hacia bulbos y tubérculos que se encontraban por debajo de la superficie del suelo al momento de la aplicación. El día del tratamiento, de un stock de plantas maduras con 75 días de brotación, se seleccionaron 20 considerando número de brotes y vigor. Esta selección estuvo acompañada de un muestreo de cinco plantas, a las cuales se extrajo el sistema subterráneo y se contaron los bulbos basales y tubérculos, con el fin de asegurar que las plantas tenían al menos cuatro tubérculos. De las 20 plantas seleccionadas diez fueron tratadas con la mezcla herbicida y diez sirvieron de testigos.

Tres semanas después del tratamiento se separaron los bulbos y tubérculos de las plantas, y se clasificaron en dos grupos considerando el tipo de brote aéreo. Un grupo consistió de estructuras subterráneas que al momento de la aplicación habían emitido brotes aéreos, y por tanto fueron asperjados con la solución herbicida; a estas se les denominó estructuras tratadas (ET). Un segundo grupo estuvo conformado por tubérculos y bulbos basales que

al momento de la aplicación no habían emitido brotes aéreos, y por tanto, no fueron directamente tratados; este grupo se les denominó estructuras no tratadas (ENT). Una vez clasificadas las estructuras subterráneas de cada planta, se retiró todo tipo de tejido (rizomas, raíces, brotes aéreos) y cada uno de estos bulbos o tubérculos se sembraron separadamente en pequeños potes plásticos de 120 ml de capacidad previamente llenados con arena. Se tomaron registros de altura y número de brotes aéreos a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) de las estructuras subterráneas. Cincuenta y ocho dds se cortaron a ras de suelo los brotes aéreos y se registró su materia seca. No se presentan datos de altura de plantas.

Experimento III: Efecto del azimsulfuron + metsulfuron metil aplicado al suelo sobre la brotación de tubérculos de coquito.

Este experimento tuvo como objetivo determinar si la mezcla de azimsulfuron + metsulfuron metil aplicado al suelo prevenía la brotación de tubérculos de *C. rotundus*. Se sembraron en bandejas con arena tubérculos de coquito; cuando los tubérculos emitieron brotes hasta de 5 mm de longitud, se sembraron cinco tubérculos por pote de 25 x 10 cm; los potes se habían llenado previamente con un sustrato 3 suelo: 2 arena. Los tubérculos se plantaron a 1 y 3 cm de profundidad. Diez potes fueron tratados con la mezcla herbicida y otros diez sirvieron de testigos. El número de brotes aéreos se evaluó a los 15, 30, 45, 60 y 75 ddt.

Tratamiento estadístico de los datos.

En los tres experimentos el diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial. En el experimento 2 se maneja un DCA con arreglo factorial pero con desigual número de repeticiones. Esto

debido a que el número de bulbos y tubérculos obtenidos en cada planta variaba de una planta a otra. Los datos se expresaron como porcentaje de reducción respecto al testigo sin tratar, mediante la fórmula:

$$R (\%) = [(A - PT)/PT]*100, \text{ en donde:}$$

R: Reducción en porcentaje respecto a la testigo sin tratar.

A: Valor medido

PT: Valor promedio de todas las plantas testigo.

Una vez expresados los resultados como porcentaje de reducción, se sometieron a Análisis de Varianza y se realizaron comparaciones de medias usando la prueba de Tukey, cuando fue pertinente (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS

Experimento I: Respuesta del coquito en tres estados de desarrollo al azimsulfuron + metsulfuron metil.

Respecto al número de brotes aéreos y fitotoxicidad visual, los efectos por separado de los factores fecha de evaluación (FE) y estado de desarrollo (ED) fueron significativos; así como la interacción FE*ED fue altamente significativa ($P < 0,01$). La emisión de brotes aéreos en plantas tratadas en estado de plántula fue completamente inhibida durante todo el transcurso del experimento. En plantas juveniles y maduras, la producción de brotes aéreos fue reduciéndose significativamente durante las cuatro semanas de evaluación, hasta registrarse valores de reducción del 80% y 30% a la cuarta semana, respectivamente (Cuadro 1). La reducción de la materia seca de brotes aéreos 28 ddt fue significativamente diferente entre los tres estados de desarrollo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de brotes aéreos y materia seca de plantas de coquito tratadas en tres estados de desarrollo con azimsulfuron + metsulfuron metil.

