

EFEITOS DE PARÂMETROS DE APLICAÇÃO NA AÇÃO DESSECANTE DO HERBICIDA SULFOSATE SOBRE AVEIA-PRETA (*Avena strigosa* Schreb.)

EFFECTS OF APPLICATION PARAMETERS ON DESICCATION ACTION OF SULFOSATE HERBICIDE ON OATS (*Avena strigosa* Schreb.)

Nilson Gilberto Fleck¹ Leandro Vargas² Ribas Antonio Vidal³

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi investigar os aspectos da inter-relação da dose herbicida, sua concentração na solução e o volume do veículo diluente na ação do herbicida sulfosate, usando-se aveia-preta como espécie reagente. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 1994 na EEA/UFRGS, em Eldorado do Sul, RS. Foram testadas cinco doses de sulfosate (0,75; 1,125; 1,5; 2,25 e 3,0t ha⁻¹ do produto comercial); cinco volumes de diluente (62; 94; 125; 188 e 250t ha⁻¹); e cinco concentrações de produto na calda (0,6; 0,9; 1,2; 1,8 e 2,4% v/v), mais três padrões para comparação: glyphosate, paraquat+diuron e testemunha não tratada. Em cada situação, um desses parâmetros era mantido constante. Não houve diferença estatística na ação de glyphosate e sulfosate quando ambos foram usados sob as mesmas condições de aplicação. Ao se manter constante a variável volume de calda, constatou-se resposta significativa à dose de sulfosate. Esse comportamento se repetiu quando se manteve constante a concentração herbicida na calda e se variou a dose do produto. Em ambas as situações, níveis finais de controle, variáveis entre 90 e 100%, somente foram alcançados por doses de sulfosate de 1,125t ha⁻¹ ou superiores; dose de 0,75t ha⁻¹ atingiu apenas 80% de controle. Já quando se manteve constante a dose herbicida, variando-se a concentração do sulfosate na calda, não houve diferença entre os tratamentos. Plantas de aveia tratadas no florescimento com 0,75t ha⁻¹ de sulfosate acumularam parcialmente reservas nos grãos, os quais também mostraram viabilidade de germinação em bioteste.

Palavras-chave: dose de sulfosate, concentração herbicida, volume de calda, glyphosate, paraquat + diuron.

SUMMARY

The objective of this research was to investigate aspects of inter-relations of herbicide rate, its concentration in spray solution, and volume of vehicle diluent in the herbicide action of sulfosate, using oats as reagent species. The experiment was conducted during the 1994 growing season at the EEA/UFRGS, in Eldorado do Sul, RS, Brazil. There were tested five rates of sulfosate (0.75; 1.125; 1.5; 2.5; and 3.0t ha⁻¹ of formulated product); five diluent volumes (62; 94; 125; 188; and 250t ha⁻¹); and five concentrations in spray solution (0.6; 0.9; 1.2; 1.8; and 2.4% v/v); and also three standard treatments to compare with: glyphosate, paraquat + diuron, and a check plot not treated. In each situation, one of these parameters was maintained constant. There was no statistical differences in action between glyphosate and sulfosate when both were used under the same application conditions. At maintaining spray volume variable constant, it was detected significant response to sulfosate rate. This same behaviour repeated when herbicide concentration in spray solution was maintained constant and product rate varied. In both situations, final levels of control, varying between 90 and 100%, were reached only by sulfosate rates of 1.125t ha⁻¹ or higher; rate of 0.75t ha⁻¹ reached maximum control of 80%. When herbicide rate was maintained fixed, varying sulfosate concentration in spray solution, there were no differences among treatments. Oat plants treated at flowering with 0.75t ha⁻¹ of sulfosate partially accumulated reserves in grains, which also showed viability of germination in bioassay.

Key words: sulfosate rate, herbicide concentration, diluent volume, glyphosate, paraquat + diuron.

¹Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador Associado ao Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 776, 95501-970, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

²Engenheiro Agrônomo, MSc., Bolsista Recém-Mestre da FAPERGS no Departamento de Plantas de Lavoura, UFRGS.

³Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Adjunto do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo denominados semeadura direta ou preparo mínimo do solo possuem como característica a manutenção de cobertura do solo pela palha da cultura antecessora. Uma das principais espécies usadas para fornecer tal cobertura na região sul do Brasil é a aveia-preta. A dessecação dessa espécie deve ser eficiente, a fim de proporcionar a morte completa das plantas, antes que suas sementes se tornem viáveis, para evitar infestação da área em anos posteriores.

O glyphosate é um dos principais herbicidas usados para controle total da vegetação no sistema de semeadura direta. Esse herbicida foi introduzido em 1971 (SANDBERG *et al.*, 1978) e pertence ao grupo dos derivados da glicina (TUCKER *et al.*, 1994). Ele apresenta ação pós-emergente, não é seletivo, sendo de amplo espectro (BUHLER & BURNSIDE, 1983). O produto é rapidamente absorvido pelas plantas e transloca-se via xilema e floema (DICKSON *et al.*, 1990), acumulando-se em regiões de grande atividade metabólica (BINGHAM *et al.*, 1980).

Recentemente foi desenvolvido um novo composto pertencente ao mesmo grupo químico e que apresenta características semelhantes às do glyphosate, sendo denominado sulfosate. As toxicidades do sal isopropilamina de glyphosate e de sulfosate mostraram-se similares para o trigo quando ambos foram utilizados em iguais doses, volumes de diluente, qualidade da água e adição de ácido sulfúrico à calda. Além disso, reduções do volume de diluente de 190 para 96 l ha⁻¹ resultaram em aumento da fitotoxicidade para ambos os herbicidas quando usados a 100 g ha⁻¹ (CARLSON & BURNSIDE, 1984).

Alterações nos fatores de aplicação dos herbicidas, tais como volume de calda, concentração e tamanho de gotas tem permitido aumentos do controle das plantas daninhas. Observações de desempenho variável no campo e em casa-de-vegetação, sugerem que a atividade herbicida pode ser influenciada pela composição da solução de aspersão (STAHLMAN & PHILLIPS, 1979). As tentativas de manter a fitotoxicidade do glyphosate através da redução do volume de diluente, da adição de ácido sulfúrico ou de sulfato de amônio na solução herbicida tem mostrado sucesso. Essas modificações tem permitido redução na dose herbicida, resultando em diminuição do custo, enquanto mantém controle eficiente das plantas daninhas (CARLSON & BURNSIDE, 1984).

No entanto, o glyphosate tem mostrado variação de controle em função da concentração do herbicida na calda, volume do diluente e tamanho das

gotas (JORDAN, 1981). Mas ensaios de campo e de casa-de-vegetação mostraram que aplicações de glyphosate em baixos volumes exibem maior fitotoxicidade do que altos volumes de diluente (AMBACH & ASHFORD, 1982; SANDBERG *et al.*, 1978). Comprovou-se que a fitotoxicidade de glyphosate aumentou quando aplicado com volumes de calda decrescentes de 374 a 47 l ha⁻¹ (JORDAN, 1981) e de 190 a 24 l ha⁻¹ (BUHLER & BURNSIDE, 1983).

O volume do diluente pode afetar diversas variáveis, como a concentração da mistura de aspersão, tamanho de gotas, cobertura vegetal e, conseqüentemente, a fitotoxicidade do herbicida (PRASAD & CADOGAN, 1992). O tamanho de gota e o volume de diluente estão matematicamente relacionados. Disso implica, que para um dado volume, gotas pequenas são mais vantajosas em prover cobertura adequada da folhagem do que as gotas grandes (PRASAD & CADOGAN, 1992). As gotas pequenas são retidas com maior facilidade sobre a superfície das folhas e podem penetrar mais rapidamente do que as gotas grandes. Porém, gotas pequenas derivam e tendem a contaminar áreas não-alvos e podem evaporar tão rapidamente que elas se tornam ineficazes após deixarem os bicos de aspersão (PRASAD & CADOGAN, 1992).

Como conseqüência da redução do volume de diluente para aplicações de herbicidas ocorre um aumento de concentração na gota aspergida tanto do adjuvante como do ingrediente ativo do produto. Esta mudança na composição da gota pode influenciar suficientemente a absorção e a translocação do herbicida nos tecidos vegetais de modo a afetar em grau apreciável sua eficiência (AMBACH & ASHFORD, 1982). A fitotoxicidade do glyphosate é influenciada, entre outros fatores, pela sua concentração na calda (NALEWAJA *et al.*, 1992). Assim, altas concentrações aumentam a fitotoxicidade e superam o efeito do tamanho de gotas (PRASAD & CADOGAN, 1992). Contudo, concentrações elevadas de glyphosate na solução podem ser responsáveis por necrose foliar localizada e por pobre translocação do produto a partir do local de aplicação (LEIF & OELKE, 1990).

