

## Curvas de dose-resposta e eficácia de herbicidas inibidores da enzima ALS aplicados em pré-emergência sobre espécies de *Amaranthus*<sup>1</sup>

Dose-response curves and ALS enzyme inhibitor herbicides efficacy of pre-emergence applications in *Amaranthus* species

Alessandra Constantin Francischini<sup>2</sup>; Jamil Constantin<sup>3</sup>; Rubem Silvério de Oliveira Jr.<sup>3</sup>; Gizelly Santos<sup>4</sup>; Hudson Kagueyama Takano<sup>5</sup>; Luiz Henrique Franchini<sup>4</sup>; Guilherme Braga Pereira Braz<sup>4</sup>

**Resumo** - Plantas daninhas do gênero *Amaranthus* podem causar grandes perdas de produtividade nas culturas de interesse econômico se não controladas corretamente, entre elas as do algodoeiro. Para que isso não aconteça é necessário a correta identificação das espécies, além da adequação de herbicidas e doses a serem utilizadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver as curvas de dose-resposta de herbicidas inibidores da enzima ALS (trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium) aplicados em pré-emergência, afim de verificar a eficácia de controle sobre espécies de *Amaranthus* (*A. hybridus*, *A. viridis*, *A. lividus* e *A. deflexus*) e a diferença de suscetibilidade entre elas. Para cada herbicida foram conduzidos experimentos isolados, onde as doses utilizadas em g ha<sup>-1</sup> foram: 0,0; 1,8; 3,7; 7,5; 15,0 e 30,0 para trifloxysulfuron-sodium e 0; 35; 70; 140; 280 e 560 para pyriithiobac-sodium, equivalentes a 0, ¼, ½, 1, 2 e 4 vezes a dose comercial recomendada para solos de textura franco-argilosa. Os resultados indicaram que as doses utilizadas nas curvas de dose-respostas de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium proporcionaram controles acima de 80% para todas as espécies de *Amaranthus*, caracterizando a possibilidade de utilização dos herbicidas em aplicações em pré-emergência. Houve diferença de suscetibilidade entre as espécies de *Amaranthus*, sendo *A. hybridus* e *A. lividus* as mais suscetíveis a ambos herbicidas.

**Palavras-chaves:** trifloxysulfuron-sodium, pyriithiobac-sodium, suscetibilidade

**Abstract** - Weeds from *Amaranthus* genus may cause major yield losses in economic crops, including cotton, if not controlled properly. In order to avoid it, it's necessary correct species identification, besides herbicides suitability and recommended doses. The aim of this study was to develop the dose-response curve of ALS enzyme inhibitors herbicides (trifloxysulfuron-sodium and pyriithiobac-sodium) applied in pre emergence conditions becoming possible to verify the control effectiveness over four important species of *Amaranthus* (*A. hybridus*, *A. viridis*, *A. lividus* and *A. deflexus*) as well as the difference in susceptibility between them. For each herbicide, isolated experiments were carried out and studied doses were: 0; 1.8; 3.7; 7.5; 15.0 and 30.0 for trifloxysulfuron-sodium and 0; 35; 70; 140; 280 e 560 for pyriithiobac-sodium, equivalent to 0, ¼, ½, 1, 2 and 4 times recommended rate for clay loam soils. Results indicated that used doses to obtain dose-response curve of trifloxysulfuron-sodium and pyriithiobac-sodium

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 29/10/2012 e aceito em 30/03/2013.

<sup>2</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil. Email: <[aleconstantin@agronoma.eng.br](mailto:aleconstantin@agronoma.eng.br)>. (Autora para correspondência).

<sup>3</sup> Professores do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

<sup>4</sup> Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

<sup>5</sup> Acadêmico da Faculdade de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

provided control higher than 80% for all *Amaranthus* species, characterizing the possibility of herbicides application in pre emergence conditions. Besides it, differential susceptibility between *Amaranthus* species were reported, being *A. hybridus* and *A. lividus* the most susceptible species to both herbicides.

**Keywords:** trifloxysulfuron-sodium, pyriithiobac-sodium, susceptibility

## Introdução

Vários são os fatores que limitam a exploração de uma cultura comercial. Dentre eles, destaca-se a interferência das plantas daninhas, que, em casos extremos, pode ocasionar prejuízos superiores a 90% da produtividade (Freitas et al., 2006).

