

CONTROL QUÍMICO DE LA NAVAJUELA (*Scleria melaleuca* Rchb.f.ex. Schltld.Cham.) EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO¹

Robin Gómez-Gómez², Franklin Herrera-Murillo², Moisés Hernández-Chaves³

RESUMEN

Control químico de la navajuela (*Scleria melaleuca* Rchb.f.ex.Schltldk.Cham.) en diferentes estados de desarrollo. Se evaluó el control de la navajuela en cuatro diferentes estados de desarrollo: (1) dos a tres hojas, (2) inicio del macollamiento, (3) rebrote en cepas adultas luego de cinco semanas de haber sido cortadas con cortadora de motor y (4) cepa adulta o madura. El quinto ensayo combinó cepas adultas y cepas en rebrote. Durante los años 2002-2005 se realizaron cinco ensayos en Pococí, Limón, dos en invernadero y tres en el campo. Se encontró que la manera más eficaz de eliminar la navajuela sin afectar el pasto fue la aplicación de herbicidas selectivos al pasto, como halosulfuron (75 g/ha), bentazón + MCPA (1.150 g/ha de la mezcla formulada) y ethoxysulfuron (75 g/ha), cuando la maleza se encontraba en estado de dos a tres hojas, lo cual se puede lograr cuando se realiza renovación de pasturas. Por otro lado, para controlar la cepa madura de navajuela fue necesario utilizar herbicidas de amplio espectro, como el diurón + paraquat y el glifosato. Con el glifosato se logró un excelente control tanto en aplicaciones por aspersión como de manera untada o por contacto, con la ventaja de que este último método redujo el daño a la pastura.

Palabras clave: Navajuela, *Scleria melaleuca*, pastos, control de malezas, Cyperaceae.

ABSTRACT

Cutting edge (*Scleria melaleuca* Rchb.f.ex.Schltldk.Cham.) control in different growth stages. The cutting edge (*Scleria melaleuca*) control in four different growth stages: (1) 2-3 leaves, (2) tillering, (3) sprout of mature plants after a mown and (4) mature plant, was evaluated. A fifth treatment included mature and sprouting plants. Two greenhouse and three field trials were established during 2002-2005 at Pococí, Limón. We found that the most effective method for *S. melaleuca* control was the application of the pasture selective herbicides halosulfuron (75 g/ha), bentazone + MCPA (1150 g/ha of formulated mix) and ethoxysulfuron (75 g/ha) during the 2-3 leaves growth stage. This can be done in a pasture renewal system. On the other hand, application of the broad spectrum herbicides diuron + paraquat (200+480 g/ha) and glyphosate (1400 g/ha) was effective in the control of mature cutting edge plants. Glyphosate was sprayed and also applied using contact equipment (18 g/l), to avoid herbicide effects on pastures. Even though both treatments were effective in controlling cutting edge, the contact method produced good weed control without major pasture damage.

Key words: Cutting edge weed, *Scleria melaleuca*, pasture, weed control, sedge family, Cyperaceae.



INTRODUCCIÓN

El control de malezas en potreros es una actividad de suma importancia para el mantenimiento de los

pastizales y por ende para mantener o elevar la producción de carne o leche. Sin embargo, este control se puede dificultar si las malezas ya establecidas en el terreno no son afectadas de manera importante por los

¹ Recibido: 3 de julio, 2006. Aceptado: 18 de enero, 2008. Parte del proyecto de investigación de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, VI 736-A2-500.

² Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica. Dirección actual: Agronomy Department, Iowa State University, USA. Correo electrónico: rgomez@iastate.edu

³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Limón, Costa Rica. Correo electrónico: moiso62@costarricense.cr

productos herbicidas empleados. En la zona Atlántica de Costa Rica, la navajuela (*Scleria melaleuca* Rchb. f.ex.Schltdl.Cham.) se ha convertido en una maleza de difícil control en su estado adulto, ya que sólo es afectada por herbicidas no selectivos, como el diurón y paraquat, que dañan de manera importante el pasto que circunda las cepas de la planta (Argel y Doll 1975, Hernández y Herrera 2002).

Varios estudios han demostrado que el estado de desarrollo de la maleza en el momento de la aplicación influye de manera directa en la eficacia del método de control empleado (Stougaard *et al.* 1997, Hager *et al.* 2003, Krausz *et al.* 2000). En general, las recomendaciones de aplicación de los herbicidas indican que la planta que se desea controlar debe estar en crecimiento vegetativo activo y que no haya alcanzado su etapa de floración. Esto es principalmente importante cuando se realizan aplicaciones de herbicidas cuyo modo de acción busca afectar precisamente el crecimiento de la planta, al inhibir la síntesis de aminoácidos, como es el caso de los herbicidas sulfonilureas (Vencill 2002). Estos herbicidas han mostrado un muy buen control de malezas ciperáceas en cultivos como maíz y arroz al ser aplicados en estados de desarrollo temprano de la maleza, pero no lograron controlar navajuela en estado adulto (Agüero *et al.* 1996, Katayanagi y Yoshida 1996, Kobayashi y Yoshida 1993, Hernández y Herrera 2002).