Nas pesquisas conduzidas até o momento, em geral tem havido concordância de que a dose herbicida mostra maior atividade quando o volume do diluente é reduzido. Entretanto, os resultados ainda são inconsistentes na questão da relação entre o volume do diluente, a concentração herbicida e o tamanho das gotas. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi investigar aspectos da inter-relação da dose herbicida, sua concentração na solução e o volume do veículo diluente na ação do herbicida sulfosate sobre aveia-preta, dessecada no início do florescimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola de 1994, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS, região fisiográfica da Depressão Central do Estado. Para comparar os tratamentos foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas apresentaram área útil de 18m² (3 x 6m).

Foram testados 18 tratamentos, sendo cinco doses de sulfosate (N-fosfonometil glicina trimetilsulfônico), cinco volumes de diluente e cinco concentrações de produto na calda (Tabela 1). Em cada situação testada, um desses parâmetros foi mantido fixo. Acrescentaram-se três padrões para comparação: glyphosate (N-(fosfonometil) glicina), paraquat (1,1-dimetil-4,4-bipiridílio ion) + diuron (3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia) e testemunha sem herbicida. Os tratamentos herbicidas foram aplicados sobre plantas de aveia-preta "comum RS" (*Avena strigosa* Schreb.).

As aplicações dos tratamentos ocorreram no dia 14 de outubro de 1994, ocasião em que as plantas de aveia-preta encontravam-se no início do florescimento. Para tal, foi utilizado aspersor costal de precisão, pressurizado com CO₂, mantendo-se pressão constante de 160 kPa durante as aplicações. O aspersor estava munido de bicos TeeJet, formadores de jato leque. Os tratamentos foram aplicados no horário entre 15:00 e 17:15 horas, período em que as condições meteorológicas estiveram favoráveis ao uso de herbicidas.

Os efeitos (fitotoxicidade) dos tratamentos foram avaliados visualmente, em três épocas, aos 6, 13 e 20 dias após aplicação dos tratamentos (DAT), de modo comparativo à testemunha não-tratada, utilizando-se escala percentual, onde nota zero significou nenhum efeito de dano à aveia-preta e nota cem representou a morte das plantas. Cada avaliação teve a participação de dois ou de três técnicos, que realizaram avaliações independentes, cujos valores foram somados e procedidas as médias para cada observação.

Os valores percentuais obtidos foram transformados pela raiz quadrada antes da realização da análise de variância. Quando constatada significância estatística, efetuou-se a complementação da análise através da comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1- Tratamentos testados na avaliação de parâmetros de aplicação na ação dessecante do herbicida sulfosate sobre aveia-preta (*Avena strigosa*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1994.

Doses de produto		Concentração de produto na calda	Volume de calda por área	Bicos de aspersão jato leque usados na aplicação
Comercial (t ha ⁻¹)	Ativo (g ha ⁻¹)	(%)	(l ha ⁻¹)	
.....Mantendo constante o volume de calda.....				
3,00	1140	2,4	125	110.02
2,25	855	1,8	125	110.02
1,50	570	1,2	125	110.02
1,125	428	0,9	125	110.02
0,75	285	0,6	125	110.02
.....Mantendo constante a concentração na calda.....				
3,00	1140	1,2	250	110.04
2,25	855	1,2	188	110.03
1,50	570	1,2	125	110.02
1,125	428	1,2	94	110.015
0,75	285	1,2	62	110.01
.....Mantendo constante a dose herbicida.....				
1,50	570	0,6	250	110.04
1,50	570	0,8	188	110.03
1,50	570	1,2	125	110.02
1,50	570	1,6	94	110.015
1,50	570	2,4	62	110.01
.....Padrões de comparação.....				
2,00	400+200	0,8	250	110.04
(Paraquat + Diuron = Gramocil)				
1,50	540	1,2	125	110.02
(Glifosato = Glifosato Nortox)				
Testemunha sem aplicação de herbicida dessecante				