As espécies do gênero *Amaranthus* têm se tornado plantas daninhas de grande importância em culturas como soja, milho, algodão e entre outras; competindo por luz, água e nutrientes (Guo & Al-Khatib, 2003). Em algumas culturas, reduzem a qualidade, a eficiência da colheita e ainda, o beneficiamento da pluma, como no caso do algodoeiro (Smith et al., 2000). Em experimentos realizados na Romênia, para 1 kg de massa seca de *Amaranthus retroflexus* em convivência com a cultura, a produção de milho reduziu em 0,1 kg quando utilizado controle manual e mecânico, e 0,5 kg quando o controle realizado foi apenas mecânico (Dogaru et al., 2012). Perdas de produção maiores que 78% na cultura da soja foram documentadas com uma única planta de *Amaranthus* spp. a cada 0,125 m na linha da soja (Bensch et al., 2003). Na cultura do milho, uma densidade equivalente a 1 planta de *Amaranthus palmeri* a cada 0,91 m da linha de milho promoveu perdas de produção de até 91 % no estado do Kansas, EUA (Morgan et al., 2001).

Na cultura do algodão, as espécies de *Amaranthus* têm se tornado um problema frequente no Brasil, devido à ineficácia na identificação de tais plantas e da quantidade escassa de herbicidas registrados para seu controle (Beltrão & Melhorança, 2001). Alguns dos herbicidas disponíveis podem ainda, selecionar biótipos mais tolerantes de *Amaranthus* spp., aumentando assim a

densidade populacional de algumas espécies, promovendo perdas na produção do algodoeiro superiores 54% (Massinga et al., 2001).

Reconhecendo-se o potencial de prejuízo à cultura do algodoeiro, atualmente espécies de *Amaranthus* são consideradas problema em campos de produção de algodão no Paquistão (Bukun, 2005), na Austrália (Walker et al., 2005) e nos Estados Unidos (Troxler et al., 2002; Porterfield et al., 2003; Murdock et al., 2004; Richardson et al., 2007). No Brasil, estas espécies ocorrem em todos os Estados, com maior concentração em regiões agrícolas (Kissmann e Groth, 1999).

O gênero *Amaranthus* possui cerca de 60 espécies conhecidas, dentre elas, o *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus hybridus* são os de maior incidência nos campos algodoeiros do Brasil (Maluf, 1999). No entanto, o manejo dessas espécies pode ser dificultado devido à carência de informações e identificação das plantas jovens, resultando em déficit de controle de plantas desse gênero. Alguns estudos comprovam ainda, que existe suscetibilidade diferencial entre as espécies de plantas do gênero *Amaranthus* a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência do algodoeiro (Carvalho et al., 2006; Raimondi et al., 2010).

Assim, o objetivo do trabalho foi elaborar curvas de dose-respostas de herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium (inibidores de ALS) aplicados em pré-emergência, afim de verificar a eficácia de controle sobre quatro espécies de *Amaranthus* (*A. hybridus*, *A. viridis*, *A. lividus* e *A. deflexus*), assim como investigar as possíveis diferenças de suscetibilidade entre elas.

## Material e Métodos

As sementes de *Amaranthus* spp. consideradas como suscetíveis foram retiradas de plantas presentes em áreas que não foram realizadas aplicações de nenhum tipo de herbicidas há mais de 5 anos.

Como o objetivo principal do trabalho não era comparar a eficácia dentre os herbicidas testados, e sim avaliar a eficácia dos produtos no controle das espécies, foram realizados dois experimentos em casa-de-vegetação, no período de outubro a novembro de 2010, no Centro de Tecnológico de Irrigação - CTI, Maringá-PR.

As amostras de solo, que constituíram as unidades experimentais (vasos com capacidade volumétrica para 3,0 dm<sup>3</sup> de solo) apresentavam textura argilo-arenosa com características de pH em água de 5,50; 4,62 cmol<sub>c</sub> de H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> dm<sup>-3</sup> de solo; 4,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,29 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 2,22 mg dm<sup>-3</sup> de P; 4,13 g dm<sup>-3</sup> de C; 14% de areia grossa; 38% de areia fina; 6% de silte e 42% de argila.

Posteriormente ao preparo das unidades experimentais foram semeadas 50 sementes de cada espécie por vaso (*Amaranthus hybridus*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus viridis* e *Amaranthus deflexus*) na profundidade de 2 a 3 cm. As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas logo após a semeadura das espécies daninhas.

