

RESPUESTA DE LOS PASTOS *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* A HERBICIDAS POSEMERGENTES CON ACCIÓN GRAMINICIDA¹

Moisés Hernández Chavez², Franklin Herrera Murillo³

RESUMEN

Respuesta de los pastos *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* a herbicidas posemergentes con acción graminicida. En la Estación Experimental Los Diamantes, Pococí, Costa Rica, y en condiciones de invernadero se evaluó la selectividad de herbicidas aplicados en posemergencia temprana (estado de tres a cinco hojas) y posemergencia tardía (estado de inicio de macollamiento) en los pastos *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1 y *B. decumbens* cv. Pasto Peludo. Los tratamientos evaluados y su respectiva dosis en kg i.a./ha fueron: bispyribac sodio (0,020), cihalofop (0,100), fenoxaprop (0,034), ácido metilarsónico (2,160), quinclorac (0,250), clethodim (0,060) e imazamox (0,040). Se evaluó el porcentaje de daño a los pastos a la primera, tercera y quinta semanas después de aplicados los tratamientos y la biomasa en base seca al final de la evaluación. *Panicum maximum* cv. Tanzania mostró la mejor tolerancia y rendimientos de biomasa, en ambos estados de desarrollo, a los herbicidas bispyribac sodio y quinclorac, sin diferencias con el testigo. *B. brizantha* cv. Diamantes y *B. decumbens* cv. Pasto Peludo mostraron tolerancia al herbicida imazamox en estado de tres a cinco hojas pero sólo *B. brizantha* mostró tolerancia a este herbicida en estado de inicio de macollamiento.

Palabras claves: *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, herbicidas graminicidas, selectividad.

ABSTRACT

Response of three pasture species (*Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* and *B. decumbens*) to postemergence grass control herbicides. Three experiments were conducted in Los Diamantes Experimental Station to evaluate, the selectivity of herbicides applied in early post-emergence (three to five leaves) and late post-emergence (beginning of tillering) on the grasses *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1 and *B. decumbens* cv. Pasto Peludo. The treatments evaluated and their respective dose in kg i.a./ha was: bispyribac sodium (0.020), cyhalofop (0.100), fenoxaprop (0.034), MSMA (2.160), quinclorac (0.250), clethodim (0.060) and imazamox (0.040). The percentage of damage to the foliage of the grasses was evaluated at the first, third and fifth week after application of treatments. Biomass in dry weight was measured at the end of the evaluation. *Panicum maximum* cv. Tanzania showed highest tolerance and biomass production at both development stages, to the herbicides bispyribac-sodium and quinclorac, without significant differences with the control. *B. brizantha* cv. Diamantes and *B. decumbens* cv. Pasto Peludo showed tolerance to the herbicide imazamox at phenological stages corresponding to three to five leaves but *B. brizantha* only showed tolerance to this herbicide at the beginning of tillering.

Key words: *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, post-emergence herbicides, selectivity.



¹ Recibido: 21 de setiembre, 2005. Aceptado: 1 de noviembre, 2005.

² Estación Experimental Los Diamantes, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Pococí, Costa Rica

³ Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. Correo electrónico: fherrera@cariari.ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica la ganadería de bovinos ocupa un lugar importante en la economía (Montenegro y Abarca 1998) y generación de empleo. Debido al constante crecimiento poblacional y a la presión por el desarrollo urbano, la ganadería que ha sido principalmente extensiva se ha visto forzada a mejorar su eficiencia e intensificar el uso del recurso suelo. Una manera para lograr esto, consiste en la renovación de áreas con pasturas mejoradas más productivas que permitan intensificar la producción de carne y leche.

En la fase de establecimiento de pasturas se requiere de estrategias para el control de malezas que garanticen el éxito de la inversión. En el trópico húmedo durante la germinación y desarrollo del pasto en establecimiento, normalmente crecen en forma simultánea malezas poaceas, hojas anchas y ciperáceas. En muchas ocasiones las malezas poaceas constituyen el principal problema ya que no existen herbicidas registrados que las controlen sin dañar el pasto en desarrollo (Smith y Martin 1995). Mc Calla *et al.* (2000) señalan como una limitante la carencia de estrategias en el control de malezas poaceas y hojas anchas durante el establecimiento por semilla sexual del pasto Bermuda (*Cynodon dactylon* L.). Por el contrario, existen estrategias eficaces de aplicación de herbicidas en posemergencia para el control de malezas y sin daño a esta especie en pasturas ya establecidas.

