

SENSIBILIDADE DO CAPIM-CAPIVARA A HERBICIDAS¹

Sensitivity of West Indian Marsh Grass to Herbicides

SILVA, K.S.², MACHADO, S.L.O.³, AVILA, L.A.⁴, MARCHESAN, E.⁵, ALVES, M.V.P.⁶ e URBAN, L.J.K.⁷

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com o objetivo de identificar, através de curvas de dose-resposta, a sensibilidade de plantas jovens e perenizadas de capim-capivara a doses crescentes (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 e 200% da dose recomendada para gramíneas perenes) de cyhalofop-butyl (315 g i.a. ha⁻¹), imazapic + imazapyr (24,5 g e.a. ha⁻¹ + 73,5 g e.a. ha⁻¹), glyphosate (2.160 g e.a. ha⁻¹) e amônio glufosinate (900 g i.a. ha⁻¹). O experimento 1 foi conduzido de janeiro a março de 2010, e o experimento 2, de janeiro de 2010 a janeiro de 2011. Plantas jovens apresentaram maior sensibilidade aos herbicidas amônio glufosinate e cyhalofop-butyl, entretanto, a morte das plantas ocorreu somente quando tratadas com glyphosate e a mistura formulada de imazapic + imazapyr. Em plantas perenizadas, os herbicidas não proporcionaram controle satisfatório.

Palavras-chave: arroz irrigado, controle químico, *Hymenachne amplexicaulis*.

ABSTRACT - Two experiments were conducted under greenhouse conditions to identify, based on dose-response curves, the sensitivity of young and perennial plants of West Indian Marsh grass to increasing doses (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 and 200% of the recommended dose for perennial grasses) of cyhalofop butyl (315 g c.p. ha⁻¹), imazapic + imazapyr (24.5 g c.p. ha⁻¹ + 73.5 g c.p. ha⁻¹), glyphosate (2,160 g c.p. ha⁻¹) and ammonium glufosinate (900 g c.p. ha⁻¹). Experiment I was conducted from January to March 2010 and Experiment II, from January 2010 to January 2011. Young plants showed higher sensitivity to ammonium glufosinate and cyhalofop butyl; however, death occurred only when the plants were treated with glyphosate and a formulated mixture of Imazapic + Imazapyr. The herbicides did not provide satisfactory control against the perennial plants.

Keywords: flooded rice, chemical control, *Hymenachne amplexicaulis*.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado tem grande importância econômica e social para os Estados do Sul do Brasil. Seu cultivo normalmente ocorre em áreas de várzea ou próximo a corpos hídricos, em ambientes úmidos ou alagados que estão sujeitos, pela condição do relevo, à deposição de sedimentos férteis,

favorecendo, além da cultura, o crescimento de plantas daninhas. Essas espécies, além de competirem diretamente com o arroz por recursos como luz e nutrientes, infestam canais de irrigação e drenagem, dificultando o manejo da irrigação, assim como, ao serem colhidas juntamente com os grãos, são classificadas como impurezas, depreciando a qualidade final do produto.

¹ Recebido para publicação em 21.6.2011 e aprovado em 27.2.2012.

² Eng^a-Agr^a, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, <keli_agro@yahoo.com.br>; ³ Eng^a-Agr^a, Dr., Professor Titular, Dep. de Defesa Fitossanitária, UFSM, Av. Roraima, 1000, 97105-900 Santa Maria-RS, Brasil, <slomachado@yahoo.com.br>; ⁴ Eng^a-Agr^a, Ph.D., Professor Adjunto, Dep. de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, <laavilabr@gmail.com>; ⁵ Eng^a-Agr^a, Dr., Professor Titular, Dep. de Fitotecnia, UFSM, <emarchezan@terra.com.br>; ⁶ Eng^a-Agr^a, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, <marcosvpalves@gmail.com>; ⁷ Aluno de Graduação do Curso de Agronomia, UFSM, <urban_686@hotmail.com>.



Entre essas espécies, *Hymenachne amplexicaulis*, conhecida como capim-capivara, capim-de-açúde ou grama-de-lagoa, forma densas infestações, vegetando áreas úmidas, cursos de água e canais de irrigação e drenagem. Embora seja uma gramínea C_3 , seu crescimento é agressivo, sendo considerada planta daninha problemática de áreas alagadas em diversos países onde foi introduzida, como nos EUA e na Austrália (Csurhes et al., 1999), onde é considerada planta daninha de significância nacional. No Brasil, é relatada como forrageira nas regiões da Amazônia e Pantanal (Dias-Filho, 2005), como infestante de reservatórios de água para a geração de eletricidade no Rio de Janeiro (Martins et al., 2003) e como planta daninha de áreas cultivadas com arroz irrigado no Rio Grande do Sul (Andres & Machado, 2004; Amilibia et al., 2007).