As doses dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium utilizadas para se obter as curvas de dose-resposta do controle das espécies de *Amaranthus* foram 0,00; 1,80; 3,70; 7,50; 15,00 e 30,00 g ha<sup>-1</sup> equivalente a doses de ¼, ½, 1, 2 e 4 vezes a dose comercial recomendada em bula. Para o herbicida pyriithiobac-sodium foram utilizadas doses de 0; 35; 70; 140; 280 e 560 g ha<sup>-1</sup> equivalente a doses de ¼, ½, 1, 2 e 4 vezes a dose comercial recomendada em bula. Para determinação das doses consideradas como dose 1, foram adotadas seguindo-se a recomendação em bula (dose comercial) de cada herbicida para o

controle das espécies de *Amaranthus* registradas.

As aplicações dos herbicidas foram desenvolvidas utilizando um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 35 lb pol<sup>-2</sup>, equipado com três pontas XR 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas 0,5 m da superfície do solo presente nos vasos, proporcionando taxa de 200 L ha<sup>-1</sup> de calda.

As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento inferior a 3,4 km h<sup>-1</sup>, temperatura do ar de 24°C e umidade relativa de 71%. Após a aplicação, as unidades experimentais foram irrigadas com lâmina d'água de 5 mm, sendo o mesmo volume de água disponibilizado diariamente até o término dos experimentos, mantendo assim a umidade uniforme.

Para ambos os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x6, constituído de quatro espécies de *Amaranthus* e seis doses dos respectivos herbicidas. Cada herbicida foi considerado um experimento isolado conduzidos com quatro repetições.

Avaliações referentes à porcentagem de controle (escala visual de 0 a 100%), em que 0% representa nenhum controle e 100% o controle total das plantas daninhas (SBCPD, 1995) foram realizadas aos 28 dias após semeadura (DAS).

Para os dois experimentos com doses crescentes dos herbicidas, os resultados da avaliação visual de controle foram inicialmente submetidos à análise de variância, e suas médias comparadas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Posteriormente, os dados para se obter as curvas de dose-resposta foram ajustados ao modelo de regressão não linear proposto por Streibig (1988).

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$$

Em que:

$y$  = controle percentual;

$x$  = dose do herbicida ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e;

$a$ ,  $b$  e  $c$  = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

$a$  = amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável;

$b$  = dose que proporciona 50% de resposta da variável;

$c$  = declividade da curva ao redor de  $b$ .

A partir das equações log-logísticas foram elaboradas as curvas de dose-resposta. Com base nos modelos ajustados, realizou-se o cálculo da dose do herbicida, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , que proporcionaria 80% de controle ( $I_{80}$ ). Para a realização do cálculo optou-se pela inversão do modelo log-logístico, deixando-o em função de  $y$ , de acordo com Carvalho et al. (2005):

$$x = b * \sqrt[c]{\frac{a}{y} - 1}$$

No modelo log-logístico inverso,  $b$  será igual a  $x$  toda vez que o resultado da raiz apresentar valor igual a 1. Por meio dos devidos cálculos matemáticos, ressalta-se que, para que esta condição seja atendida, é necessário que o  $y$  lançado na raiz seja a média aritmética entre o valor máximo e o valor mínimo obtidos para a variável dependente. Quando se estudam curvas do tipo dose-resposta, usualmente o primeiro ponto é a dose zero, que tem por resultado zero de controle. Assim, a raiz, no caso de uma curva de dose-resposta, será igual a 1 toda vez que o  $y$  lançado for a metade do ponto máximo obtido (Carvalho et al., 2005).

Sabendo que nem sempre o valor de 100% de controle é alcançado em curvas de dose-resposta, o valor do parâmetro  $b$  foi desconsiderado e realizou-se o cálculo

matemático de  $I_{80}$ , no instante em que se substitui o  $y$  da equação inversa por 80 (controle de 80% da população).

Os dados obtidos foram utilizados para obter as curvas de dose-resposta para as espécies de *Amaranthus* testadas e os valores de  $I_{80}$  foram usados para auxiliar na caracterização dos níveis de suscetibilidade da espécie de *Amaranthus* aos herbicidas aplicados em pré-emergência.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se as doses do herbicida trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium que proporcionaram controle de 80% ( $I_{80}$ ) das quatro espécies do gênero *Amaranthus* estudadas (*Amaranthus hybridus*, *Amaranthus viridis*, *Amaranthus deflexus* e *Amaranthus lividus*). De acordo com a fórmula proposta por Streibig (1988), valores de  $b$  correspondem à dose necessária para controlar 50% da população de plantas. Observando os valores de  $b$ , nota-se tendência à susceptibilidade diferencial entre as espécies de caruru aos herbicidas inibidores da enzima ALS aplicados em pré-emergência, visto que apresentaram ampla variação da dose de acordo com a espécie.