En la búsqueda de estrategias para el control de la navajuela, se ha pensado en realizar cortes a las cepas adultas y luego aplicar los herbicidas sobre el tejido en rebrote. Al respecto, Summerlin *et al.* (2000) encontraron que con cortes muy bajos de plantas del género *Cyperus* en diferentes intensidades se disminuyó de manera importante la formación de brotes, bulbos y tubérculos. Por su parte, Bradley y Hagood (2002) obtuvieron un mejor control de *Artemisia vulgaris* al aplicar los herbicidas sobre tejido de rebrote luego de dos chapas o cortes consecutivos.

Debido a que la literatura es muy escasa sobre el manejo y control de la navajuela específicamente, se realizaron varios ensayos con el objetivo de evaluar la susceptibilidad de esta maleza a varios herbicidas, solos y en mezcla, aplicados en sus diferentes estados de desarrollo de la maleza y en rebrote.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron cinco experimentos, dos en invernadero y tres en el campo, con navajuela en cuatro diferentes estados de desarrollo: (1) dos a tres hojas, (2) inicio de macollamiento, (3) rebrote en cepas adultas luego de cinco semanas de haber sido cortadas con cortadora de motor (motoguaraña) y (4) cepa adulta o madura. El quinto experimento combinó cepas adultas y cepas en rebrote.

En la Estación Experimental Los Diamantes (EELD) se realizaron en el año 2002 dos experimentos en invernadero, uno con navajuela de dos a tres hojas y otro con navajuela en macollamiento inicial. Para disponer de navajuela en ambos estados de desarrollo, primero se llenó un grupo de recipientes de 1 litro de capacidad con suelo franco arenoso proveniente de un lote altamente infestado con semillas de navajuela. Tres semanas después se llenó el segundo grupo. Estos recipientes se mantuvieron a la intemperie hasta que alcanzaron el estado de desarrollo deseado para realizar la aplicación.

Los productos evaluados y sus dosis se indican en el Cuadro 1. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Se utilizaron cuatro plantas de navajuela por pote o recipiente. Las aplicaciones se realizaron con equipo accionado por CO₂, con boquilla 8002, a una presión de 207 kPa y un volumen de aplicación de 225 l/ha.

Se evaluó el grado de daño causado a la navajuela a las dos, cuatro y ocho semanas después de la aplicación de los herbicidas (sda). En todos los experimentos se utilizó la escala de daño propuesta por Camper (1986).

En el lote denominado Universidad, en la EELD, se llevó a cabo otro experimento con navajuela en fase de rebrote a partir de cepa adulta. Las cepas de navajuela fueron cortadas a una altura de 5 cm sobre el suelo con cortadora de motor (motoguaraña) el 26 de julio del 2002 y cinco semanas después se aplicaron los herbicidas. La aplicación se hizo con un aspersor accionado por CO₂ con una barra de aplicación de tres boquillas 8003, a una presión de 207 kPa y con un volumen de aplicación de 250 l/ha. El diseño utilizado fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Cuadro 1. Herbicidas evaluados para el combate de navajuela en dos estados de desarrollo: dos a tres hojas e inicio de macollamiento. Estación Experimental Los Diamantes (EELD), Pococí, Limón, Costa Rica. 2002.

Herbicidas	Dosis (g/ha)
Ethoxysulfuron	75
Halosulfuron	75
Pirazosulfuron	40
Triclopir	1.080
Dicamba	1.080
2,4-D	1.080
Bentazón + MCPA	1.150
2,4-D + fluroxipir	1.460
2,4-D + diurón	1.000 + 200
Diurón	200
Testigo sin herbicida	

El tamaño de cada unidad experimental fue de 4x4 m (16 m²). Se evaluó el grado de daño a la navajuela y a la pastura natural (escala de 0-100). El detalle de los tratamientos se presenta en el Cuadro 2.

También en la EELD, en el lote Rinconcito, entre octubre del 2003 y febrero del 2004, se evaluó el efecto de otro grupo de herbicidas sobre la navajuela en estado adulto y sobre el pasto presente en el lote (*Paspalum conjugatum*). Se demarcaron parcelas de 6x4 m (24 m²), siguiendo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La aplicación de los herbicidas se realizó con equipo de mochila y barra con tres boquillas 8003, el volumen de aplicación fue de 429 l/ha. Los herbicidas se aplicaron en toda la unidad experimental, con excepción de los tratamientos con glifosato y glufosinato de amonio, los cuales fueron aplicados dirigidos a la cepa. El detalle de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3. Las variables evaluadas fueron: (1) grado de daño en las cepas, escala de 0 a 100, a las dos, cuatro y ocho semanas después de la aplicación; (2) grado de daño al pasto cada dos semanas durante dos meses.

Se instalaron también parcelas de validación en una finca ganadera en Pococí, Limón, en noviembre del 2004, donde la pastura estaba constituida por el

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el experimento sobre control de navajuela en etapa de rebrote. Estación Experimental Los Diamantes (EELD), Pococí, Limón, Costa Rica. 2002.