O eficiente metabolismo do nitrogênio, promovendo o crescimento vigoroso de novas folhas e perfilhos (Anten et al., 1998), aliado à boa produção de sementes e estolões (Jiménes & Escobar, 1977; Medina & Motta, 1990), e o grande acúmulo de reservas em seus rizomas explicam o aumento significativo da população dessa planta daninha em áreas úmidas das Américas Central e do Sul, Estados Unidos, México, Austrália, Nova Zelândia e alguns países do continente africano. Em Queensland e Northern Territory, na Austrália, onde foi introduzida como forrageira, a proliferação dessa planta daninha está associada a graves danos ecológicos, como a extinção de espécies de pássaros e plantas, à contaminação ambiental pelos herbicidas utilizados em seu controle e a prejuízos econômicos, como obstrução de leitos navegáveis e infestação de culturas como cana-de-açúcar, com custos substanciais relacionados ao seu controle (Kinnear et al., 2008).

De acordo com Capitanio et al. (2003), a frequência dessa planta daninha nas lavouras de arroz irrigado tem aumentado nos últimos anos. Menezes & Ramirez (2003) relataram dados de produtores da região da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), onde têm ocorrido infestações maciças de capim-capivara nos arrozais, principalmente junto às várzeas do rio Jacuí. Sua ocorrência também é relatada em lavouras de arroz e canais

de irrigação adjacentes, nos municípios de Formigueiro, Santa Maria e São Vicente do Sul, na mesma região (Sturza et al., 2011). *H. amplexicaulis* cresce rapidamente, impondo sombreamento à cultura; além disso, favorece o acamamento das plantas, pelo grande volume de material vegetal.

Nativa das Américas Central e do Sul, é uma planta perene, que se reproduz por sementes, fragmentos de rizomas e enraizamento dos nós caulinares basais (Csurhes et al., 1999). Práticas de manejo como a manutenção do solo inundado no período de entressafra, redução das operações de preparo, ou preparo com solo úmido, e utilização de herbicidas com baixa eficiência para plantas daninhas perenes têm favorecido o aumento e a dispersão de plantas de capim-capivara pelas várzeas gaúchas. Apresenta ainda elevada capacidade de alongar rapidamente as hastes e formar raízes adventícias quando em áreas alagadas, além de possuir aerênquimas nos tecidos das hastes, folhas e raízes (Kibbler & Bahnisch, 1999).

Para determinar a eficiência de herbicidas, parâmetros como mortalidade de plantas, redução da biomassa e rebrotamento têm sido utilizados por pesquisadores na Austrália. Em estudos preliminares, os herbicidas haloxyfop-methyl, fluazifop-p-buthyl, imazapyr, hexazinone e glyphosate têm-se destacado (Charleston, 2006), porém com informações vagas e divergentes quanto ao controle, devido principalmente a diferenças no estágio de desenvolvimento, ambiente (aquático ou terrestre), proporções do dossel no momento da aplicação, além de a maioria das informações estar direcionada para áreas não agrícolas.

Devido a essas características, estratégias eficazes para o controle de *H. amplexicaulis* são limitadas e a sua localização, em áreas sujeitas à deposição de nutrientes, agrava as dificuldades de controle, por favorecer o crescimento vegetativo e acúmulo de reservas pelas plantas. No Brasil, não há herbicidas registrados para o controle dessa planta daninha (Brasil, 2012), e os dados encontrados na literatura, além de escassos e restritos a poucos herbicidas, divergem quanto às doses e ao controle obtido.

Assim, estudos são necessários a fim de determinar a eficiência de herbicidas, em diversas doses, no controle de capim-capivara em diferentes estádios de desenvolvimento situação comumente constatada em campo. Este trabalho teve por objetivo identificar, através de curvas de dose-resposta, a sensibilidade de plantas jovens e perenizadas de *H. amplexicaulis* a diferentes doses de herbicidas, quantificada pelos percentuais de controle e redução da biomassa seca.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação. O experimento 1 foi conduzido de janeiro a março de 2010, utilizando vasos de polietileno de 2 L de capacidade, e o experimento 2, de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, usando vasos de 15 L de capacidade, ambos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para ambos os ensaios, as mudas de capim-capivara, provenientes do enraizamento de nós caulinares basais, foram coletadas em infestações estabelecidas em lavoura de arroz irrigado, no município de Formigueiro, RS.