Estado de desarrollo	Número de brotes ¹ (% de reducción) ² (N ³ =10)				Materia seca (% reducción) (N ² =10)
	Días después del tratamiento (ddt)				
	7	14	21	28	28 ddt
Plántula	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	72,0% a ⁴
Testigo (N ^o o g/pote)	0,7	2,5	3,2	3,5	0,55
Planta juvenil	41,9%	66,1%	77,4%	80,4%	51,0% b
Testigo (N ^o o g/pote)	3,1	5,6	8,4	9,2	1,76
Plantas maduras	8,8%	17,5%	24,2%	29,6%	25,0% c
Testigo (N ^o o g/pote)	5,4	6,7	7,4	8,4	3,45

Las plantas en estado de plántula sufrieron una reducción del 70%, seguido del estado de juvenil (51%) y de plantas maduras (25%) (Cuadro 1). Así, la mezcla herbicida inhibió completamente la producción de nuevos brotes y detuvo el crecimiento del brote original o "madre" en un 70% en plantas en estado de plántula.

Las plantas de coquito tratadas en plántula presentaron 7 ddt, los menores valores de fitotoxicidad visual (12%) en comparación con los estados juvenil (34%) y maduro (47%); sin embargo, al término de cuatro semanas resultaron con un valor de fitotoxicidad de cerca del 80%, superior al daño sufrido por plantas tratadas en estados de desarrollo más avanzados (60% de daño) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fitotoxicidad de plantas de coquito tratadas con azimsulfuron + metsulfuron metil en tres estados de desarrollo.

Estado de desarrollo	Fitotoxicidad visual (%) ¹ (N=10) ²			
	Días después del tratamiento			
	7	14	21	28
Plántulas	12	47	57	78
Juvenil	34	55	55	61
Plantas maduras	47	58	57	63

¹ Fitotoxicidad medida usando escala visual.

² Número de observaciones.

La evolución de los síntomas de fitotoxicidad se describe a continuación: inicialmente aparecieron bandas cloróticas paralelas a la nervadura central, particularmente en plantas en estado juvenil y maduras, seguido de clorosis extendida en toda la lámina foliar, marchitamiento y enrollamiento apical de las hojas. Solo dos de diez plantas murieron de las tratadas en estado de plántula; no se registró mortalidad de ninguna de las plantas tratadas en los otros dos estados.

El rebrote después de dos cortes de las plantas tratadas con la mezcla herbicida fue en general inhibido en más del 90%; incluso, las plantas no emitieron nuevos brotes (100% de inhibición) después de los cortes, en los estados de plántula y planta madura (Cuadro 3). Igualmente, la producción de estructuras subterráneas se redujo en 76% en plantas aplicadas en estado de plántula, seguido del estado juvenil (47%) y de plantas maduras (42%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rebrote de plantas de coquito y producción de estructuras subterráneas (bulbos basales + tubérculos) tratadas en tres estados de desarrollo con azimsulfuron + metsulfuron-metil.

Estado de desarrollo	Brotes aéreos (N ¹ =10)					Estructuras Subterráneas (N=10) (58 ddt)	
	15 ddpc ²		30 ddpc		Promedio (%R)	%R	Testigo (No/Pote)
	%R ³	Testigo (No/Pote)	%R	Testigo (No/Pote)			
Plántulas	100,0	3,8	100,0	3,1	100,0 a ⁴	76,2 a	4,2
Juvenil	98,0	9,5	83,0	8,1	90,5 b	46,8 b	9,4
Plantas maduras	100,0	10,1	100,0	11,3	100,0 a	42,5 b	28,33

¹ Número de observaciones.

² Días después del primer corte, el cual se efectuó 28 días después del tratamiento.

³ Reducción (%) respecto al testigo sin tratar. ⁴ Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey (P = 0.05).