De acordo com os valores de  $b$  (Tabela 1), o trifloxysulfuron-sodium obteve controles acima de 80% para todas as espécies de *Amaranthus*, demonstrando elevada sensibilidade a este herbicida quando aplicado em pré-emergência. As doses de trifloxysulfuron-sodium que promoveram controle satisfatório ( $\geq 80\%$ ) para *A. hybridus*, *A. viridis*, *A. deflexus* e *A. lividus*, foram inferiores à dose recomendada ( $7,50 \text{ g ha}^{-1}$ ), o que demonstra alta sensibilidade destas espécies (Tabela 1). Entretanto, *A. hybridus* e *A. lividus* foram as duas espécies que demonstraram controle de 80% com doses de  $0,17$  e  $0,10 \text{ g ha}^{-1}$ , respectivamente. Da mesma forma, quando utilizadas às mesmas doses, maior tolerância foi verificada nas espécies *A. viridis* e *A. deflexus*.

**Tabela 1.** Estimativas dos parâmetros (a, b e c) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do modelo log-logístico, ajustados para trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium e doses para 80% ( $I_{80}$ ) de controle das plantas daninhas em relação à porcentagem de controle aos 28 dias após aplicação (DAA). Maringá, PR - 2011.

Herbicida	A	b	C	$R^2$	$I_{80}$ (g ha <sup>-1</sup> )
<b>Trifloxysulfuron-sodium</b>					
<i>A. hybridus</i>	98,4053	0,0020	-0,3549	0,99	0,017
<i>A. viridis</i>	112,7138	0,0100	-0,2866	0,99	2,260
<i>A. deflexus</i>	95,7101	0,7000	-2,1189	0,99	1,510
<i>A. lividus</i>	110,1986	0,0004	-0,1774	0,99	0,100
Herbicida	A	b	C	$R^2$	$I_{80}$ (g ha <sup>-1</sup> )
<b>Pyriithiobac-sodium</b>					
<i>A. hybridus</i>	139,0239	0,0001	-0,0598	0,99	0,020
<i>A. viridis</i>	98,2470	21,8000	-2,7905	0,99	37,02
<i>A. deflexus</i>	104,7930	0,0900	-0,3297	0,99	3,350
<i>A. lividus</i>	139,0239	0,0001	-0,0598	0,99	0,020

A suscetibilidade diferencial entre espécies de caruru também foi estudada por Carvalho et al. (2006). Os autores verificaram que *A. hybridus* foi uma das espécies mais suscetíveis ao trifloxysulfuron-sodium (3,75 g ha<sup>-1</sup>) e ao pyriithiobac-sodium (56 g ha<sup>-1</sup>) em relação a *A. deflexus* e *A. spinosus*. Desta maneira, a dose necessária de trifloxysulfuron-sodium para se obter 80% de controle da espécie *A. viridis* foi de 2,26 g ha<sup>-1</sup>, enquanto é necessário apenas 7% desta dose (0,17 g ha<sup>-1</sup>) para se obter a mesma porcentagem de controle do *A. hybridus*. Este fato sugere que apesar de ambas espécies apresentarem controle de 80% com doses abaixo da recomendada, a sensibilidade do *A. hybridus* a este herbicida foi muito maior do que a expressa pelo *A. viridis*.

Este efeito pode ser também observado na Figura 1, que esboça a curva de dose-resposta, assim como na Tabela 2, no qual pode-se perceber que há diferença entre o controle das espécies apenas quando utilizadas subdoses de trifloxysulfuron-sodium.