Os vasos foram preenchidos com solo, previamente peneirado e adubado conforme as recomendações de adubação para a cultura do arroz irrigado (Reunião..., 2010). O solo, um Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, de textura média, foi coletado em área de várzea, na profundidade de 0-10 cm. A análise

química do solo determinou $pH_{\text{água}(1:1)} = 4,7$; $P = 9,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 56 \text{ mg dm}^{-3}$; argila = 19%; $MO = 1,4\%$; $Ca = 2,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e $Al = 0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

No experimento 1, a aplicação dos herbicidas (Tabela 1) foi feita em 6 de março de 2010, quando as plantas se encontravam em pleno desenvolvimento vegetativo, com o colmo principal apresentando de três a quatro folhas desenvolvidas e, em média, três perfilhos pequenos por planta, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , equipado com pontas do tipo leque (110015), com volume de calda equivalente a 167 L ha^{-1} . A temperatura média no momento da aplicação foi de $22,8 \text{ }^\circ\text{C}$, e a umidade relativa média do ar, de 62,5%. Após 24 horas, os vasos foram irrigados, sendo mantidos com lâmina de água até o término do experimento, aos 21 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas.

No experimento 2, três plantas de *H. amplexicaulis* foram transplantadas em cada vaso, sendo realizadas duas adubações: a primeira, no preparo do solo, previamente ao transplante, e a segunda, em outubro de 2010, no início da nova estação de crescimento. Nesse ensaio, devido à restrição de espaço, os tratamentos foram compostos apenas por glyphosate e pela mistura formulada de imazapic e imazapyr. A pulverização foi realizada em 16 de dezembro de 2010, quando as plantas perenizadas, com estolões e estruturas de reservas (rizomas) bem desenvolvidos,

Tabela 1 - Tratamentos utilizados nos experimentos 1 e 2, para controle de plantas jovens e perenizadas de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2010

Herbicida	Dose aplicada								
	0	25 ^{5/}	50	75	100	125	150	175	200
Experimento 1 - Plantas jovens									
Cyhalofop-butyl ^{1/}	0	0,44 ^{6/}	0,88	1,31	1,75	2,19	2,62	3,06	3,50
Imazapic + imazapyr ^{2/}	0	35,00 ^{7/}	70,00	105,00	140,00	175,00	210,00	245,00	280,00
Glyphosate ^{3/}	0	1,12	2,25	3,38	4,50	5,62	6,75	7,88	9,00
Amônio glufosinate ^{4/}	0	1,12	2,25	3,38	4,50	5,62	6,75	7,88	9,00
Experimento 2 - Plantas perenizadas									
Imazapic + imazapyr	0	35,00	70,00	105,00	140,00	175,00	210,00	245,00	280,00
Glyphosate	0	1,12	2,25	3,38	4,5	5,62	6,75	7,88	9,00

^{1/} 180 g i.a. L⁻¹. ^{2/} 175 g e.a. kg⁻¹ + 525 g e.a. kg⁻¹. ^{3/} 480 g e.a. L⁻¹. ^{4/} 200 g i.a. L⁻¹. ^{5/} Percentual da dose-referência recomendada para o controle de gramíneas perenes. ^{6/} Cyhalofop-butyl, glyphosate e amônio glufosinate – doses expressas em L p.c. ha⁻¹. ^{7/} Imazapic + imazapyr – doses expressas em g p.c. ha⁻¹.



apresentavam novos perfilhos, com três a quatro folhas.

Utilizou-se o mesmo pulverizador, com volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹, devido à grande quantidade de material vegetal por pote. A temperatura média no momento da aplicação foi de 25,3 °C, e a umidade relativa média do ar, de 68,9%. As plantas, irrigadas 24 horas após o tratamento, foram conduzidas sob irrigação, com lâmina d'água até os 35 DAA. Os vasos, em ambos os experimentos, tiveram sua localização alterada de forma aleatória a cada sete dias.

As avaliações de controle, efetuadas por dois avaliadores independentes, foram realizadas aos 7, 14 e 21 DAA (experimento 1), quando houve 100% de controle para alguns tratamentos, e aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA (experimento 2). O efeito dos herbicidas sobre as plantas foi determinado por avaliações visuais, com base em escala percentual, em que 0 equivaleu à ausência de injúrias e 100%, à morte das plantas (Frans & Crowley, 1986).