Existen varias prácticas efectivas disponibles que incluyen aplicaciones posemergentes para pasto establecido, pero pocas en la fase inicial de establecimiento. Los resultados pueden ser diferentes, según señala Millhollon (1985), las aplicaciones de herbicidas en posemergencia en plántulas de pasto Bermuda pueden conducir a variaciones de grado de daño que incluyen retardo en crecimiento, alteraciones en el desarrollo y muerte de plantas. Según lo reconocen Mc Calla *et al.* (2000) es importante encontrar los herbicidas posemergentes apropiados y los períodos de aplicación que son efectivos en el control de malezas y que causan daño limitado al pasto en establecimiento.

Bradley y Hagood (2001), señalan que los herbicidas con acción "graminicida" se dividen en dos clases químicas, ciclohexanodionas y ariloxifenoxipropionatos, y algunos cultivos que pertenecen a las poaceas muestran resistencia a ciertos herbicidas de este grupo. Entre estos productos desarrollados para cultivos de importancia económica como el arroz (*Oryza sativa* L.) podemos mencionar el uso de cihalofop, fenoxaprop y cletodim (Scherder *et al.* 2001; Buehring *et al.* 2001; Ntanos *et al.* 2000). Otros productos que también se han usado en arroz para el control de malezas poaceas y hojas anchas y que pertenecen a otros grupos químicos, son el imazamox, bispiribac sodio y quinclorac (Webster y Mason 2001; Talbert *et al.* 2000). En el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) Pester *et al.* (2001) han reportado el uso de imazamox en cultivos resistentes a este herbicida.

Debido a la escasa información existente de herbicidas de reconocida acción "graminicida" que tengan potencial de uso en el establecimiento de pasturas tropicales, se realizó el presente experimento cuyo objetivo fue seleccionar herbicidas promisorios en condiciones de invernadero que muestren selectividad a las especies de pastos *P. maximum* cv. Tanzania, *B. brizantha* cv. Diamantes 1 y *B. decumbens* cv. Pasto Peludo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los experimentos

Se realizaron tres experimentos durante el período de octubre a diciembre del 2000 en un invernadero de la Estación Experimental Los Diamantes (MAG), Guápiles, Pococí, Limón, ubicada en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 1982).

Material experimental

En los experimentos se utilizó semilla certificada de las especies de pastos *Panicum maximum*

cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1 y *B. decumbens* cv. Pasto Peludo (Basilisk).

Tratamientos

Se evaluaron siete herbicidas que se indican en el Cuadro 1, aplicados en dos estados de desarrollo de las plantas, tres a cinco hojas (postemprana) e inicio de macollamiento (postardía). La aplicación se realizó el mismo día para ambos estados de desarrollo de los pastos y para las tres especies en estudio.

Diseño experimental

Cada especie constituyó un experimento independiente en el cual se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 16 tratamientos, en arreglo factorial 7 x 2 (siete herbicidas y dos estados de desarrollo), más un tratamiento adicional (testigo sin herbicida) y cuatro repeticiones.

La unidad experimental consistió de un recipiente plástico negro de 16 cm de diámetro superior x 13 cm de diámetro inferior (fondo) x 16,5 cm de altura, lleno con suelo, sobre el cual se sembró la semilla de la especie respectiva en el momento apropiado, para disponer de ambos estados de

desarrollo al aplicar los herbicidas. A los 18 días de la siembra se uniformizó a 10 plantas/recipiente. Las condiciones dentro del invernadero fueron adecuadas para el crecimiento de los pastos evaluados. El riego se hizo por aspersión, y se trató de mantener la humedad del suelo cercana a la capacidad de campo. La humedad relativa fue superior al 80 % con algunas variaciones a través del tiempo. No se contó con registros de temperatura, pero dada la ubicación geográfica del sitio, se mantuvieron temperaturas cálidas características del Trópico Húmedo. Los resultados del análisis del suelo utilizado se muestran en el Cuadro 2.

Los herbicidas se aplicaron con un equipo aspersor accionado por CO₂ a presión constante de 2,4 kg/cm² y con boquilla 8002. Previo a la aplicación se calibró el equipo, para un volumen de 231 l / ha.

