

### **3 C.12 - PULVERIZAÇÃO DE GLYPHOSATE COM URÉIA + SULFATO DE AMÔNIO ALCANÇA MAIOR EFICÁCIA**

S.J.P. Carvalho<sup>1</sup>, A.C.R. Dias<sup>1</sup>, G.M. Shiomi<sup>1</sup>, P.J. Christoffoleti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Produção Vegetal, ESALQ / USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

E-mail: sjpcarvalho@yahoo.com.br; pjchrist@esalq.usp.br

**Resumo:** Dois experimentos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida glyphosate sobre plantas de *Digitaria insularis* quando pulverizado com solução de sulfato de amônio (SA), uréia (U) e U+SA. Aos 28 dias após aplicação, de acordo com curvas de dose-resposta (primeiro experimento), foram necessários 409 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate para controlar 50% da planta daninha (C<sub>50</sub>) quando água sem adjuvantes foi utilizada como veículo de pulverização. Para obtenção dos mesmos 50% de controle, as doses foram reduzidas para 373, 208 e 189 g ha<sup>-1</sup>, quando à água de pulverização foi adicionada uréia (5 g L<sup>-1</sup>), sulfato de amônio (15 g L<sup>-1</sup>) ou U+SA (2,5 + 7,5 g L<sup>-1</sup>), respectivamente. A redução na dose proporcionada pela combinação de glyphosate com U+SA também foi observada para controles de 80% (C<sub>80</sub>). No segundo experimento, a adição de U+SA à calda elevou o controle da menor dose de glyphosate (360 g ha<sup>-1</sup>), igualando-o à aplicação da maior dose (720 g ha<sup>-1</sup>) sem adjuvantes. Estes resultados evidenciam efeito complementar das fontes nitrogenadas quando adicionadas à calda de glyphosate, de modo que novos experimentos devem ser desenvolvidos em campo para validar esta constatação.

**Palavras-chave:** *D. insularis*, curva dose-resposta, dessecação, nitrogênio.

## **INTRODUÇÃO**

Visando facilitar a penetração/absorção foliar de xenobióticos, diversas substâncias podem ser adicionadas à calda de pulverização. Neste sentido, a uréia tem sido utilizada em aplicações foliares, como fonte de nitrogênio e como facilitador da penetração de nutrientes catiônicos e aniônicos e herbicidas (YAMADA *et al.*, 1965; DURIGAN, 1992). A adição de sulfato de amônio à calda de pulverização também tem sido associada ao incremento na eficácia de herbicidas (RUITER & MEINEN, 1996; YOUNG *et al.*, 2003). Contudo, não foram encontrados trabalhos que avaliaram a adição concomitante de uréia e sulfato de amônio à calda de pulverização. Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida glyphosate sobre plantas de capim-amargoso quando pulverizado com solução de sulfato de amônio (SA), uréia (U) e U+SA.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram desenvolvidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, no município de Piracicaba (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), Estado de São Paulo, Brasil, entre julho e dezembro de 2008. Cada parcela constou de um vaso com capacidade para 1,5 L, preenchido com mistura de substrato comercial e vermiculita, na proporção de 2:1, devidamente fertilizado. O capim-amargoso (*Digitaria*

*insularis* (L.) Fedde) foi considerado como planta teste, sendo mantido em densidade média de oito plantas por vaso.

No primeiro experimento, os tratamentos foram organizados em esquema fatorial entre sete doses de glyphosate (Roundup Original® - 360 g L<sup>-1</sup>) e quatro veículos de aplicação, com quatro repetições. As doses de glyphosate foram (g ha<sup>-1</sup>): 5760; 1440; 360; 90; 22,5; 5,6 e ausência de herbicida. Os veículos de aplicação foram: solução de uréia (U; 5 g L<sup>-1</sup>), solução de sulfato de amônio (SA; 15 g L<sup>-1</sup>), solução de U+SA (2,5 + 7,5 g L<sup>-1</sup>) e água pura.

O segundo experimento teve por objetivo comprovar os resultados obtidos com o primeiro trabalho. Para maior precisão experimental, foram utilizados apenas seis tratamentos com as doses que promoveram a maior amplitude de resposta e seis repetições. Os tratamentos utilizados no segundo experimento foram: glyphosate puro a 360 e 720 g ha<sup>-1</sup>; e glyphosate (360 g ha<sup>-1</sup>) aplicado com solução de SA (15 g L<sup>-1</sup>), U (5 g L<sup>-1</sup>) e U+SA (2,5 + 7,5 g L<sup>-1</sup>); além de parcelas sem aplicação.