Ao final das avaliações de controle, realizou-se a coleta das plantas, para determinação da biomassa verde e, após a secagem em estufa a 70 °C, da biomassa seca; entretanto, foram utilizados somente os dados da variável biomassa seca, pois a biomassa verde apresentou

grande variabilidade. Os resultados de biomassa da matéria seca da parte aérea foram transformados em porcentagem da testemunha. Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e à normalidade e submetidos à análise de variância. Para avaliação dos efeitos de dose, foram realizadas análises de regressão, utilizando o modelo log-logístico proposto por Seefeldt et al. (1995), sendo os valores estimados para o C₅₀ e BS₅₀ expressos em porcentagem das doses utilizadas como referência, para fins de comparação entre os herbicidas utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 - Plantas jovens

As plantas de *Hymenachne amplexicaulis* manifestaram distinta sensibilidade aos herbicidas utilizados, porém apresentaram maiores percentuais de controle e redução da biomassa seca com o aumento das doses (Figura 1). Quando comparados os tratamentos, os herbicidas amônio glufosinate e cyhalofop-butyl promoveram maiores percentuais de controle e redução da biomassa seca em menores doses do que o glyphosate e a mistura formulada de imazapic e imazapyr. Entretanto, no intervalo de doses testado, somente os dois últimos causaram a morte das plantas.

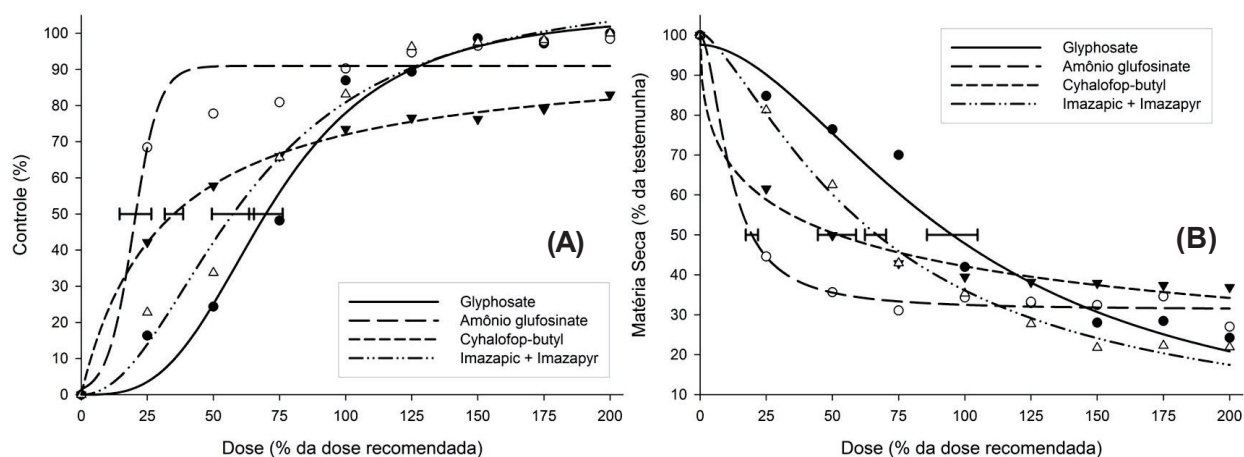


Figura 1 - Percentual de controle (A) e redução da biomassa seca (B) de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis*, aos 21 DAA, por diferentes doses dos herbicidas glyphosate (480 g e.a. L⁻¹), amônio glufosinate (200 g i.a. L⁻¹), cyhalofop-butyl (180 g i.a. L⁻¹) e da mistura formulada de imazapic (175 g i.a. kg⁻¹) e imazapyr (525 g i.a. kg⁻¹). Santa Maria-RS, 2010. Barras de erro correspondem ao intervalo de confiança em 95% de probabilidade de erro da dose que causa 50% de controle (C₅₀) e de redução da biomassa seca (BS₅₀). Santa Maria-RS, 2010.

Os resultados de controle proporcionados pelo cyhalofop-butyl foram superiores aos relatados por Capitânio et al. (2003), em ensaio conduzido em campo, com infestação preestabelecida, em que 1,5 L p.c. ha⁻¹ proporcionou controle de 62%, aos 15 DAA. Entretanto, aos 30 e 45 DAA, houve gradual recuperação das plantas, reduzindo os percentuais de controle para 54 e 52,5%, respectivamente. Ao avaliar o controle decorrente da aplicação desse herbicida em infestação estabelecida após o preparo do solo, Menezes & Ramirez (2003) relataram, para doses de 0,5; 0,75; 1,0; e 1,25 L p.c. ha⁻¹, controle de 90, 98, 98 e 100%, respectivamente, aos 30 DAA.