Las variables evaluadas fueron: 1) porcentaje de daño (PD) causado por los herbicidas a las especies de pastos, para lo cual se empleó una modificación de la escala de Amaya (1987), de la siguiente manera: sin daño (0%); leve (1-30%); moderado (31-50%); severo (51-80%); muy severo hasta muerte total (81-100%). Las evaluaciones se realizaron a la primera, tercera y quinta semana después de aplicados los herbicidas; 2) medición de la biomasa total por recipiente en base seca, al final

Cuadro 1. Herbicidas aplicados en posemergencia temprana y al inicio del macollamiento en los pastos *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens*. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

Herbicidas (ingrediente activo)	Dosis (kg i.a. /ha)	Formulación	Grupo químico
1. Bispiribac sodio	0,020	Nominee 40 SC	pirimidinaloxibenzoica
2. cihalofop	0,100	Clincher 18 EC	ariloxifenoxipropianato
3. Fenoxaprop	0,034	Furore 4,5 EC	ariloxifenoxipropianato
4. Ácido metilarsónico	2,160	MSMA 72 SL	orgánico arsenical
5. Quinclorac	0,250	Facet 25 SC	Ácido quinolin-carboxílico
6. Cletodim	0,060	Select 24 EC	ciclohexanodiona
7. Imazamox	0,040	Sweeper 70 GD	imidazolinona
8. Testigo	-----		

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo empleado en los experimentos con herbicidas aplicados en posemergencia a tres especies de pastos mejorados. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

Característica	Valor *
Materia orgánica (%)	7,10
pH agua	4,50
Al (meq/100ml suelo)	0,70
Ca (meq/100ml suelo)	5,00
Mg (meq/100ml suelo)	1,60
K (meq/100ml suelo)	0,17
P (ug/ml suelo)	6,00
Zn (ug/ml suelo)	1,20
Mn (ug/ml suelo)	16,00
Cu (ug/ml suelo)	18,00
Fe (ug/ml suelo)	117,00
Arena (%)	44
Arcilla (%)	22
Limo (%)	34
Nombre textura	franco

*Análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos del MAG, Costa Rica.

del período de evaluación. Además, se hizo una descripción de los síntomas de toxicidad provocados por los herbicidas.

RESULTADOS

Experimento 1: *Panicum maximum* cv. Tanzania

El análisis de varianza mostró una interacción altamente significativa ($p \leq 0,0001$) entre los herbicidas y el estado de desarrollo de *P. maximum* cuando se hizo la aplicación, para las variables porcentaje de daño y producción de biomasa.

El Cuadro 3 muestra los porcentajes de daño a la primera, tercera y quinta semana de aplicados los tratamientos en dos estados de desarrollo del pasto. El herbicida bispyribac mostró buen potencial de uso en esta especie de pasto ya que presentó daños iniciales leves durante la primera semana en ambos estados de desarrollo, con una adecuada recuperación a

Cuadro 3. Análisis de comparación múltiple de medias para la interacción herbicida y estado de desarrollo en el porcentaje de daño a la primera, tercera y quinta semanas de aplicados los herbicidas en el pasto *Panicum maximum* cv. Tanzania. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

Herbicida	Porcentaje de daño					
	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	E1*	E2 **	E1	E2	E1	E2
1. Quinclorac	0,0 cA***	2,5 dA	10,0 cA	10,0 cA	5,0 dA	10,0 cA
2. Bispyribac	17,5 bA	22,5 cA	15,0 cA	2,5 cA	0,0 dA	2,5 cA
3. Cihalofofop	20,0 bA	20,0 cA	73,7 bA	32,5 bB	90,0 aA	32,5 bB
4. Fenoxaprop	35,0 aA	37,5 bA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
5. Ácido metilarsónico	37,5 aA	70,0 aB	60,0 bA	97,5 aB	52,5 cA	96,3 aB
6. Cletodim	22,5 bA	20,0 cA	70,0 bA	45,0 bB	70,0 bA	47,5 bB
7. Imazamox	22,5 bA	22,5 cA	65,0 bA	32,5 bB	45,0 cA	52,5 bA

* E1= aplicación postemprana (plantas en estado de desarrollo de tres a cinco hojas)

** E2= aplicación postardía (plantas en estado de desarrollo de inicio de macollamiento)

***Medias con letras minúsculas diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo de la misma semana y el mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$).

la quinta semana. De manera similar, el herbicida quinclorac mantuvo porcentajes de daño igual o menores al 10% durante las cinco semanas de evaluación en los dos estados de desarrollo. Este herbicida y el bispyribac- sodio son los que mostraron mayor potencial de uso por causar el menor daño en *P. maximum* cv. Tanzania.

El cihalofop resultó muy tóxico para esta especie de pasto en postemprana pero causó daños leves a moderados de hasta un 32,5% a la quinta semana en postardía. Un comportamiento similar mostraron los herbicidas cletodim e imazamox, aunque al final causaron daño moderado al pasto en postardía.

El herbicida fenoxaprop-etil causó la muerte del pasto desde la tercera semana en ambos estados de desarrollo. El ácido metilarsónico fue muy tóxico en ambos estados, pero más cuando se aplicó en postardía; efecto contrario al del cihalofop. El imazamox resultó tóxico en ambos estados de desarrollo.