Herbicidas	Dosis (g/ha)
Ethoxysulfuron	75
Halosulfuron	75
Pirazosulfuron	40
Triclopir	1.080
Dicamba	1.080
2,4-D	1.080
Bentazón +MCPA	1.150
2,4-D + fluroxipir	1.460
Ethoxysulfuron + diurón	75 + 200
Halosulfuron + diurón	75 + 200
Pirazosulfuron +diurón	40 + 200
2,4-D + diurón	1.080 + 200
Diurón + paraquat	200 + 480
Bentazón	1.200
Testigo sin herbicida	

Cuadro 3. Herbicidas solos y en mezcla aplicados sobre las cepas de navajuela adulta. Estación Experimental Los Diamantes (EELD), Pococí, Limón, Costa Rica. 2002.

Herbicidas	Dosis (g/ha)
Ethoxysulfuron	120
Ethoxysulfuron + penetrante	120 + 0,5% v/v
Ethoxysulfuron + triclopyr + penetrante	120 + 1080 + 0,5%
Halosulfuron	112,5
Halosulfuron + penetrante	112,5 + 0,5%
Halosulfurón + triclopyr + penetrante	112,5 + 1.080 + 0,5%
Ethoxysulfurón+(bentazon+MCPA) + halosulfurón	120 + 920 + 112,5
Glifosato dirigido a la cepa	1.400
Testigo sin aplicación	
Glufosinato de amonio dirigido a la cepa	450

pasto Ratana (*Ischaemum* sp.). Se delimitaron tres parcelas o unidades experimentales (UE) de 15 x 50 m

(750 m²) cada una, en las cuales se aplicaron los primeros tres tratamientos; tres unidades experimentales de 15 x 25 m (375 m²) para los siguientes ocho tratamientos y finalmente tres parcelas de 15 x 16 m (240 m²) para los últimos tres tratamientos (Cuadro 4). Esta distribución permitió incluir un número equitativo de cepas de navajuela en cada UE donde se aplicaron tratamientos similares. No se empleó un diseño experimental determinado.

El diseño de los tratamientos (Cuadro 4) incluyó aplicaciones de herbicidas considerados selectivos en toda el área de la UE y otras dirigidas sólo hacia las cepas de navajuela; aplicaciones en navajuela de rebrote y otras sobre cepa madura; herbicidas para cyperáceas solos o en mezcla con herbicidas hormonales; aplicaciones por aspersión y otras de forma untada; así como aplicaciones de distintas dosis de un mismo herbicida.

El área experimental fue pastoreada durante los cinco días previos a la aplicación de los tratamientos para exponer las cepas de la navajuela. Las aplicaciones por aspersión se realizaron con equipo de espalda con barra de tres boquillas XR8002. Se empleó un volumen de aplicación de 326 l/ha. También se realizaron aplicaciones con el equipo EcoWeeder® de aplicación por contacto o untado, con el objetivo de no dañar el pasto. Las chapeas o corta de las cepas se realizaron con cuchillo, cortándose aproximadamente un 40% de la altura total de la cepa, dejando la planta a la altura del pasto, unos 10-15 cm.

Las variables evaluadas fueron: (1) grado de daño a la navajuela (escala de 0-100), evaluando cada cepa y luego obteniendo un estimado de todas las cepas en la UE; (2) grado de daño al pasto (escala de 0-100), se evaluó el pasto que rodeaba a cada cepa de navajuela y se obtuvo un estimado general del grado de daño producido por los herbicidas aplicados. Las dos variables fueron evaluadas a los 15, 30 y 45 días después de las aplicaciones de los herbicidas. Debido a que se delimitaron parcelas muy grandes y el área disponible no fue suficiente para replicarlas, no se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos.

Con excepción de este último experimento, todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de Fisher (DMS) al 1%, empleando el software Estadística (StatSoft).

Cuadro 4. Diseño de los tratamientos evaluados en las parcelas de validación para el control de navajuela en pasturas. Pococí, Limón, Costa Rica. 2004-05.

	Tratamiento	Dosis	Momento de aplicación
1	Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	112 g/ha + 0,5% + 0,4%	Una sola aplicación en la totalidad de la UE, cepas maduras
2	Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	112 g/ha + 0,5% + 0,4%	Una sola aplicación dirigida a la cepa madura
3	Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	112 g/ha + 0,5% + 0,4%	Una aplicación dirigida a la cepa recién cortada
4	Halosulfurón + coadyuvante	112 g/ha + 0,4%	Una sola aplicación dirigida a la cepa madura
5	Halosulfurón + coadyuvante	150 g/ha + 0,4%	Una aplicación sobre cepa madura
6	Chapea + halosulfurón	112 g/ha	Una aplicación 30 días después de la chapea (sobre rebrote)
7	Glifosato	4,7 g/l	Una aplicación untada en la cepa madura con mechero
8	Glifosato	10,7 g/l	Una aplicación untada en la cepa madura con mechero
9	Glifosato	18 g/l	Una aplicación untada en cepa madura con EcoWeeder®*
10	Glifosato	36 g/l	Una aplicación untada en cepa madura con EcoWeeder®
11	Halosulfurón	0,34 g/l	Una aplicación untada en cepa madura con EcoWeeder®
12	Halosulfurón + glifosato + coadyuvante	0,68 g/l + 4,7 g/l + 0,4%	Una aplicación untada en la cepa madura con mechero
13	Chapeas mensuales		Chapeas cada 30 días a una altura de 10-15cm
14	Testigo sin herbicidas ni chapeas		