A divergência entre os resultados de controle de capim-capivara pelo cyhalofop-butyl pode ser explicada, entre outras causas, pela diferente quantidade de reservas e estágio fenológico no momento da aplicação, entre os experimentos mencionados. O estágio juvenil, de três a quatro folhas, assim como a fragmentação das plantas para o transplante, o que também ocorre após sucessivas gradagens, nas operações de preparo do solo, tornam as plantas mais sensíveis ao herbicida, que atua nos pontos de crescimento. Segundo Jordan et al. (1997), quando a aplicação de herbicidas é feita com as plantas daninhas nos estádios de uma a três folhas (pós-inicial), a eficiência aumenta, proporcionando nível aceitável de controle.

As plantas manifestaram elevada sensibilidade ao amônio glufosinate, desenvolvendo severa necrose das folhas já aos 7 DAA, com maiores percentuais de controle em menores doses, com C₅₀ de apenas 20% (Tabela 2); contudo, nas doses utilizadas, ocorreu a morte dos perfilhos jovens e injúrias severas na planta-mãe (colmo principal), mas não houve morte total de plantas, com início do rebrotamento já aos 21 DAA, quando do encerramento do experimento. Essa sensibilidade ao glufosinato foi confirmada pelos percentuais de biomassa seca, com significativa redução da biomassa em doses baixas (BS₅₀ = 11%), bem abaixo da dose-referência, mas sem resposta com o aumento da quantidade de herbicida.

O amônio glufosinate provoca o acúmulo de amônia nas plantas tratadas, devido à inibição da ação da enzima glutamina sintetase, a qual é responsável pela conversão de

glutamato mais a amônia em glutamina (Wendler et al., 1992), causando lesões foliares, como amarelecimento e necrose, e provocando a morte em até duas semanas. Por não translocar nas plantas, sua ação está limitada aos locais de contato com o tecido vegetal, exigindo maior qualidade da aplicação; em *H. amplexicaulis*, sua ação restrita pode ser atribuída à rápida recuperação das plantas.

Apesar de herbicidas com comportamentos diferentes – o glyphosate – de ação total, e a mistura formulada de imazapic e imazapyr, seletiva para cultivares de arroz irrigado portadores da tecnologia Clearfield® –, as plantas jovens de *H. amplexicaulis* apresentaram similar sensibilidade aos ativos, que causaram a morte das plantas, com 176 e 171% das doses-referência utilizadas para esses produtos, respectivamente (Tabela 3). Todos os herbicidas reduziram a biomassa seca das plantas em relação à testemunha; o glyphosate e o imazapic + imazapyr ocasionaram os maiores percentuais de redução.

O glyphosate transloca-se no floema seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, das folhas fotossinteticamente ativas, em direção às partes em crescimento, para manutenção do metabolismo e/ou formação de produtos de reserva (Hetherington et al., 1998); assim, o estágio fenológico das plantas, pleno desenvolvimento vegetativo e início da formação de rizomas, teria favorecido o controle por esse herbicida.

Experimento 2 - Plantas perenizadas

Os herbicidas glyphosate e a mistura formulada de imazapic + imazapyr, por apresentarem maior controle das plantas jovens, foram reavaliados em plantas de capim-capivara cultivadas por aproximadamente um ano. Dentro do intervalo de doses testado, somente o glyphosate proporcionou percentuais de controle de 50% (Figura 2), com C₅₀ = 192 %, porém com BS₅₀ de 218% da dose-referência, com sintomas evoluindo de clorose, nas avaliações iniciais, até necrose, aos 35 DAA, mas com rebrotamento das plantas. Na Austrália, Charleston (2006) relata a utilização de até 5.040 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (14 L p.c. ha⁻¹) ou 386 g i.a. ha⁻¹ de haloxyfop-methyl (0,77 L p.c. ha⁻¹) para



Tabela 2 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis* às doses dos herbicidas cyhalofop-butyl (180 g i.a. L⁻¹), imazapic (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapyr (525 g e.a. kg⁻¹), glyphosate (480 g e.a. L⁻¹) e amônio glufosinate (200 g i.a. L⁻¹). Santa Maria-RS, 2010