La Figura 1 muestra la biomasa por recipiente en base seca al final de la evaluación. En ambos estados de desarrollo los herbicidas bispyribac y quinclorac mostraron los mayores valores de peso seco sin diferencias con el testigo. En postemprana, a excepción de los dos herbicidas mencionados, los restantes herbicidas mostraron reducciones de biomasa de 55% hasta 100%. En postardía el imazamox, cletodim y cihalofop mostraron rendimientos de biomasa sin diferencias respecto al testigo, pero estos causaron niveles mayores de toxicidad al pasto. La mayor reducción de biomasa en este estado la causaron los herbicidas fenoxaprop y ácido metilarsónico.

Experimento 2: *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1

El análisis de varianza mostró una interacción altamente significativa ($p \leq 0,0001$) entre los herbicidas y el estado de desarrollo de *B. brizantha* cuando se hizo la aplicación, para las variables porcentaje de daño y producción de biomasa.

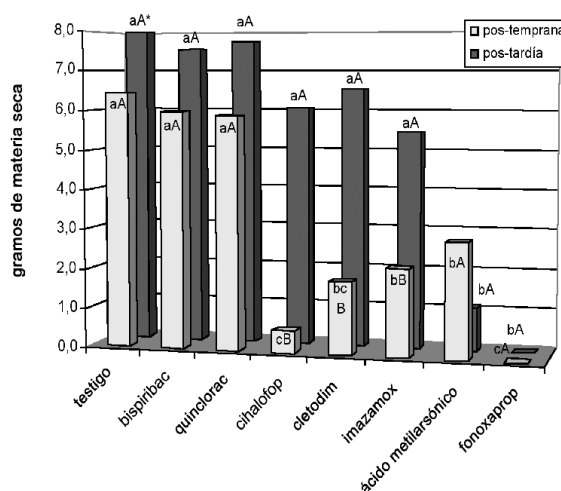


Figura 1. Efecto de los herbicidas aplicados en dos estados de desarrollo en la biomasa (g /recipiente) del pasto *P. maximum* cv. Tanzania al final de la evaluación. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

* Medias con letras minúsculas diferentes para el mismo estado de desarrollo, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha = 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo para un mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$).

El Cuadro 4 muestra los porcentajes de daño a la primera, tercera y quinta semanas de aplicados los tratamientos para ambos estados de desarrollo. El bispyribac causó daño entre leve y moderado en postemprana para esta especie de pasto y daño leve en postardía. Mientras que el imazamox muestra potencial de uso para esta especie, ya que presentó porcentaje de daño leve en ambos estados.

Por otro lado, el cihalofop resultó tóxico en postemprana pero en postardía el porcentaje de daño se mantuvo leve (17,5%) por lo cual muestra en este estado, potencial de uso en futuras pruebas de campo.

El herbicida fenoxaprop fue tóxico en ambos estados de desarrollo. El ácido metilarsónico también resultó tóxico en ambos estados, pero con mayor grado en postardía. Esta especie resultó muy afectada

Cuadro 4. Análisis de comparación múltiple de medias para la interacción herbicida y estado de desarrollo en el porcentaje de daño a la primera, tercera y quinta semanas de aplicados los herbicidas en el pasto *B. brizantha* cv. Diamantes 1. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

Herbicida	Porcentaje de daño					
	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	E1*	E2 **	E1	E2	E1	E2
1. Bispiribac	22,5 aA***	20,0 bA	42,5 bA	25,0 deB	25,0 cA	25,0 deA
2. Cihalofof	27,5 aA	0,0 dB	90,0 aA	17,5 eB	95,0 aA	17,5 efB
3. Fenoxaprop	30,0 aA	22,5 bA	95,0 aA	60,0 bB	100,0 aA	67,5 bB
4. Ácido metilarsónico	32,5 aA	93,8 aB	28,8 bA	100,0 aB	25,0 cA	100,0 aB
5. Quinclorac	32,5 aA	7,5 dcB	82,5 aA	40,0 cdB	72,5 bA	37,5 dB
6. Cletodim	15,0 aA	12,5 cA	42,5 bA	47,5 cA	17,5 cA	47,5 cB
7. Imazamox	20,0 aA	15,0 cA	7,5 cA	22,5 eA	20,0 cA	17,5 efB

* E1= aplicación postemprana (plantas en estado de desarrollo de tres a cinco hojas)

** E2= aplicación postardía (plantas en estado de desarrollo de inicio de macollamiento)

*** Medias con letras minúsculas diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo de la misma semana y el mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$).

por el quinclorac en ambos estados de desarrollo aunque fue más sensible en postemprana. El cletodim causó porcentajes de daño moderados en ambos estados, por lo tanto no conviene su uso en esta especie.