As pulverizações foram realizadas em câmara fechada, pressurizada por ar comprimido com volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>. No momento das aplicações sobre o capim-amargoso, contatou-se estágio fenológico de 4-5 folhas e 1-2 perfilhos. Em ambos os experimentos, avaliou-se o controle percentual aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA); no segundo experimento, também foi mensurada a massa fresca e seca aos 28 DAA. Os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise de variância. Em seguida, para o primeiro experimento, aplicou-se o teste de Tukey para comparação dos tratamentos qualitativos. Os níveis quantitativos foram ajustados ao modelo logístico adaptado de STREIBIG (1988):

$$y = \frac{100}{1 + \left( \frac{x}{C_{50}} \right)^\alpha}$$

Em que:  $C_{50}$  é a dose de glyphosate que resulta em 50% de controle e  $\alpha$  é a declividade da curva ao redor de  $C_{50}$ . De forma a complementar as análises, também foram calculados  $C_{80}$ . No segundo experimento, o teste de Scott-Knott foi utilizado para agrupamento das médias dos tratamentos. Todos os testes estatísticos foram desenvolvidos com 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as datas de aplicação, menores valores de  $C_{50}$  ou  $C_{80}$  foram observados para a pulverização de glyphosate com solução de U+SA, evidenciando controle diferencial do capim-amargoso devido aos veículos de aplicação. A solução com somente sulfato de amônio também reduziu a dose de glyphosate necessária para controle de 50% da população, porém isto não foi observado para  $C_{80}$  aos 14 DAA, devido à declividade da curva (Tabela 1). A aplicação de glyphosate com solução de uréia não resultou em melhor controle quando comparada à sua diluição em somente água (Tabela 1; Figura 1).

Com as conclusões do primeiro experimento, sobretudo quanto às curvas de controle aos 28 DAA (Figura 1B), selecionou-se a dose de 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate para validação dos dados por meio de um segundo experimento, cujos resultados estão em concordância com a discussão anterior (Tabela 2). Neste caso, a aplicação de 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate proporcionou os maiores controles, sem diferença para a aplicação de 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate + U+SA. Aos 28 DAA, resultados intermediários foram obtidos com a aplicação da menor dose de glyphosate em combinação com sulfato de amônio; enquanto a aplicação isolada de glyphosate (360 g ha<sup>-1</sup>) ou em combinação com a uréia promoveram os controles mais baixos. Ainda, menos massa fresca foi quantificada nas parcelas que receberam aplicações da maior dose de glyphosate ou da menor dose acrescida de U+SA. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos herbicidas para a variável massa seca (Tabela 2).

A maior eficácia promovida pela aplicação de glyphosate com solução de U+SA, provavelmente, é consequência das características complementares que estes fertilizantes nitrogenados possuem quando em solução. Supõe-se que a uréia tenha contribuído para a melhor penetração foliar (YAMADA *et al.*, 1965; DURIGAN, 1992), enquanto o sulfato de amônio facilitou a absorção celular do herbicida (RUITER & MEINEN, 1996; YOUNG *et al.*, 2003). Contudo, em outros casos, tais

resultados podem não ser observados. Assim sendo, novos trabalhos devem ser desenvolvidos visando avaliar a eficácia da combinação de glyphosate com U+SA sobre outras espécies de plantas daninhas, em condição de campo; bem como alterações na proporção de U e SA na mistura.

**Tabela 1.** Parâmetros do modelo logístico<sup>(1)</sup>,  $R\Box$  e  $C_{80}$  para controle do capim-amargoso (*D. insularis*) quando submetido a diferentes doses do herbicida glyphosate, utilizando diferentes veículos de aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Variável	Veículo de Aplicação	Parâmetros <sup>(1)</sup>		$R\Box$	$C_{80}$
		$C_{50}$	$\alpha$		
Controle 14 DAA <sup>(2)</sup>	Água	659,691	-1,768	0,994	1445,015
	Sulfato de Amônio (SA) – 15 g L <sup>-1</sup>	523,218	-0,992	0,998	2116,401
	Uréia (U) – 5 g L <sup>-1</sup>	613,006	-1,588	0,994	1467,559
	Uréia + SA – 2,5 + 7,5 g L <sup>-1</sup>	364,042	-1,185	0,997	1172,787
Controle 28 DAA	Água	409,341	-3,792	0,997	590,006
	Sulfato de Amônio (SA) – 15 g L <sup>-1</sup>	207,828	-1,631	0,999	486,228
	Uréia (U) – 5 g L <sup>-1</sup>	373,406	-2,435	0,996	659,833
	Uréia + SA – 2,5 + 7,5 g L <sup>-1</sup>	189,404	-1,713	0,998	425,456

<sup>(1)</sup>Modelo:  $y = 100/(1+(x/C_{50})^\alpha)$ ; <sup>(2)</sup>DAA – Dias após aplicação.