Herbicida	y ₀	a	b	x ₀	R ²	P	Equação
Parâmetros estimados para controle							
Cyhalofop-butyl	-	94,5196	-0,9960	31,2223 ^{2/}	0,9974	0,0001	Log ^{3/}
		(5,2423) ^{1/}	(0,1360)	(3,4855)			
Imazapic + Imazapyr	-	112,8304	-2,0854	64,0264	0,9765	0,0001	Log
		(10,1511)	(0,4469)	(7,9381)			
Glyphosate	-	105,9784	-3,1637	72,3828	0,9666	0,0001	Log
		(8,2681)	(0,8037)	(6,3613)			
Amônio glufosinate	-	90,9813	4,8301	19,7108	0,9279	0,0002	Sig ^{4/}
		(3,1714)	(5,2462)	(6,0226)			
Parâmetros estimados para biomassa seca							
Cyhalofop-butyl	-	100,1585	0,4856	51,6940 ^{5/}	0,9865	0,0001	Log
		(2,3955)	(0,0549)	(7,2004)			
Imazapic + Imazapyr	-	100,6326	1,4128	66,2532	0,9905	0,0001	Log
		(2,7217)	(0,0966)	(3,9889)			
Glyphosate	-	97,6300	1,8233	97,8329	0,9561	0,0001	Log
		(5,3162)	(0,2966)	(9,5532)			
Amônio glufosinate	31,2122	68,7894	1,8421	11,5251	0,9843	0,0001	Log ^{6/}
	(2,3207)	(3,6496)	(1,2624)	(5,9950)			

^{1/} Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão do parâmetro.

^{2/} Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de controle (C₅₀) em plantas de *H. amplexicaulis*.

^{3/} Equação logística de três parâmetros
$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

^{4/} Equação sigmoidal de três parâmetros
$$y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

^{5/} Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de redução de massa da biomassa seca (BS₅₀) da parte

aérea de plantas de *H. amplexicaulis*
$$y = y_0 + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

^{6/} Equação logística de quatro parâmetros.

controle de *H. amplexicaulis* em áreas não agrícolas.

A mistura de imazapic e imazapyr, mesmo na dose de 200%, causou leves injúrias nas folhas e colmos, com sintomas como clorose, que evoluiu para nervuras arroxeadas, e

Tabela 3 - Doses de cyhalofop-butyl, imazapic + imazapyr, glyphosate e amônio glufosinate necessárias para os respectivos controles, calculadas por meio do modelo logístico ajustado para os dados das curvas de dose-resposta de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2011

Herbicida	Dose-referência ^{1/}	C ₅₀ ^{2/}	C ₁₀₀ ^{3/}
	(L p.c. ha ⁻¹ ou g p.c. ha ⁻¹)		
Cyhalofop-butyl	1,75	0,61	^{4/}
Imazapic + Imazapyr	140,00	49,10	240,0
Glyphosate	4,50	3,14	7,9
Amônio glufosinate	4,50	0,89	-

^{1/} Correspondente à dose de 100%. ^{2/} Dose que proporcionou 50% de controle. ^{3/} Dose a partir da qual ocorreu morte das plantas.

^{4/} Nas doses testadas, não ocasionou morte das plantas.

necrose, principalmente do ápice foliar, porém sem causar a morte das plantas. Os valores do C₅₀ e do BS₅₀, 310 e 351% (Tabela 4), respectivamente superiores aos encontrados para o glyphosate, evidenciam a menor

sensibilidade das plantas perenizadas de capim-capivara ao herbicida, contudo, a ausência de controle pode estar limitada às doses utilizadas no experimento, para ambos os herbicidas.

A maior redução da biomassa seca das plantas de capim-capivara tratadas com glyphosate, no período avaliado, pode ser explicada pela maior velocidade de controle desse herbicida, se comparado à mistura formulada utilizada, pois ele interrompe o ciclo do carbono no cloroplasto, causando redução na síntese de carboidratos e diminuindo o transporte destes para os drenos (Satchivi et al., 2000). Segundo Taiz & Zeiger (2004), o glyphosate se movimenta muito rápido pela planta, e esse movimento está associado às velocidades de transporte de açúcares no floema, que são elevadas. Em contrapartida, ao avaliar o controle de *Brachiaria subquadripara* e *B. mutica*, Carbonari et al. (2003) constataram que o controle proporcionado pelo imazapyr é bastante lento, porém sempre crescente.

De acordo com Charleston (2006), na Austrália, o glyphosate é o principal herbicida usado no controle químico de *H. amplexicaulis*, porém sua eficiência pode ser variável – e em alguns casos, de apenas 50%; assim, as infestações são monitoradas e novamente tratadas a cada três meses. Segundo Diaz et al. (2003), pesquisas conduzidas na Universidade da Flórida mostraram que 4.260 g e.a. ha⁻¹ de

glyphosate ou 1.121 g i.a. ha⁻¹ de imazapyr promoveram controle superior a 90%, três meses após o tratamento. Ainda segundo esses autores, quando tratadas com glyphosate, verifica-se rebrotamento das plantas, ao passo que o controle proporcionado por imazapyr é mais duradouro, podendo chegar a um ano ou mais, conforme condições ambientais (Ismail & Ahmad, 1994).