* Equipo de aplicación por contacto, patente pendiente de registro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación sobre navajuela en estado de dos a tres hojas

Se encontró que en el estado de dos a tres hojas la navajuela fue sensible a varios de los herbicidas evaluados. El grado de daño y la velocidad de aparición de los síntomas variaron con el herbicida. Los productos más efectivos y rápidos para actuar fueron el diurón sólo y en mezcla con 2,4-D y el bentazón+MCPA (Cuadro 5).

Cuadro 5. Grado de daño a las dos, cuatro y ocho semanas después de aplicar los diferentes herbicidas a la navajuela en estado de desarrollo de dos a tres hojas. Pococí, Limón. 2002.

Ingrediente activo	Dosis g/ha	2 semanas	4 semanas	8 semanas
Ethoxysulfuron	75	53 g *	74 d	93 ab
Halosulfuron	75	70 ef	86 bc	98 ab
Pirazosulfuron	40	71 de	81 c	97 ab
Triclopir	1080	89 bc	99 ab	100 a
Dicamba	1080	89 bc	96 ab	99 ab
2,4-D	1080	81 cd	89 b	82 b
Bentazón +MCPA	1150	100 a	100 a	100 a
2,4-D + fluroxipir	1460	60 fg	68 d	42 c
2,4-D + diurón	1000 + 200	98 ab	100 a	100 a
Diurón	200	100 a	100 a	100 a
Testigo sin herbicida		0	0	0

* Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 1 %.

El dicamba y el triclopir lograron un muy buen control de la navajuela, pero su acción fue más lenta, tardando cerca de tres semanas para alcanzar un 90% de daño, mientras que el ethoxysulfuron y el halosulfuron mostraron buen efecto, pero fueron muy lentos en manifestar daños severos a la navajuela (Cuadro 5). En el caso de estos dos últimos herbicidas, es importante notar que aún cuando síntomas como clorosis y necrosis tardaron en manifestarse, el retraso en el crecimiento en las plantas aplicadas fue notorio desde la primera evaluación. Esto se debe a que el herbicida es absorbido en las siguientes cuatro horas después de la aplicación y su efecto herbicida es casi inmediato, dejando la planta de crecer; sin embargo la muerte del tejido se observa luego de un tiempo mucho más prolongado (McElroy *et al.* 2004).

Aplicación sobre navajuela en inicio de macollamiento

Cuando los herbicidas fueron aplicados en navajuela iniciando macollamiento, el grado de daño en general fue menor, resultado esperable ya que en

condiciones de campo se ha visto que esta especie es muy difícil de combatir en estado de cepa. Aún así, los herbicidas diurón, diurón + 2,4-D, bentazón + MCPA y triclopir fueron altamente efectivos en dañar la navajuela tanto en estado de dos a tres hojas como en inicio de macollamiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Grado de daño a las dos, cuatro y ocho semanas después de aplicar los diferentes herbicidas a la navajuela en inicio de macollamiento. Pococí, Limón, Costa Rica. 2002.

Ingrediente activo	Dosis g/ha	2 semanas	4 semanas	8 semanas
Ethoxysulfuron	75	55 de*	60 cd	84 abc
Halosulfuron	75	48 e	60 cd	80 bc
Pirazosulfuron	40	48 e	63 cd	80 bc
Triclopir	1.080	86 abc	94 ab	98 ab
Dicamba	1.080	79 bcd	91 ab	85 ab
2,4-D	1.080	73 cd	76 b	60 c
Bentazón +MCPA	1.150	100 a	100 a	100 a
2,4-D + fluroxipir	1.460	56 d	46 e	43 d
2,4-D + diurón	1.000 + 200	100 a	100 a	100 a
Diurón	200	89 ab	100 a	100 a
Testigo sin herbicida		0	0	0

* Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de DMS al 1 %.

Los datos anteriores demuestran que para el control temprano de navajuela existen varios herbicidas eficaces. Debido a que la navajuela es más sensible en los primeros estados de desarrollo, en estados de desarrollo más avanzados, la eficacia de los herbicidas se reduce, o posiblemente se requiera de dosis mayores.

Aplicación sobre navajuela en fase de rebrote

El control de navajuela adulta con herbicidas selectivos a pastos ha sido poco efectivo, en parte debido a las características del follaje maduro, y a su alto contenido de sílice. Debido a que varios herbicidas selectivos

a pastos fueron efectivos para controlar navajuela en estados tempranos de desarrollo, se pensó que aplicándolos en navajuela adulta pero con tejido nuevo después de una chapea, se podría mejorar su eficacia.