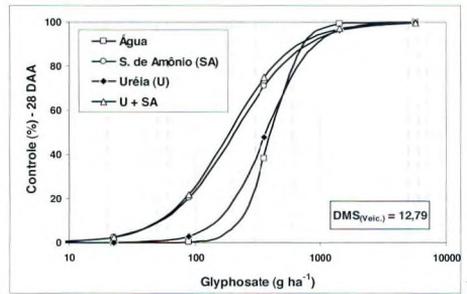
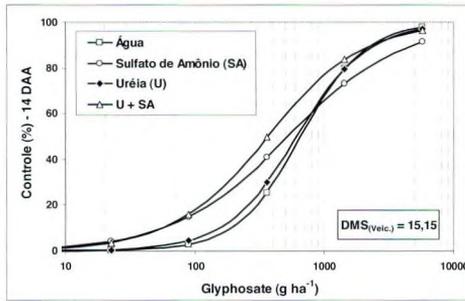
**Tabela 2.** Controle percentual, massa fresca e massa seca médias do capim-amargoso (*D. insularis*), após aplicação de seis tratamentos herbicidas com adição de diferentes fontes nitrogenadas (FN), avaliados aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA)<sup>(1)</sup>. Piracicaba – SP, 2008

Tratamentos	Doses		Controle Percentual		Massa	
	Herbicida	FN <sup>(4)</sup>	dias após aplicação		g parcela <sup>-1</sup>	
	g ha <sup>-1</sup>	g L <sup>-1</sup>	14	28	Fresca	Seca
Testemunha sem aplicação	--	--	0,0 C	0,0 D	26,78 C	5,63 B
Glyphosate <sup>(2)</sup>	360	--	30,0 B	21,7 C	14,41 B	2,92 A
Glyphosate + SA <sup>(3)</sup>	360	15,0	33,7 B	48,8 B	11,70 B	2,61 A
Glyphosate + Uréia (U)	360	5,0	30,3 B	27,2 C	14,03 B	2,85 A
Glyphosate + U + SA	360	2,5 + 7,5	44,5 A	68,7 A	7,50 A	1,95 A
Glyphosate	720	--	42,8 A	75,8 A	8,84 A	2,22 A
	$F_{(trat)}$		53,47**	47,92**	13,19**	14,19**
	CV (%)		17,79	25,66	33,50	28,53

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; <sup>(2)</sup>Roundup Original®, 360 g L<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup>Sulfato de Amônio; <sup>(4)</sup>Fontes nitrogenadas; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

## CONCLUSÕES

O uso de solução de uréia + sulfato de amônio (2,5 + 7,5 g L<sup>-1</sup>) como veículo de pulverização do herbicida glyphosate promoveu maior controle de *D. insularis*.



**Figura 1.** Controle percentual de *D. insularis* quando submetido a diferentes doses de glyphosate, avaliado aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA); utilizando quatro veículos para aplicação. Piracicaba – SP, 2008

### BIBLIOGRAFIA

- DURIGAN, J.C. (1992). Efeito de adjuvantes na calda e no estágio de desenvolvimento das plantas, no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*) com glyphosate. *Planta Daninha*, 10, 39-44.
- RUITER, H.D.; MEINEN, E. (1996). Adjuvant-increased glyphosate uptake by protoplasts isolated from quackgrass *Elytrigia repens* (L.) Nevski. *Weed Science*, 44, 38-45.
- STREIBIG, J.C. (1988). Herbicide bioassay. *Weed Research*, 28, 479-484.
- YAMADA, Y. et al. (1965). Penetration of organic compounds through isolated cuticular membranes with special reference to C<sup>14</sup> urea. *Plant Physiology*, 40, 170-175.
- YOUNG, B.G. et al. (2003). Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. *Weed Science*, 51, 151-156.

Summary: Spraying glyphosate with urea + ammonium sulfate reaches higher efficacy. Two trials were developed with the objective of evaluating glyphosate efficacy on plants of *Digitaria insularis* when sprayed with solution of ammonium sulfate (AMS), urea (U) and U+AMS. At 28 days after application, according to dose-response curves (first trial), 409 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate were necessary to obtain 50% of weed control (C<sub>50</sub>) when water without adjuvants was used as spray vehicle. For reaching the same 50% of weed control, rates were reduced to 373, 208 and 189 g ha<sup>-1</sup>, when urea (5 g L<sup>-1</sup>), ammonium sulfate (15 g L<sup>-1</sup>) or U+AMS (2.5 + 7.5 g L<sup>-1</sup>) were added to spray water, respectively. Rate reduction promoted by glyphosate combination with U+AMS was also observed for 80% of control (C<sub>80</sub>). In the second trial, the addition of U+SA to glyphosate spray solution increased the control of the lower rate (360 g ha<sup>-1</sup>), leveling it to the application of the higher rate (720 g ha<sup>-1</sup>) without adjuvants. These results show up complementary effect of nitrogen fertilizer sources when added to glyphosate spray solution; therefore, new trails should be carried out at field conditions in order to validate this establishment.

Key words: *Digitaria insularis*, dose-response curve, desiccation, nitrogen.