Os resultados comprovam a necessidade de doses maiores do que o normalmente recomendado para gramíneas perenes, para controle satisfatório do capim-capivara, e permitem concluir que plantas de *H. amplexicaulis* em estádios juvenis de desenvolvimento são sensíveis aos herbicidas testados. Entretanto, nas doses avaliadas, somente o glyphosate e a mistura formulada de imazapic e imazapyr causam a morte das plantas. Em plantas perenizadas, as doses testadas desses herbicidas não proporcionam controle satisfatório, evidenciando a dificuldade de controle dessa planta daninha quando em estádios avançados de desenvolvimento.

Sumarizando os resultados deste estudo, a utilização de doses acima das recomendadas a fim de proporcionar maiores percentuais de controle não se justifica. Assim, a integração de práticas de manejo que desfavoreçam o estabelecimento de plantas de capim-capivara – como drenagem do solo na entressafra, preparo com solo seco, controle em estádios

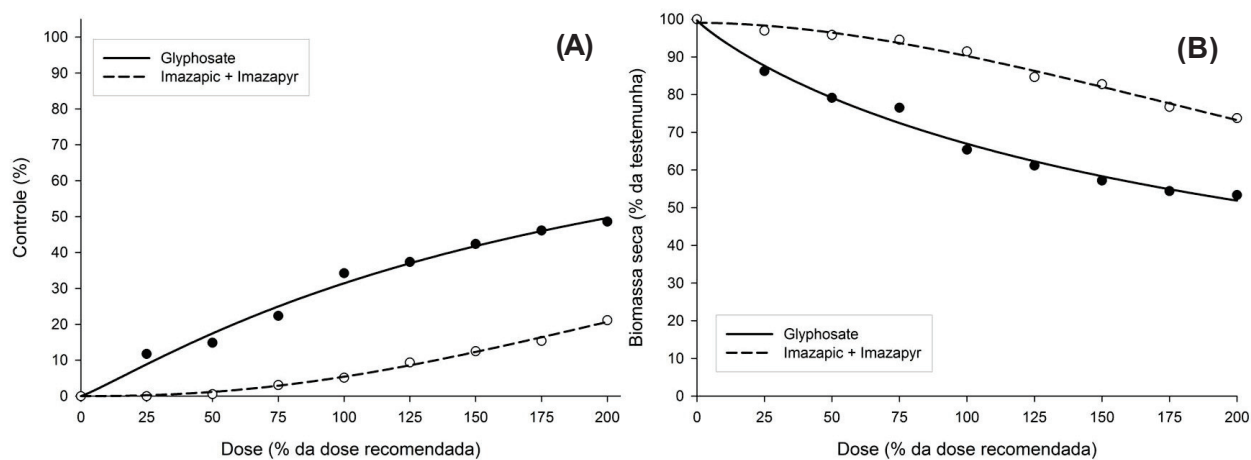


Figura 2 - Percentual de controle (A) e redução da biomassa (B) de plantas perenizadas de *Hymenachne amplexicaulis* por diferentes doses dos herbicidas imazapic (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapyr (525 g e.a. kg⁻¹) e glyphosate (480 g e.a. L⁻¹), aos 35 DAA. Santa Maria-RS, 2011.



Tabela 4 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas cultivadas de *Hymenachne amplexicaulis* às doses dos herbicidas imazapic (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapyr (525 g e.a. kg⁻¹) e glyphosate (480 g e.a. L⁻¹). Santa Maria-RS, 2011

Herbicida	a	b	x ₀	R ²	P	Equação
Parâmetros estimados para controle						
Imazapic + Imazapyr	77,2029	-2,2808	310,9012 ^{2/}	0,9934	<0,0001	Log ^{3/}
	(31,8314) ^{1/}	(0,1830)	(86,0718)			
Glyphosate	97,0857	-1,1268	192,2585	0,9854	0,0001	Log
	(21,5083)	(0,1312)	(72,9568)			
Parâmetros estimados para biomassa seca						
Imazapic + Imazapyr	99,0204	1,8487	351,5283 ^{4/}	0,9815	<0,0001	Log
	(0,9423)	(0,2105)	(26,3432)			
Glyphosate	99,7084	0,9148	218,3986	0,9832	<0,0001	Log
	(2,0325)	(0,0858)	(15,0396)			