De todos los herbicidas evaluados únicamente la mezcla de diurón + paraquat causó 100% de daño a las cepas de navajuela, pero igualmente dañó la pastura, la cual requirió seis semanas para iniciar su recuperación (Cuadros 7 y 8). La mezcla ethoxysulfuron + diurón ocupó un segundo lugar con un 85 % de daño a la navajuela luego de seis semanas de haberse aplicado. Este lento efecto es característico de los herbicidas del grupo de las sulfonilureas, al cual pertenece el ethoxysulfuron, pero se sabe que inhiben el crecimiento de

Cuadro 7. Grado de daño a la navajuela en rebrote debido a diferentes herbicidas. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2002.

Herbicida (g/ha)	Dosis	Grado de daño (0-100)		
		2 semanas	4 semanas	6 semanas
Ethoxysulfurón	75	23 de*	7 gh	33 d
Halosulfurón	75	30 de	10 fgh	30 de
Pirazosulfurón	40	13 f	10 fgh	15 def
Triclopyr	1.080	32 cde	10 fgh	13 efg
Dicamba	1.080	30 de	13 fgh	13 efg
2,4-D	1.080	20 def	3 h	3 g
Bentazón + MCPA	1.150	30 de	23 def	7 fg
2,4-D + fluoroxi- pir	1.460	13 f	20 efg	13 efg
Ethoxusulfurón + Diurón	75 + 200	53 bc	55 b	85 b
Halosulfurón + Dirurón	75 + 200	47 bc	52 bc	58 c
Pirazosulfurón + Diurón	40 + 200	53 bc	37 cd	30 de
2,4-D + Diurón	1.080 + 200	60 b	32 de	23 de
Diurón + Para- quat	200 + 480	100 a	100 a	100 a
Bentazón	1.200	33 cd	23 def	10 efg
Testigo sin herbi- cida		0	0	0

* Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de Fisher (DMS) al 1 %.

Cuadro 8. Grado de daño en la pastura debido a diferentes herbicidas. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2002.

Herbicida g/ha	Dosis	Grado de daño (0-100)		
		2 semanas	4 semanas	6 semanas
Ethoxysulfurón	75	23 efgh*	3 cd	17 cd
Halosulfurón	75	17 fgh	7 cd	10 de
Pirazosulfurón	40	12 h	3 cd	2 de
Triclopyr	1.080	45 bc	28 bc	33 abc
Dicamba	1.080	30 cdef	10 cd	13 cde
2,4-D	1.080	28 defg	3 cd	7 de
Bentazón	1.150	23 efgh	13 c	7 de
2,4-D + fluoroxi- pir	1.460	30 cdef	10 cd	0 e
Ethoxusulfurón + Diurón	75 + 200	40 bcd	40 b	47 a
Halosulfurón + Dirurón	75 + 200	37 bcde	40 b	35 ab
Pirazosulfurón + Diurón	40 + 200	47 bc	30 bc	43 ab
2,4-D + Diurón	1.080 + 200	50 b	37 bc	27 bc
Diurón + Para- quat	200 + 480	95 a	95 a	45 ab
Bentazón	1.200	13 gh	0 d	0 e
Testigo sin herbi- cida		0	0	0

* Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según la prueba de Fisher (DMS) al 1 %.

las plantas afectadas a las pocas horas de haber sido absorbidos por el follaje (Vencill 2002). En este caso también causó un daño moderado al pasto, posiblemente debido más al diurón. Cabe anotar que las otras sulfonilureas aplicadas en mezcla con diurón tuvieron menos efecto sobre la navajuela.

Con el resto de los herbicidas evaluados el porcentaje de daño en la navajuela fue inferior al 50 % por lo tanto se consideran poco efectivos en el control de esta especie en estado de rebrote (Cuadros 7 y 8). Lo anterior refleja la dificultad del control de esta especie en estado adulto, pues no se han logrado identificar herbicidas postemergentes eficaces para su control y que además sean selectivos a las pasturas.

Aplicación sobre navajuela en estado adulto o maduro

El control de navajuela en estado adulto mediante herbicidas selectivos al pasto ha resultado muy difícil. Hasta ahora los herbicidas más eficaces han sido el paraquat en mezcla con diurón y el glifosato, todos no selectivos a los pastos, por lo que las aplicaciones deben hacerse dirigidas a las cepas de navajuela.

En los experimentos previos, el ethoxisulfurón y el halosulfurón han causado daños moderados a la navajuela en inicio de macollamiento, con bastante selectividad a pastos. Con este experimento se buscó mejorar el control de la navajuela, especialmente con mezclas de estos herbicidas y agregando penetrante.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. En el Cuadro 9 se muestra el grado de daño causado por los herbicidas a las dos, cuatro y ocho semanas después de la aplicación. Se encontró que el ethoxisulfurón causó a la navajuela daños de leves a moderados, incrementándose paulatinamente la intensidad del daño hasta las ocho semanas. La adición del adherente y penetrante WK no mostró un incremento significativo en el grado de daño a la navajuela, mientras que con la adición de triclopir el incremento en el daño fue ligeramente superior, pero no alcanzó un grado aceptable para ser utilizado en campo. Resultados similares se observaron cuando se aplicó halosulfurón aunque en este caso agregarle triclopir y WK significó un mayor grado de daño a la navajuela.