En resumen, los herbicidas que causaron menor toxicidad a *B. brizantha* cv. Diamantes 1 fueron el bispiribac y cihalofof en postardía y el imazamox en ambos estados.

Con respecto a la producción de biomasa en base seca de *B. brizantha* cv. Diamantes 1 (Figura 2), todos los herbicidas aplicados en postemprana causaron menores rendimientos que el testigo sin aplicación, sin embargo, el cihalofof, fenoxaprop y quinclorac fueron los que más afectaron a esta especie de pasto.

Los herbicidas bispiribac, ácido metilarsónico y cletodim causaron una reducción de biomasa del 40% respecto al testigo y aunque su rendimiento no difiere del imazamox que causó una reducción del 30%, todos ellos ocasionaron retardo leve a moderado en el vigor y la altura de las plantas.

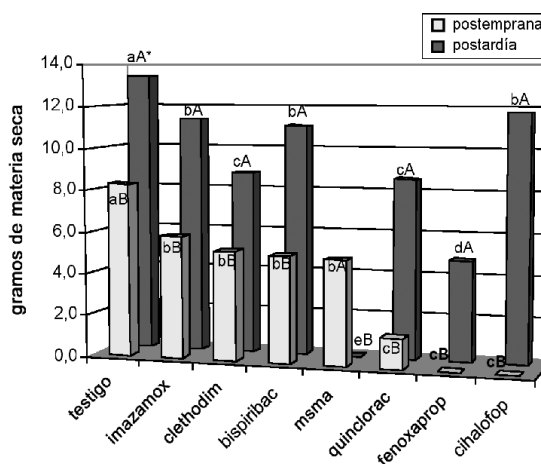


Figura 2. Efecto de los herbicidas aplicados en dos estados de desarrollo en la biomasa (g /recipient) del pasto *B. brizantha* cv. Diamantes 1 al final de la evaluación. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

* Medias con letras minúsculas diferentes para el mismo estado de desarrollo, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha = 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo para un mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$).

En postardía todos los rendimientos de biomasa seca mostraron diferencias con respecto al testigo que mostró el mayor valor, sin embargo, también se mostraron buenos rendimientos con los herbicidas cihalofop, imazamox y bispiribac, que además, como se mencionó anteriormente, causaron daños leves al pasto durante el periodo de evaluación. Los restantes herbicidas causaron reducciones drásticas en la biomasa de *B. brizantha* cv. Diamantes 1.

Experimento 3: *Brachiaria decumbens* cv. Pasto Peludo

El análisis de varianza mostró una interacción altamente significativa ($p \leq 0,0001$) entre los herbicidas y el estado de desarrollo de *B. decumbens* cuando se hizo la aplicación, para las variables porcentaje de daño y producción de biomasa.

Esta especie mostró mayor susceptibilidad al bispiribac en postemprana aunque a la quinta semana

las plantas mostraron mucha recuperación. En postardía el porcentaje de daño se mantuvo leve durante el periodo de evaluación (Cuadro 5).

El herbicida cihalofop causó daño severo al pasto en postemprana, pero el daño en postardía no superó el 10% por lo tanto muestra potencial de uso en este estado para futuras pruebas de campo.

El herbicida imazamox mostró diferencias entre estados de desarrollo del pasto, a la quinta semana de evaluación. En postemprana y hasta la tercera semana causó daño leve al pasto con recuperación total a la quinta semana. Por el contrario, en postardía a la quinta semana, el daño fue moderado.

Los herbicidas fenoxaprop, ácido metilarsónico, quinclorac y cletodim resultaron muy tóxicos en ambos estados de desarrollo para *B. decumbens* cv. Pasto Peludo.

Los resultados anteriores se reflejan en los rendimientos de biomasa en base seca (Figura 3). En

Cuadro 5. Análisis de comparación múltiple de medias para la interacción herbicida y estado de desarrollo en el porcentaje de daño a la primera, tercera y quinta semanas de aplicados los herbicidas en el pasto *B. decumbens* cv. Pasto Peludo. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