^{1/} Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão do parâmetro. ^{2/} Dose do herbicida (% da dose-referência) que causa 50% de

controle (C50) em plantas de *H. amplexicaulis*. ^{3/} Equação logística de três parâmetros $y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$. ^{4/} Dose do herbicida (% da dose-

referência) que causa 50% de redução de massa da biomassa seca (BS₅₀) da parte aérea de plantas de *H. amplexicaulis*.

juvenis, aplicações sequenciais de herbicidas e inibição da produção de sementes – pode auxiliar na redução da infestação por essa planta daninha.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor.

LITERATURA CITADA

AMILIBIA, E.P., et al. **Controle químico da grama-boiadeira na cultura do arroz irrigado**. 2007. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20070919130022.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2010.

ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

ANTEN, N. P. R. et al. Nitrogen distribution and leaf area indices in relation to photosynthetic nitrogen use efficiency in savanna grasses. **Plant Ecology**, v. 138, n. 1, p. 63-75, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: 2010. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 fev. 2012.

CAPITÂNIO, J. et al. Eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003. Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p. 706-708.

CARBONARI, C. A. et al. Controle de *Brachiaria subquadripata* e *Brachiaria mutica* através de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, p. 79-84, 2003. Número Especial

CHARLESTON, K. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) management. Control methods and case studies**. 2006. Disponível em: <<http://resourceeconomics.cqu.edu.au/FCWViewer/getFile.do?id=7443>>. Acesso em: 18 mar. 2010.

CSURHES S. M. et al. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland**. Pest Status Review Series. Land Protection Dept. of Nat. Resour. Queensland, Australia, 43 p. 1999. Disponível em: <www.nrm.qld.gov.au/pests/psas/pdfs/Hymenachne.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2010.

DIAS-FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C. G. S. et al. (Ed.). **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM**, 22., 2005, Piracicaba. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 71-93.

DIAZ, R. et al. **Exotics in the Wetlands: West Indian marsh grass**. 2003. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN49100.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2010.



- FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research Methods in Weed Science**. 3.ed. Champaign: 1986. p. 29-45.
- HETHERINGTON, P. et al. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **J. Exper. Bot.**, v. 50, n. 339, p. 1567-1576, 1998.
- ISMAIL, B. S.; AHMAD, A. R. Attenuation of the herbicidal activities of glufosinate-ammonium and imazapyr in two soils. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 47, n. 4, p. 279-285, 1994.
- JIMÉNEZ E. G.; ESCOBAR, A. Flood adaptations and productivity of Savanna grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 13., 1977, Leipzig, German Democratic Republic. **Anais...** Leipzig: 1977. p. 3-5.
- JORDAN, D. L. et al. Comparison of graminicides applied at equivalent costs in soybean (*Glycine max*). **Weed Technol.**, v. 11, n. 4, p. 804-809, 1997.
- KIBBLER, H.; BAHNISCH, L. M. Physiological adaptations of *Hymenachne amplexicaulis* to flooding. **Austr. J. Agric. Res.**, v. 39, n. 5, p. 429-435, 1999.
- KINNEAR, S. et al. **Ecological, economic and social considerations of spray control for Hymenachne**. Technical Summary, 11 p. 2008. Disponível em: <<http://lwa.gov.au/node/2589>>. Acesso em: 12 fev. 2010.
- MARTINS, D. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light - RJ. **Planta Daninha**, v. 21, p. 105-108, 2003. Número Especial.
- MEDINA, E.; MOTTA, N. Metabolism and distribution of grasses in tropical flooded savannas in Venezuela. **J. Trop. Ecol.**, v. 6, n. 1, p. 77-89, 1990.
- MENEZES, V. G.; RAMIREZ, H. B. Controle de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) e capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) com o herbicida Clincher em arroz no sistema de cultivo pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 3., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 507-509
- SATICHIVI, N. et al. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Sci.**, v. 48, n. 6, p. 675-679, 2000.
- SEEFELDT, S. S. et al. Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technol.**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010: Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.
- STURZA, V. S. et al. Qualidade forrageira do capim-capivara em áreas de várzea, na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ci. Rural**, v. 41, n. 5, p. 883-887, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, 2002. 719 p.
- WENDLER, C. A. et al. Effect of glufosinate (phosphinothricin) and inhibitors of photorespiration on photosynthesis and ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity. **J. Plant Physiol.**, v. 139, n. 2, p. 666-671, 1992.