Experimento II: Actividad de azimsulfuron + metsulfuron-metil sobre la brotación de estructuras subterráneas de plantas maduras de coquito.

Con relación a la emisión de brotes de tubérculos provenientes de plantas maduras tratadas con la mezcla herbicida, los efectos simples de Fecha de Evaluación (FE) y Tipo de Estructura (TE) fueron significativos (P>0,05), en tanto que la interacción FE*TE no fue significativa (P<0,05). La emisión de brotes aéreos se redujo en general en más del 70%. Sin embargo, los valores fueron significativamente menores (96% de reducción) en estructuras subterráneas de las plantas que no habían producido brote aéreo al momento del tratamiento (ENT), en comparación con las ET (73%)

(Cuadro 4). La reducción en la emisión de brotes aéreos fue significativamente mayor a los 15 (88%) y 30 días (89%) después de la siembra de las estructuras subterráneas, en comparación con las siguientes dos fechas (Cuadro 4).

La reducción de la materia seca de los brotes aéreos tomada 60 días después de la siembra (dds) mostró una diferencia del 14% entre las ET y las ENT. Las ENT presentaron la mayor reducción en el peso seco de los brotes aéreos de un orden del 95% contra un 81% de reducción registrado en las ET (Cuadro 4). Estos resultados indican que efectivamente la mezcla herbicida sí se transloca hasta las estructuras subterráneas (tubérculos y bulbos) e inhibe su brotación.

Cuadro 4. Número y materia seca de brotes aéreos producidos por cada bulbo o tubérculo en diferentes fechas de evaluación (15, 30, 45 y 60 días después de la siembra) provenientes de plantas maduras de coquito tratadas con azimsulfuron + metsulfuron metil.

Tipo de estructura	Nº de brotes aéreos/bulbo o tubérculo											Materia seca de brotes aéreos 60dds		
	N ²	% R ¹					Promedio	Testigo					% R	Testigo
		15 dds	30 dds	45 dds	60 dds			15 dds	30 dds	45 dds	60 dds			
Estructuras no tratadas	62	100,0	97,0	94,0	91,0	96,0a ³	52	3,8	6,2	10,3	13,3	95,0a	6,7	
Estructuras tratadas	68	76,0	81,0	69,0	65,0	73,0b	129	2,1	3,4	6,2	9,9	81,0b	6,5	
Promedio		88,0b	89,0b	82,0a	78,0a									

1 Reducción (%) respecto al testigo sin tratar, 2 Número de observaciones, 3 Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes, según prueba de Tukey (P = 0,05).

Experimento III: Efecto del azimsulfuron + metsulfuron metil aplicado al suelo sobre la brotación de tubérculos de coquito

El análisis de varianza del porcentaje de reducción número del brotes aéreos indicó que la interacción entre profundidad de siembra (PROF) y Fecha de Evaluación

(FE) fue significativa, al igual que el efecto independiente de la fecha de evaluación (P < 0,01), por tanto se analiza la interacción PROF*FE. El porcentaje de reducción del número de brotes aéreos provenientes de tubérculos sembrados a 1 y 3 cm de profundidad 15 dds del tratamiento químico al suelo, fue 1,3 y 1,4% respectivamente, con relación al testigo sin tratar (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de azimsulfuron + metsulfuron metil sobre el número de brotes aéreos a diferentes profundidades. Se expresa como porcentaje de reducción con respecto al testigo sin tratar.

Profundidad de siembra de los tubérculos	Reducción (%) ¹ del número de brotes/pote (N=10) ²				
	Días después del tratamiento				
	15	30	45	60	75
1 cm					
Número de brotes en el testigo sin tratar	1,3%	3,1%	11,5%	1,0%	0,0%
	4,6	9,7	14,6	17,7	18,3
3 cm					
Número de brotes en el testigo sin tratar	1,4%	6,0%	2,9%	0,0%	0,0%
	4,5	9,5	13,0	15,4	16,6

1 Reducción (%) respecto al testigo sin tratar, 2 Número de observaciones.

El máximo valor de inhibición de la brotación se registró en tubérculos sembrados a 1 cm de profundidad (11,5%) a los 45 dds. La emisión de brotes de los tubérculos sembrados a 3 cm de profundidad fue reducida como máximo 30 dds y en 6,0%. Después de los 45 dds la mezcla herbicida ya no tuvo prácticamente ningún efecto sobre la brotación de los tubérculos.