¹ Tratamentos aplicados 10 dias após o início da emissão das panículas pelas plantas de aveia-preta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através de avaliações visuais de controle mostraram o mais rápido efeito herbicida para a mistura formulada paraquat + diuron, em comparação com glyphosate e sulfosate (Tabela 2), a qual superou os demais tratamentos na primeira avaliação (6 DAT). Já na segunda e terceira avaliações houve equilíbrio daquele com os demais tratamentos. A rápida ação da mistura paraquat + diuron deveu-se ao efeito de contato proporcionado pelo paraquat, o qual necessita de apenas 1 a 3 dias para provocar necrose completa das partes vegetais atingidas (AHRENS, 1994).

Tabela 2 - Efeitos de parâmetros de aplicação na ação dessecante do herbicida sulfosate sobre aveia-preta (*Avena strigosa*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1994.

Doses de produto		Concentração de produto na calda (%)	Volume de calda por área (l ha ⁻¹)	Avaliações de controle ¹		
Comercial (t ha ⁻¹)	Ativo (g ha ⁻¹)			06 DAT ²	13 DAT	20 DAT
..... Mantendo constante o volume de calda.....						
3,00	1140	2,4	125	80 b ³	99a	100a
2,25	855	1,8	125	81 b	98ab	100a
1,50	570	1,2	125	65 de	90 de	95ab
1,125	428	0,9	125	59 ef	82 f	92 b
0,75	285	0,6	125	44 g	58 g	82 c
..... Mantendo constante a concentração na calda.....						
3,00	1140	1,2	250	81 b	99a	100a
2,25	855	1,2	188	77 bc	95abcd	99a
1,50	570	1,2	125	65 de	90 de	95ab
1,125	428	1,2	94	52 f	78 f	92 b
0,75	285	1,2	62	52 f	62 g	81 c
..... Mantendo constante a dose herbicida.....						
1,50	570	0,6	250	65 de	92 bcde	98a
1,50	570	0,8	188	68 ede	89 e	96a
1,50	570	1,2	125	65 de	90 de	95ab
1,50	570	1,6	94	74 bcd	92 bcde	97a
1,50	570	2,4	62	64 de	89 e	97a
..... Padrões de comparação.....						
2,00	400+200	0,8	250	96a	97abc	100a
(Paraquat + Diuron = Gramocil)						
1,50	540	1,2	125	68 ede	91 cde	97a
(Glifosato = Glifosato Nortox)						
Testemunha sem aplicação de herbicida				0	0	0
Coeficiente de variação (%)				9,75	4,16	2,74

¹ Avaliações visuais em que se utilizou escala percentual, sendo que no zero representa nenhum efeito e 100 significa efeito de dessecção total (necrose completa das plantas).

² Períodos em dias após aplicação dos tratamentos herbicidas.

³ Médias seguidas por letras idênticas, comparadas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Também não houve diferença na ação de glyphosate e de sulfosate, em todas as avaliações, quando ambos foram usados sob as mesmas condições de aplicação, concordando com CARLSON & BURN-SIDE (1984) que, da mesma forma, relataram equivalência entre as ações dos referidos compostos.

Ao se manter constante a variável volume de calda, constatou-se resposta significativa à dose de sulfosate. Tal comportamento se repetiu quando se manteve constante a concentração herbicida na calda e se variou a dose do produto. Em ambas as situações, com volume de calda ou concentração constante, os níveis finais de controle, variáveis entre 90 e 100%, somente foram alcançados para doses de sulfosate de 1,125t ha⁻¹ ou superiores. Já a dose de 0,75t ha⁻¹ do

herbicida atingiu controle máximo de 80%. Em geral, as doses de sulfosate de 1,5t ha⁻¹ ou superiores, alcançaram rapidamente o máximo efeito herbicida, dose de 1,125t ha⁻¹ mostrou ação satisfatória apenas mais tardiamente, enquanto a dose de 0,75t ha⁻¹ jamais alcançou nível elevado de desempenho (Tabela 2).