De acordo com os resultados demonstrados na Figura 1, a utilização da dose de 7,5 g ha<sup>-1</sup> (dose comercial recomendada) de trifloxysulfuron-sodium, aplicada em pré-

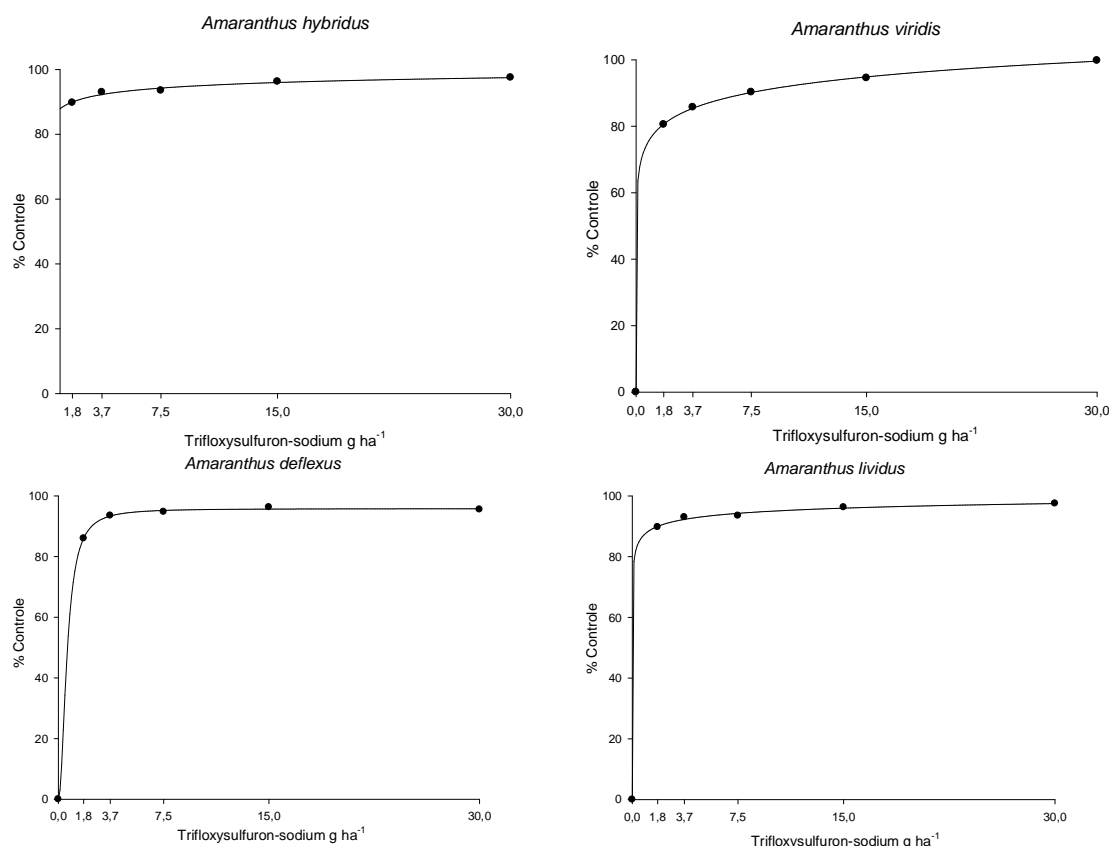
emergência, foi suficiente para alcançar níveis de controles superiores a 90% das quatro espécies avaliadas, tendo como alvo o primeiro fluxo de germinação.

Na Tabela 2, foi realizado teste de Tukey para diferenciar as médias de controle obtidas para as espécies em cada dose testada, aos 28 DAA. Tais dados evidenciam que todas as espécies foram controladas dentro do intervalo das doses de trifloxysulfuron-sodium, embora haja uma diferença de susceptibilidade entre as espécies de *Amaranthus*, principalmente quando são utilizadas doses abaixo da recomendada. Destaca-se que *Amaranthus viridis* foi à única espécie que diferiu das demais testadas quando se aplicou o trifloxysulfuron-sodium em doses iguais ou inferiores a 50% da recomendada, ressaltando-se que ainda sim, o controle desta espécie foi eficaz.

Resultados de suscetibilidade diferencial de espécies de *Amaranthus* a herbicidas também foram obtidos por Carvalho et al. (2006), Raimondi et al. (2010), Sweat et al. (1998) e Gosset & Toler (1999). Contudo, a suscetibilidade diferencial entre as espécies de plantas daninhas não se restringe apenas ao gênero *Amaranthus*. Outros trabalhos

conduzidos com espécies do gênero *Ipomoea* ao herbicida bentazon (inibidor do Fotossistema II) demonstraram grande diferença de suscetibilidade entre as espécies (McClelland et al., 1978; Mathis & Olive, 1980), em contrapartida, quando as aplicações foram realizadas com o herbicida inibidor da PROTOX (carfentrazone-ethyl) em *Ipomoea* spp., diferenças de controle não foram verificadas (Christoffoleti et al., 2006).