Herbicida	Porcentaje de daño					
	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	E1*	E2 **	E1	E2	E1	E2
1. Bispiribac	22,5 bA***	22,5 bA	42,5 cA	20,0 cB	7,5 dA	22,5 dA
2. Cihalofop	20,0 bA	0,0 cB	85,0 aA	10,0 cB	92,5 aA	7,5 deB
3. Fenoxaprop	30,0 aA	27,5 bA	100,0 aA	60,0 bB	100,0 aA	72,5 bB
4. Ácido metilarsónico	32,5 aA	87,5 aB	47,5 cA	100,0 aB	37,5 cA	100,0 aB
5. Quinclorac	20,0 bA	17,5 bA	60,0 bA	60,0 bA	60,0 bA	57,5 cA
6. Cletodim	10,0 cA	22,5 bB	47,5 cA	50,0 bA	52,5 bA	45,0 cA
7. Imazamox	20,0 bA	20,0 bA	17,5 dA	25,0 cA	0,0 dA	42,5 cB

* E1 = aplicación postemprana (plantas en estado de desarrollo de tres a cinco hojas)

** E2 = aplicación postardía (plantas en estado de desarrollo de inicio de macollamiento)

*** Medias con letras minúsculas diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo de la misma semana y el mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$)

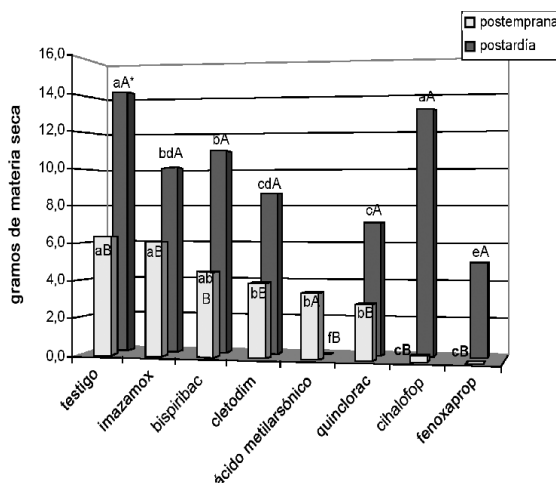


Figura 3. Efecto de los herbicidas aplicados en dos estados de desarrollo en la biomasa (g /recipiente) del pasto *B. decumbens* cv. Pasto Peludo al final de la evaluación. Pococí, Limón, Costa Rica. 2000.

* Medias con letras minúsculas diferentes para el mismo estado de desarrollo, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$). Medias con letra mayúscula diferente en los estados de desarrollo para un mismo herbicida, difieren estadísticamente según prueba de T ($\alpha \leq 0,05$).

postemprana las plantas tratadas con bispiribac (4,53 g) e imazamox (6,08 g) mostraron rendimientos similares al testigo sin aplicación (6,35 g), sin embargo el primero causó una reducción de biomasa del 29%.

En postardía el cihalofop (13,13 g) no causó diferencias en biomasa con respecto al testigo (14,28 g). Con valores menores de rendimiento le siguen el bispiribac y el imazamox, con reducciones del 23% y 29% respectivamente.

En resumen, los herbicidas con potencial de uso para *B. decumbens* cv. Pasto Peludo son el cihalofop aplicado en postardía y el imazamox aplicado en postemprana.

DISCUSIÓN

La selectividad de los herbicidas evaluados en este experimento está ampliamente documentada en cultivos como arroz (Talbert *et al.* 2000; Buehring *et al.* 2001; Ntanos *et al.* 2000; Webster y Masson 2001), maíz y trigo (Franetovich y Peeper 1995; Pester *et al.* 2001) y céspedes (Johnson 1996; Johnson y Duncan 2001; Dotray y Mc Kenney 1996). Sin embargo, en las especies de pasto aquí evaluadas la información es escasa.

Los resultados de los tres experimentos mostraron diferencias significativas en el grado de tolerancia a los herbicidas evaluados según la especie y su estado de crecimiento al momento de la aplicación. Anderson (1983) señala que la selectividad de herbicidas aplicados al suelo o al follaje puede lograrse, entre otros factores, por diferencias en el estado de crecimiento de la planta y por factores biológicos o bioquímicos propios de la especie.

Panicum maximum cv. Tanzania mostró mejor tolerancia, con niveles de daño muy leve en ambos estados de desarrollo, a los herbicidas bispiribac-sodio y quinclorac, y además, mostraron los mayores valores de biomasa sin diferencias con el testigo (Cuadro 3).

Quinclorac es un herbicida comúnmente usado en arroz y puede ser aplicado en presiembrada incorporado, preemergencia y posemergencia temprana (Zhang *et al.* 2002). Al respecto, Breeke *et al.* (2001), obtuvieron buen control de *Panicum repens* con el uso del quinclorac en pasto bermuda (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) en tres aplicaciones espaciadas 21 días y dosis 0,6 kg i.a./ha. Lo anterior demuestra que aún tratándose del mismo género (*Panicum*) existen diferencias marcadas por especie en lo referente a la tolerancia a un mismo herbicida. Mc Calla *et al.* (2001) reportaron poco daño en pasto Bermuda en establecimiento con la aplicación de quinclorac (0,137 kg i.a./ha) y ácido

metilarsónico (0,183 kg i.a./ha), los herbicidas fueron aplicados a la primera, segunda y cuarta semana después de la emergencia de plántulas de pasto. Franetovich y Peeper (1995) reportaron en el cultivo de trigo que el uso de quinclorac no causó daños aplicados para el control de *Bromus* spp. y que la tolerancia del trigo puede depender del estado de crecimiento al momento de la aplicación.