La mezcla ethoxisulfurón + bentazon + halosulfurón + WK fue similar a utilizar los herbicidas por separado, siendo además un tratamiento muy caro (Cuadro 9).

Por otro lado, de los herbicidas no selectivos evaluados (glifosato y glufosinato), el primero causó daños severos a la navajuela que se fueron intensificando paulatinamente, dado su efecto sistémico; mientras que el glufosinato (herbicida más de contacto) fue efectivo solo durante un periodo muy corto, la cepas de navajuela se recuperaron y reiniciaron su crecimiento a partir de las cuatro semanas después de aplicado este herbicida.

Cuadro 9. Grado de daño a la navajuela madura causado por los herbicidas, a las dos, cuatro y ocho semanas después de aplicados. Pococí, Limón, Costa Rica. 2004.

Tratamiento	Dosis g/ha	2 semanas	4 semanas	8 semanas
1. Ethoxysulfurón	120	17 de*	23 def	53 cd
2. Ethoxysulfurón + coadyuvante	120 + 0,5% v/v	23 de	33 cde	53 cd
3. Ethoxysulfurón + triclopir + coadyuvante	120 + 1080 + 0,5%	40 cd	47 bc	60 bc
4. Halosulfurón	112,5	10 e	13 e	53 cd
5. Halosulfurón + coadyuvante	112,5 + 0,5%	27 d	37 cd	47 cd
6. Halosulfurón + triclopir + coadyuvante	112,5 + 1080 + 0,5%	43 c	67 ab	70 ab
7. Ethoxysulfurón + bentazon + MCPA + halosulfurón	120 + 920 + 112,5	40 cd	47 bc	53 cd
8. Glifosato dirigido a la cepa	1400	70 b	77 a	83 a
9. Testigo sin control		0	0	0
10. Glufosinato dirigido a la cepa	450	85 a	70 ab	30 d

*Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí según prueba DMS al 1 %.

La pastura dominante en el lote donde se realizó el experimento fue el zacate natural (*Paspalum conjugatum*). El mayor daño observado fue causado por el glifosato, el cual aún cuando se aplicó dirigido a las cepas de navajuela, por estar en alta densidad, tuvo contacto con el pasto, causándole daños muy severos, sin recuperación salvo en las áreas donde no llegó suficiente herbicida. El glufosinato de amonio también causó daños muy severos al inicio, pero posteriormente el pasto se recuperó (Cuadro 8).

Cuadro 10. Grado de daño en la pastura causado por los herbicidas a las dos, cuatro y ocho semanas después de aplicados. Pococí, Limón, Costa Rica. 2004.

Tratamiento	Dosis g/ha	2 semanas	4 semanas	8 semanas
1. Ethoxysulfuron	120	0 c*	0 d	0 d
2. Ethoxysulfuron + coadyuvante	120 + 0,5% v/v	0 c	10 cd	3 cd
3. Ethoxysulfuron + triclopir + coadyuvante	120 + 1080 + 0,5%	27 b	23 c	0 d
4. Halosulfuron	112,5	0 c	3 d	7 c
5. Halosulfuron + coadyuvante	112,5 + 0,5%	0 c	0 d	0 d
6. Halosulfuron + triclopir + coadyuvante	112,5 + 1080 + 0,5%	27 b	17 cd	0 d
7. Ethoxysulfuron + bentazon + MCPA + halosulfuron	120 + 920 + 112,5	7 c	7 cd	0 d
8. Glifosato dirigido a la cepa	1400	73 a	97 a	90 a
9. Testigo sin control		0	0	0
10. Glufosinato dirigido a la cepa	450	77 a	67 b	20 b

*Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí según prueba DMS al 1 %.

El halosulfurón y el ethoxysulfurón causaron daños muy leves en el pasto, incrementándose éstos ligeramente cuando se mezclaron con triclopir, sin embargo hubo recuperación del pasto luego de ocho semanas.

Los resultados anteriores confirman la dificultad de obtener un excelente control de navajuela sin causar daños a los pastos. De los tratamientos evaluados es rescatable el posible uso de halosulfuron + triclopir + coadyuvante con un daño severo a la navajuela y sin que se observara rebrote a las 10 semanas después de aplicado.

Por otro lado es notorio cómo el control de navajuela en pasturas mal atendidas resulta más difícil, ya que la competencia ejercida por el pasto es baja y la navajuela al no ser consumida por el ganado,

permanece en cepas vigorosas emitiendo más semillas, las cuales pueden germinar en los espacios que van quedando por el sobrepastoreo.

Aplicación sobre navajuela adulta y en rebrote

Se observó en los tratamientos de halosulfurón + triclopir + coadyuvante un deficiente porcentaje de control y grado de daño al realizarse aplicaciones tanto a la totalidad de la UE, sólo a la cepa, o a la cepa recién cortada con cuchillo (Cuadro 11). Si bien el grado de daño a la navajuela fue levemente mayor cuando la aplicación se realizó sobre la cepa cortada, el efecto sobre ésta fue muy pobre.