DISCUSIÓN

La actividad sobre el coquito de la mezcla de azimsulfuron + metsulfuron metil, se debe al azimsulfuron, ya que se tienen antecedentes de la actividad de este compuesto sobre las Cyperaceas (DuPont, 1995). El azimsulfuron

+ metsulfuron metil tuvo actividad herbicida en los tres estados de desarrollo de la maleza considerados. Los síntomas de daño se manifestaron como clorosis y necrosis; inicialmente, fueron más intensos en plantas maduras (47%) y en plantas juveniles (34%) que en estado de plántula (12%). Sin embargo, al cabo de cuatro semanas después de la aplicación, la fitotoxicidad fue cerca del 80% en el estado de plántula y alrededor del 60% en los estados juvenil y maduro. En general, el estado más susceptible correspondió al de plántula sobre el cual se debería orientar el control químico con esta mezcla herbicida, como lo indica un 100% de inhibición en la emisión de brotes aéreos, más de un 70% en la reducción en la materia seca y una completa inhibición (100%) del rebrote.

como las especies del género *Fimbristylis*, se debe a la relativa reducida área foliar, que limita la intercepción del producto. A pesar de esta ventaja morfológica de la que goza el coquito, otro herbicida sulfonilurea, el MON-12037, exhibió una excelente inhibición de la materia seca de brotes aéreos de coquito en aplicaciones foliares (Vencill et al, 1995).

La reducción de la brotación en un 96%, así como una reducción del 95% en la materia seca de los brotes aéreos producidos por las estructuras subterráneas (bulbos y tubérculos) no tratadas, confirman que el herbicida se transloca desde el follaje hasta el sistema subterráneo del coquito. Se requiere de evaluaciones con el producto marcado con ¹⁴C que permitan cuantificar la translocación y distribución del herbicida en *C. rotundus*. El azimsulfuron + metsulfuron metil aplicado al suelo, no tuvo actividad importante para evitar la brotación de tubérculos sembrados bajo la superficie del suelo, por tanto, no es recomendable los tratamientos de preemergencia con fines de control de *C. rotundus*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a DuPont de Colombia la financiación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1988. El coquito (*Cyperus rotundus* L.): Biología, Manejo y Control. Unidad Audio-tutorial. Segunda Edición. Contenido Científico: D Leihner, J. D. Doll & C. L. Fuentes. Serie: 04SC-02.06. Cali, Colombia.

DUPONT AGRICULTURAL PRODUCTS. 1995 AZIM-SULFURON (DPX-A8947). Technical Bulletin.

FUENTES, C., ALMARIO, O. & CIFUENTES, F. 1999. Malezas cyperáceas asociadas al cultivo del arroz en Colombia. AgrEvo. Bogotá, Colombia.

HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; & HERBERGER, J.P., 1977. The World Worst Weeds. Ed. The University press of Hawaii, Honolulu.

HOLT, J.S. 1997. Biology of Nutsedge. Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside. <http://cnas.ucr.edu/~bps/hnutsedge.htm#nutsedge>

McGIFFEN, M.E. 1997. Alternatives for Purple and Yellow Nutsedge Management. Dept. of Botany and Plant Science, University of California, Riverside. <http://cnas.ucr.edu/~bps/hnutsedge.htm#nutsedge>

STEEL, R.G. & TORRIE, J.H. 1988. Bioestadística Principios y Procedimientos (Ed. McGraw Hill). Santafé de Bogotá, Colombia.

VENCILL, W.K., RISHBURG, J.S., WILCUT, J.W. & HAWF, L.R. 1995. Effect of MON - 12037 on Purple (*Cyperus rotundus*) and Yellow (*Cyperus esculentus*) Nutsedges. Weed Technology 9: 148 - 152.