Ainda, em estudos de susceptibilidade diferencial entre as espécies de *Digitaria* realizado por Dias et al (2001), averiguaram que após aplicações do herbicida diuron, houve significativa diferença no controle da diferentes espécies deste gênero. Em resumo, seria possível estabelecer recomendações de doses mais específicas de trifloxysulfuron-sodium, em função das espécies de *Amaranthus* presentes nas áreas.



**Figura 1.** Curvas dose-resposta de *A. hybridus*, *A. viridis*, *A. deflexus* e *A. lividus* proporcionado por trifloxysulfuron-sodium.

**Tabela 2.** Controle (%) proporcionado pelo herbicida trifloxysulfuron-sodium após aplicação de doses crescentes aplicadas em diferentes espécies de *Amaranthus*.

Trifloxysulfuron	Doses g ha <sup>-1</sup>					
	0,00	1,80	3,70	7,50	15,00	30,00
<i>A. hybridus</i>	0,00	a 89,75	a 93,00	a 93,50	a 96,25	a 97,50
<i>A. viridis</i>	0,00	a 80,50	b 85,75	a 90,25	a 94,50	a 99,75
<i>A. deflexus</i>	0,00	a 86,00	Ab 93,50	a 94,75	a 96,25	a 95,50
<i>A. lividus</i>	0,00	a 88,50	Ab 91,50	a 93,25	a 96,25	a 99,00
DMS			8,85			
CV			6,20			

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados representados na Tabela 3 evidenciam que o pyrithiobac-sodium proporcionou controles acima de 80% para todas as espécies de *Amaranthus* testadas neste trabalho. Destaca-se ainda que a dose de pyrithiobac-sodium necessária para obter controle de 80% de espécies como *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus viridis*, *Amaranthus*

*deflexus* e *Amaranthus lividus* foi inferior àquela utilizada como dose comercial recomendada (140 g ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1). No entanto, apesar de ter sido obtido controle satisfatório de todas as plantas daninhas utilizadas neste trabalho, pode-se constatar diferença de suscetibilidade entre as espécies de *Amaranthus*.

**Tabela 3.** Controle (%) proporcionado pelo herbicida pyrithiobac-sodium após aplicação de doses crescentes aplicadas em diferentes espécies de *Amaranthus*.

Pyrithiobac	Doses g ha <sup>-1</sup>					
	0	35	70	140	280	560
<i>A. hybridus</i>	0,00 a	94,00 a	95,00 a	96,75 a	97,00 a	100,00 a
<i>A. viridis</i>	0,00 a	83,00 b	90,50 a	91,25 a	92,50 a	97,25 a
<i>A. deflexus</i>	0,00 a	92,00 ab	94,00 a	95,00 a	98,00 a	99,00 a
<i>A. lividus</i>	0,00 a	94,25 a	95,75 a	96,25 a	98,50 a	99,00 a
DMS	10,69					
CV	7,27					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Espécies como *A. hybridus* e *A. lividus* apresentaram 80% de controle quando tratadas com apenas 0,02 g ha<sup>-1</sup> de pyrithiobac-sodium, demonstrando alta susceptibilidade a este herbicida. Em contrapartida, foi necessário doses equivalentes a 1853 vezes a mais para controlar 80% de *A. viridis*, ou seja, a dose necessária foi de 37,02 g ha<sup>-1</sup> para obter tal controle (Tabela 1).