El haber cortado la cepa se hizo con la finalidad de exponer tejido interno de las hojas y así asegurarse una mejor penetración de los herbicidas, ya que al ser las hojas muy cerosas la penetración se cree que disminuye. Se esperaba un mayor efecto en las aplicaciones dirigidas a la cepa, en comparación con la aplicación a toda el área, por cuanto la primera se realizó con mayor detalle, buscando que el caldo herbicida llegara a toda el área foliar. Ambos herbicidas aplicados mostraron una excelente selectividad hacia el pasto Ratana.

Los dos tratamientos de halosulfurón + coadyuvante, en dosis crecientes, no lograron un control eficiente de la cepa de navajuela. La dosis mayor de halosulfurón (150 g/ha) fue levemente más efectiva que la dosis de 112 g/ha, sin embargo aún así el control fue pobre. Con las dosis aplicadas no se afectó negativamente el pasto establecido.

La aplicación del halosulfurón con el EcoWeeder® no resultó efectiva para el control de la navajuela adulta, lográndose un porcentaje de control y grado de daño bajos. Asimismo, la aplicación del halosulfurón por aspersión 30 días después de haber cortado la cepa de navajuela no logró un adecuado control de la maleza. En nuestro primer experimento obtuvimos un excelente control de la navajuela con el herbicida halosulfurón cuando las plantas de esta especie tenían un desarrollo máximo de cuatro hojas (15-20 cm de altura), sin embargo, pareciera que el herbicida no es efectivo para controlar esta misma planta cuando ya se

Cuadro 11. Porcentaje de control y grado de daño sobre la navajuela, y grado de daño al pasto provocados por la aplicación de los tratamientos evaluados. Pococí, Limón, Costa Rica. 2005.

Tratamientos	Grado de daño navajuela			Grado de daño al pasto		
	15 dda*	30 dda	45 dda	15 dda	30 dda	45 dda
1 Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	20	25	40	0	0	0
2 Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	15	25	40	0	0	0
3 Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	10	45	40	0	0	0
4 Halosulfurón + triclopyr + coadyuvante	5	20	10	0	0	0
5 Halosulfurón + coadyuvante*	10	20	30	0	0	0
6 Chapea + halosulfurón	0	40	20	0	0	0
7 Glifosato (4,65 g/l)	40	95	95	20	50	30
8 Glifosato (10,7 g/l)	80	100	100	80	50	30
9 Glifosato (18 g/l)	90	100	100	30	30	30
10 Glifosato (36 g/l)	90	100	100	30	30	30
11 Halosulfurón	10	15	10	0	0	0
12 Halosulfurón + glifosato + coadyuvante	70	100	100	80	50	30
13 Chapeas mensuales	0	40	30	0	0	0

*dda: días después de la aplicación.

ha desarrollado y ha formado cepas o macollas.

La selectividad hacia el pasto por parte del halosulfurón no varió con respecto a las aplicaciones por aspersión, lo cual indica que este herbicida, en cualquiera de las dosis evaluadas, resulta adecuadamente selectivo para el pasto Ratana.

Las aplicaciones de glifosato lograron un buen control de las cepas de navajuela, tanto las realizadas con mechero como con el EcoWeeder®. Con las aplicaciones realizadas mediante el mechero se provocó un daño muy severo en las cepas tratadas, principalmente con la mayor dosis, la cual logró eliminar muchas cepas. Sin embargo, también se provocó un daño importante en el pasto que rodeaba las cepas debido a que al sacarse el mechero muy mojado del recipiente que contenía el herbicida algunas gotas de éste cayeron sobre el pasto. El pasto se recuperó con el tiempo pero aún 45 días después se notaba un grado de daño leve-moderado. Por su parte, cuando se utilizó el EcoWeeder® se obtuvo un excelente control de la cepa adulta de navajuela en ambas dosis evaluadas. El grado de daño en el pasto fue mucho menor con este equipo que con el mechero; sin embargo, se puede mejorar la técnica de aplicación, la cual fue recién puesta en práctica en este experimento y por lo tanto se puede

atribuir a esta situación el haberse afectado el pasto en algunas áreas.

Por otro lado, la aplicación de halosulfurón con el EcoWeeder®, la cual se evaluó con la finalidad de disminuir la cantidad de producto a aplicar por hectárea, no logró controlar de manera aceptable la navajuela y se obtuvo un pobre efecto sobre la planta, similar a lo observado en los tratamientos en los cuales la aplicación se realizó por aspersión. Al mezclar el halosulfurón con glifosato y coadyuvante, el efecto que se observó en la navajuela y en el pasto fue provocado por el glifosato, al igual que en los tratamientos donde sólo se aplicó este herbicida, es decir, el halosulfurón no ayudó a obtener un mejor o mayor control sobre la planta.

Con el tratamiento de chapeas o cortes cada 30 días de las cepas de navajuela, se logró evitar la formación de nuevas inflorescencias. Sin embargo, el control total de la cepa fue muy pobre. En algunos casos se observó cómo brotes pequeños, que podrían escapar al corte, pueden formar rápidamente nuevas inflorescencias y semillas.