Bispiribac es usado para el control de malezas gramíneas (especialmente *Echinochloa crus-galli*), ciperáceas y hojas anchas en arroz en dosis de 15 a 60 g i.a./ha (Vencil 2002). Talbert *et al.* (2000) señalaron que el bispiribac ha mostrado ser un herbicida versátil por su actividad sobre malezas poaceas y hojas anchas comunes en arroz. Cuando se aplicó sólo en dosis de 0,022 kg i.a./ha, falló en el control de *Brachiaria platyphylla* (56%) pero controló bien *Echinochloa crus-galli* (96%).

Contrario a los resultados obtenidos con *P. maximum* cv. Tanzania, las dos especies de *Brachiaria* evaluadas resultaron muy susceptibles en ambos estados de desarrollo a los herbicidas bispiribac y quinclorac.

B. brizantha cv. Diamantes 1 y *B. decumbens* cv. Pasto Peludo mostraron buen grado de tolerancia en postardía al herbicida cihalofop pero en postemprana resultaron muy susceptibles con daño muy severo al final de la evaluación (Cuadros 4 y 5). Buehring *et al.* (2000) y Scherder *et al.* (2001) evaluaron el efecto de tres nuevos "graminidas" en arroz, entre ellos el cihalofop aplicado en dosis entre 0,141 y 0,282 kg i.a./ha, y encontraron entre 0 a 5% de daño al cultivo y un control del 98% de la maleza *Brachiaria platyphylla* cuando se aplicó en estado de dos a tres hojas. A pesar de que estos resultados son en otra especie del género *Brachiaria* coinciden con los obtenidos en el presente experimento, pues *B. brizantha* y *B. decumbens* resultaron muy susceptibles a la aplicación de cihalofop en el estado de tres a cinco hojas.

Ambas especies de *Brachiaria* resultaron además, con tolerancia al herbicida imazamox en postemprana, sin embargo *B. decumbens* mostró

mejor tolerancia y recuperación, sin diferencias en biomasa al final de la evaluación con respecto al testigo (Cuadro 4). Sólo *B. brizantha* mostró buena tolerancia a este producto en postardía. Estos resultados se reflejan en la producción de biomasa en ambos tratamientos herbicidas y en los dos estados de desarrollo (Cuadros 4 y 5; Figuras 2 y 3).

Imazamox es un herbicida que provee amplio espectro de control en malezas hojas anchas y poaceas. Es usado en posemergencia en dosis de 35 a 45 g i.a./ha en alfalfa, leguminosas, soya y ciertos cultivos tolerantes a las imidazolinonas (Vencil 2002). Pester *et al.* (2001) reportaron tolerancia de cultivares de trigo para imazamox lo cual facilitó el control de varias malezas poaceas anuales.

Con respecto al bispyribac, *B. brizantha* y *B. decumbens* mostraron tolerancia similar a este herbicida en postardía pero con reducciones de biomasa del 18% y 23% respectivamente comparados con sus testigos (Cuadros 3 y 4). Scherder *et al.* (2001), informaron para el control de malezas en arroz que no lograron buen control de *Brachiaria platyphylla* (< 38%) con aplicaciones secuenciales de bispyribac. A pesar de tratarse de otra especie del género *Brachiaria* diferente a las evaluadas en el presente experimento, los resultados indican algún grado de tolerancia de este género a las aplicaciones de bispyribac en posemergencia.

El fenoxaprop, ácido metilarsónico y cletodim resultaron muy tóxicos en ambas especies de *Brachiaria* evaluadas.

CONCLUSIONES

1. La respuesta a los herbicidas varió entre las especies de pasto y los estados de desarrollo evaluados.
2. Los herbicidas bispyribac-sodio y quinclorac aplicados a *P. maximum* cv. Tanzania en estado de tres a cinco hojas e inicio de macollamiento fueron los que causaron el menor daño al pasto.