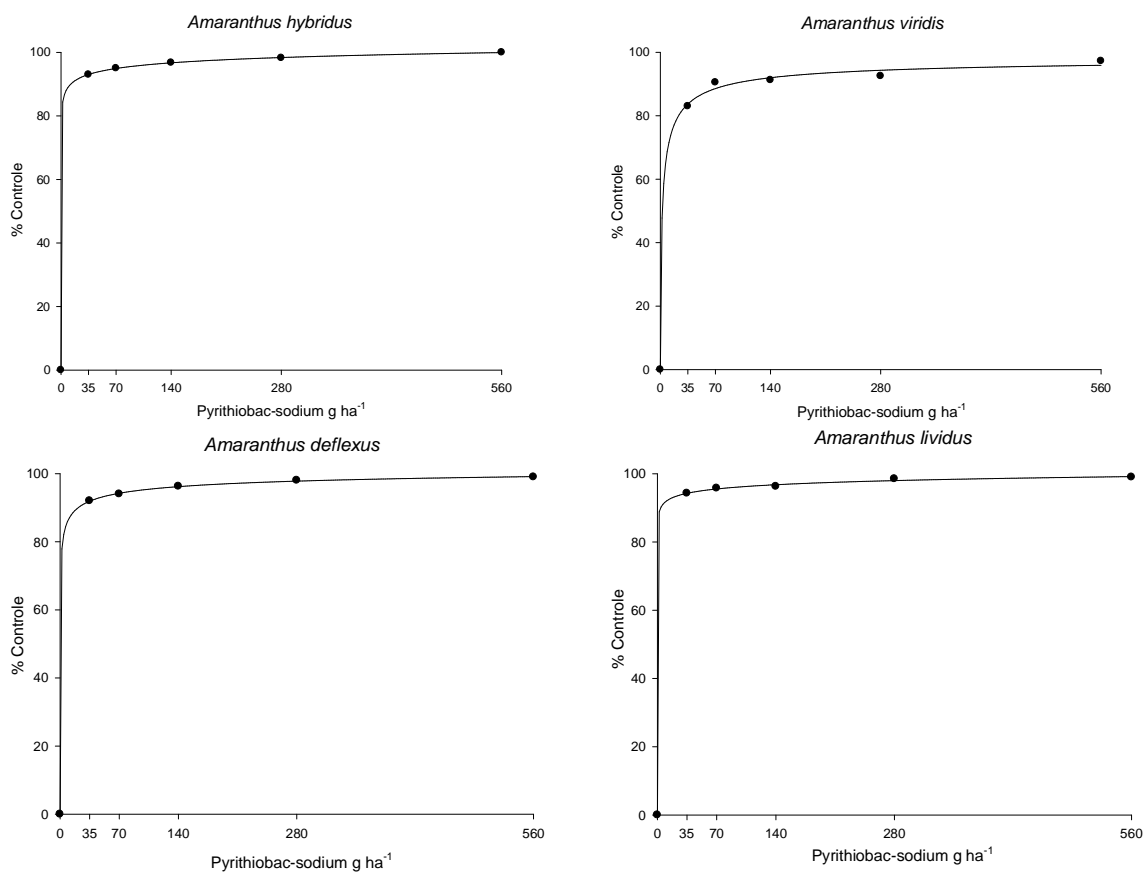
Comprova-se, assim, que *A. viridis* apresenta maior tolerância às aplicações realizadas com pyrithiobac-sodium (Tabela 1) em relação às demais espécies. Pela Figura 2 também é possível observar a mesma tendência, uma vez que com os valores encontrados na curva de dose-resposta, demonstram que as doses para controlar 80% de *A. viridis* e *A. deflexus* são maiores do que aquelas que promovem o mesmo controle de *A. viridis* e *A. lividus*. Esse resultado demonstra que é possível controlar plantas de *A. hybridus* e *A. lividus* com doses baixas. Ainda para o *A. deflexus*, doses de 3,35 g ha<sup>-1</sup> são suficientes para o controle de 80% de tais plantas.

Para a espécie *Amaranthus viridis*, a apesar da dose de 35 g ha<sup>-1</sup> de pyrithiobac-

sodium ter sido suficiente para proporcionar 80% de controle, a dose necessária ainda é 11 e 1851 vezes maior do que a necessária para controlar as demais espécies testadas, demonstrando maior tolerância da mesma ao herbicida pyrithiobac-sodium.

Na Tabela 3, também pode-se constatar que a única dose que apresentou diferença entre os controles proporcionados pelo pyrithiobac, entre as espécies de *Amaranthus*, foi a de 35 g ha<sup>-1</sup> (1/4 da dose recomendada), sendo essa a menor dose testada, evidenciando maior tolerância de *A. viridis* em relação às demais espécies.

Assim, observa-se que dentro dos intervalos de doses de trifloxysulfuron-sodium e pyrithiobac-sodium testados, obteve-se controle eficiente (≥80%) das espécies de *Amaranthus*, tendo diferença apenas no controle de *A. viridis* quando utilizado doses menores (1/4) de trifloxysulfuron-sodium (1,8 g ha<sup>-1</sup>) e pyrithiobac-sodium (35 g ha<sup>-1</sup>). No entanto, destaca-se ainda que tais doses são inferiores à dose recomendada para ambos os herbicidas.