En general, se determinó que el control más efectivo de la cepa adulta de navajuela se logró con aplicaciones de glifosato untado sobre ésta. Es nece-

sario afinar la técnica de uso del EcoWeeder para que el herbicida sólo entre en contacto con la maleza y no con el pasto, lo cual permitiría que éste tome el lugar de la cepa que muere y no llegue a rebrotar o que la germinación de nuevas plantas de navajuela sea mínima. Además, se hace necesario colocar un marcador o indicador una vez aplicada la cepa de navajuela, ya que al estar distribuidas al azar en el campo es muy fácil pasar por alto alguna de ellas y no aplicarla. De ser posible el empleo de un tinte o colorante en el caldo herbicida, se podría saber cuáles cepas aún no han sido untadas con el herbicida.

CONCLUSIONES

En sus estados tempranos de desarrollo, dos a tres hojas desarrolladas, la navajuela fue muy sensible a los herbicidas de acción rápida diurón y bentazón + MCPA. El uso de este último tiene la ventaja de que permite controlar también malezas de hoja ancha. Los herbicidas sulfonilureas ethoxysulfuron y halosulfuron lograron igualmente un buen control de la navajuela aún cuando la expresión de los síntomas se observó en un periodo de tiempo más prolongado desde su aplicación. Al evaluar los mismos herbicidas en plantas en inicio de macollamiento, se observó que los herbicidas sulfonilureas lograron un menor grado de daño en la maleza en comparación a las aplicaciones más tempranas. Esto indica que estos herbicidas, los cuales son selectivos a los pastos, deben ser aplicados recién cuando la navajuela se está estableciendo en el sitio.

Al evaluar la efectividad de varios herbicidas aplicados sobre cepas de navajuela que fueron previamente cortadas, se determinó que un buen control de éstas sólo se logró con la mezcla diurón + paraquat, herbicida que a su vez dañó de manera importante la pastura cercana a la maleza. El haber provocado, mediante la chapía, que el herbicida cayera sobre tejido nuevo en vez de tejido ya maduro no logró aumentar la eficacia de los otros herbicidas evaluados.

En la búsqueda de alternativas para el control de cepas ya maduras presentes en potreros, no se obtuvo un control aceptable de éstas con herbicidas selectivos al pasto, como el halosulfuron o el triclopir. Sólo se logró eliminar completamente estas cepas mediante

aplicaciones de glifosato, por aspersión o untado en las cepas de la navajuela. Este último método, para el cual se empleó un equipo aún en fase de prueba, fue sumamente efectivo en la labor de eliminar la maleza y causar el mínimo daño posible al pasto.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue parcialmente financiada por FITTACORI, mediante su aporte al proyecto F14-2002.

LITERATURA CITADA

- Agüero, R. 1996. Malezas del arroz y su manejo. Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, UCR. San José, CR. 246 p.
- Argel, P; Doll, J. 1975. Control de cortadera (*Scleria pterota* Presl.) y establecimiento de pasto. COMALFI 11(4): 222-226.
- Bradley, K; Hagood, E. 2002. Influence of sequential herbicide treatment, herbicide application timing, and mowing on mugwort (*Artemisia vulgaris*) control. Weed Technology 16: 346-352.
- Camper, Nd (ed.). 1986. Research methods in weed science. 3a ed., Southern Weed Science Society, IL, USA. p. 37.
- Hager, A; Wax, L; Bollero, G; Stoller, E. 2003. Influence of diphenylether herbicide application rate and timing on common waterhemp (*Amaranthus rudis*) control in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 17(1): 14-20.
- Hernández, M; Herrera, F. 2002. Combate químico de navajuela (*Scleria melaleuca* Rchb.f.ex.Schltdl.Cham.) en una pastura de zacate natural (*Paspalum conjugatum*) en Guápiles, Pococí. Rev. Agr. Trop. 32: 01-06.
- Katayanagi, S; Yoshida, H. 1996. Halosulfuronmethyl (NC-319/Inpool/Permit/Servian). Agrochemical Japan. No 69: 16-17.
- Kobayashi, S; Yoshida, O. 1993. Sirius (pyrazosulfuron-ethyl, NC-311) a new herbicide for paddy field. Agrochemical Japan. No. 62: 19 - 21.

- Krausz, R; Young, B; Kapusta, G; Matthews, J. 2000. Application timing determines giant foxtail (*Setaria faberi*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in no-till corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 14(1): 161–166.
- Mcelroy, S; Yelverton, F; Burke, I; Wilcut, J. 2004. Absorption, translocation, and metabolism of halosulfuron and trifloxysulfuron in green kyllinga (*Kyllinga brevifolia*) and false-green kyllinga (*K. gracillima*). *Weed Science* 52: 704–710.
- Stougaard, R; Maxwell, B; Harris, J. 1997. Influence of application timing on the efficacy of reduced rate postemergence herbicides for wild oat (*Avena fatua*) control in spring barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology* 11(2): 283-289.
- Summerlin, J; Coble, H; Yelverton, F. 2000. Effect of mowing on perennial sedges. *Weed Science* 48: 501–507.
- Vencill, K. (ed.). 2002. *Herbicides handbook*. Weed Science Society of America. Lawrence, KS, USA. 493 p.