3. *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1 en inicio de macollamiento mostró tolerancia al herbicida cihalofop y tolerancia al herbicida imazamox tanto en este estado de desarrollo como en el de tres a cinco hojas, no obstante, las plantas mostraron síntomas leves de toxicidad.
4. *Brachiaria decumbens* cv. Pasto Peludo mostró tolerancia al herbicida cihalofop cuando éste se aplicó en el estado de desarrollo de macollamiento y tolerancia al herbicida imazamox en aplicación de tres a cinco hojas.
5. Ambas especies de *Brachiaria* mostraron tolerancia moderada al herbicida bispiribac en postardía pero no en postemergencia.

LITERATURA CITADA

- AMAYA, H. 1987. Selectividad del herbicida Galant 75 en el cultivo de arroz en Colombia. *Biokemia* 39: 16-24.
- ANDERSON, W.P. 1983. *Weed science: principles*. West Publishing Co. Minnesota. USA. 655 p.
- BRADLEY, K. W.; HAGOOD, E.S. 2001. Identification of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in Virginia. *Weed Technology* 15: 623-627.
- BRECKE, B.J.; UNRUH, J.B.; DUSKY, J.A. 2001. Torpedograss (*Panicum repens*) control with quinclorac in bermudagrass (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) turf. *Weed Technology* 15: 732-736.
- BUEHRING, N.W.; BALDWIN, F.L.; TALBERT, R.E. 2000. A comparison on new graminicides in rice. Research Series Arkansas Agricultural Experiment Station 2000. No. 476: 55-59.
- BUEHRING, N.W ; BALDWIN, F.L; TALBERT, R.E; SCHERDER, E.F; LOVELACE, M.L. 2001. Graminicides in programs for broad-spectrum weed control in rice. Research Series Arkansas Agricultural Experiment Station 2001. No. 485: 58-60.
- DOTRAY, P.A.; Mc KENNEY, C.B. 1996. Established and seeded buffalograss tolerance to herbicides applied preemergence. *HortScience* 31(3): 393-395.
- FRANETOVICH, L.M.; PEEPER, T. 1995. Quinclorac for cheat (*Bromus secalinus*) control in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology* 9: 131-140.
- HOLDRIDGE, L. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- JOHNSON, B.J. 1996. Reduced rates of preemergence and postemergence herbicides for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) and goosegrass (*Eleusine indica*) control in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science* 44: 585-590.
- JOHNSON, B.J.; DUNCAN, R.R. 2001. Effects of herbicide treatments on suppression of seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*) in bermudagrass (*Cynodon* spp.). *Weed Technology* 15: 163-169.
- MC CALLA, J.; RICHARDSON, M.D.; BOYD, J.W.; KARCHER, D.E. 2000. Herbicide evaluations for establishment of newly-seeded bermudagrass. Research Series Arkansas Agricultural Experiment Station 2000. No.483:58-60.
- MONTENEGRO, J.; ABARCA, S. 1998. *La ganadería en Costa Rica: tendencias y proyecciones, 1984-2005*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 70 p.
- MILLHOLLON, R.W. 1985. Progressive kill of rhizomatous Johnsongrass (*Sorghum halepense*) from repeated treatments with dalapon, MSMA, or asulam. *Weed Science* 32: 216-221.
- NTANOS, D; KOUTROUBAS, S.D.; MAVROTAS, C. 2000. *Weed Technology* 14: 383-388.
- PESTER, T.A.; NISSEN, S.J.; WESTRA, P. 2001. Absorption, translocation and metabolism of imazamox in jointed goatgrass and feral rye. *Weed Science* 49: 607-612.

- SCHERDER, E.F.; TALBERT, R.E.; LOVELACE, M.L.; BALDWIN, F.L. 2001. Control of propanil-resistant and susceptible barnyardgrass. Research Series Arkansas Agricultural Experiment Station 2001. No. 485: 86-98.
- SMITH, A.E; MARTIN, L.D. 1995. Weed management systems for pastures and hay crops. *In*: Albert E. Smith ed. Handbook of weed management systems. Marcel Dekker Inc. N.Y. USA. p. 498.
- TALBERT, R.E; SCHMIDT, L.A.; SCHERDER, E.F.; BALDWIN, F.L. 2000. New strategies for late-season weed control in rice. Research Series Arkansas Agricultural Experiment Station 2000. No. 476: 131-135.
- VENCIL, K. W. 2002. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. 493 p.
- WEBSTER, E.P.; MASSON, J.A. 2001. Acetolactate synthase-inhibiting herbicides on imidazolinone-tolerant rice. *Weed Science* 49: 652-657.
- ZHANG, W.; WEBSTER, E.P.; BRAVERMAN, M.P. 2002. Rice (*Oryza sativa*) response to rotational crop and rice herbicide combinations. *Weed Technology* 16: 340-345.