**Figura 2.** Controle de *A. hybridus*, *A. viridis*, *A. deflexus* e *A. lividus* proporcionado por pyrithiobac-sodium.

## Conclusões

Subdoses de trifloxysulfuron-sodium e pyrithiobac-sodium proporcionaram controle satisfatório de *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus viridis*, *Amaranthus deflexus* e *Amaranthus lividus*. Houve susceptibilidade diferencial entre as espécies de *Amaranthus*, sendo *A. hybridus* e *A. lividus* as mais susceptíveis ao trifloxysulfuron-sodium e pyrithiobac-sodium.

## Referências

- BELTRÃO, N.E.M.; MELHORANÇA, A.L. **Plantas daninhas: importância e controle.** In: Algodão: tecnologia e produção. Campina Grande: EMBRAPA. p.227-236, 2001.
- BENSCH, C.N.; HORAK, M.J.; PETERSON, D. Interference of redroot pigweed

(*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. **Weed Science**, v.51, n.4, p. 37-43, 2003.

BUKÜN, B. Weed flora changes in cotton growing areas during the last decade after irrigation of Harran plain in Sanliurfa, Turkey. **Botany**, v.37, n.3, p.667-672, 2005.

CARVALHO, S.J.P. et al. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.535-542, 2005.

CARVALHO, S.J.P. et al. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.541-548, 2006.



- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. e *Commelina benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.83-90, 2006.
- DIAS, N. M. et al. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies susceptível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria spp.*). **Planta Daninha**, v. 21, n.2, p.293-300, 2003.
- DOGARU, G.V.; BUDOI, S. G.; SANDOIU, D.D.I. Determination of the *Amaranthus retroflexus* damage threshold in maize crop. **Advances in Agriculture & Botany**, v.4, n.1, p.1-5, 2012.
- FREITAS, R.S. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.339-346, 2006.
- GOSSETT, B.J.; TOLER, J.E. Differential control of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) by postemergence herbicides in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.13, n.1, p.165-168, 1999.
- GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*). **Weed Science**, v.51, n.6, p.869-875, 2003.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf, 1999. 978 p.
- MALUF, A.M. Competição intra-específica entre *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.1319-1325, 1999.
- MASSINGA, R.A. et al. Interference of Palmer amaranth in corn. **Weed Science**, v.49, n.3, p. 202-208, 2001.
- MATHIS, W.D.; OLIVE, L.R. Control of six morningglory species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.28, n.4, p.409-415, 1980.
- MCCLELLAND, M.R. et al. Responses of six morningglory (*Ipomoea*) species to bentazon. **Weed Science**, v.26, n.5, p.459-464, 1978.
- MORGAN, G.D.; BAUMANN, P.A.; CHANDLER, J.M. Competitive impact of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on cotton (*Gossypium hirsutum*) development and yield. **Weed Technology**, v.15, n.1, p.408-412, 2001.
- MURDOCK, S.W. et al. Adaptation and validation of HADSS for cotton production in Oklahoma. **Cotton Science**, v.8, n.1, p.42-54, 2004.
- PORTERFIELD, D. et al. Weed management with CGA-362622 in transgenic and nontransgenic cotton. **Weed Science**, v.51, n.6, p.1002-1009, 2003.
- RAIMONDI, M.A. et al. Atividade residual de herbicidas aplicados ao solo em relação ao controle de quatro espécies de *Amaranthus*. **Planta Daninha**, v.28, n.5, p.1073-1085, 2010.
- RICHARDSON, R.J. et al. Preemergence herbicides followed by tryfloxisulfuron postemergence in cotton. **Weed Technology**, v.21, n.1, p.1-6, 2007.
- SMITH, D.T. et al. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) impacts on yield, harvesting, and ginning in dryland cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v.14, n.1, p.122-126, 2000.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.
- STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v.28, n.6, p.479-484, 1988.
- SWEAT, J.K. et al. Herbicide efficacy on four *Amaranthus* species in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.12, n.2, p.315-321, 1998.

TROXLER, S.C. et al. Clomazone, fomesafen, and bromoxynil systems for bromoxynil-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.838-844, 2002.

WALKER, S. et al. A survey of management and economic impact of weeds in dryland cotton cropping systems of subtropical Australia. **Experimental Agriculture**, v.55, n.1, p.79-91, 2005.