Aos 20 DAT as doses de 0,75 e 1,125t ha⁻¹ de sulfosate não apresentaram incremento na fitotoxicidade devido ao aumento da concentração do produto de 0,6 para 1,2% e de 0,9 para 1,2% v/v para a primeira e para a segunda doses, respectivamente. Porém, pode-se observar na primeira avaliação (6 DAT) a ocorrência de maior fitotoxicidade para a maior concentração, o que não foi constatado nas demais avaliações (Tabela 2). Com isso, é possível que o incremento na concentração herbicida não fosse suficiente para provocar aumento da fitotoxicidade dessas doses, e que variações maiores na concentração talvez pudessem apresentar diferenças mais evidentes, proporcionando maior atividade ao herbicida.

Para as demais doses, a concentração variou de 1,2 a 2,4% v/v; contudo, não foram constatadas diferenças entre as mesmas. Existem vários relatos de que o aumento da concentração do herbicida na gota afeta o desempenho do produto, favorecendo a absorção e a translocação (AMBACH & ASHFORD, 1982; PRASAD & CADOGAN, 1992). No entanto, a sensibilidade da aveia-preta ao sulfosate, aliado às condições ótimas de umidade e temperatura por ocasião das aplicações, podem ser as causas responsáveis pela inexistência de diferenças na fitotoxicidade herbicida; neste caso, a dose pode ter superado o efeito da concentração. Observa-se, ainda, que a dose de 1,125t ha⁻¹ apresentou controle acima

de 90%, sendo provável que variações no efeito fossem manifestadas com dose até menor do que esta.

Já ao se manter constante a dose herbicida em 1,5l ha⁻¹, variando-se a concentração do sulfosate na calda, e conseqüentemente o volume de calda aspergido, não houve diferenças entre os tratamentos. Observa-se que a fitotoxicidade herbicida foi superior a 95%, independente da concentração ou do volume testados. É relatado que reduções do volume de diluente de 190 para 96 l ha⁻¹ resultaram em aumento da fitotoxicidade de glyphosate e sulfosate (CARLSON & BURNSIDE, 1984). A redução do volume de calda provoca aumento da concentração na gota de aspersão, tanto de adjuvante como de ingrediente ativo (AMBACH & ASHFORD, 1982). Volumes de diluente acima de 100l ha⁻¹ reduzem a fitotoxicidade de glyphosate (BUHLER & BURNSIDE, 1987). Novamente, é provável que a dose de 1,5l ha⁻¹ tenha sido plenamente suficiente, o que superou e impediu a manifestação dos efeitos desses parâmetros de aplicação. Desse modo, com utilização de uma dose inferior, próximo de 1,0l ha⁻¹, provavelmente ocorresse manifestação de diferenças entre os volumes de calda e concentrações usados.

Por outro lado, constata-se que plantas de aveia tratadas com a menor dose herbicida (0,75l ha⁻¹) acumularam parcialmente reservas nos grãos, os quais também mostraram certa viabilidade de germinação em bioteste (Tabela 3). As demais doses impediram completamente a formação de sementes viáveis. O peso das panículas das plantas tratadas com a menor dose de sulfosate foi inferior ao da testemunha, mas

superou os pesos dos demais tratamentos (Tabela 3). Esse efeito está relacionado com o tempo requerido para cada dose atingir a morte das plantas. Enquanto as doses maiores afetaram rapidamente as plantas de aveia-preta e atingiram níveis de controle ao redor de 90% já aos 13 DAT, a ação da menor dose foi lenta e atingiu somente 60% de controle nessa ocasião. Desse modo, devido ao efeito lento e reduzido da menor dose sobre a aveia-preta, houve tempo suficiente para as plantas iniciarem a formação de grãos, e essas apresentaram alguma viabilidade,

Tabela 3 - Efeitos de parâmetros de aplicação na ação dessecante do herbicida sulfosate sobre aveia-preta (*Avena strigosa*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1994.

Doses de produto		Concentração de produto na calda (%)	Volume de calda por área (l ha ⁻¹)	Avaliações nas panículas ¹	
Comercial (l ha ⁻¹)	Ativo (g ha ⁻¹)			Matéria seca ² (mg panícula ⁻¹)	Germinação ³ (%)
..... Mantendo constante o volume de calda.....					
3,00	1140	2,4	125	277 d ⁴	0 c
2,25	855	1,8	125	316 d	0 c
1,50	570	1,2	125	246 d	0 c
1,125	428	0,9	125	323 d	5,5 b
0,75	285	0,6	125	451 b	6,5 b
..... Mantendo constante a concentração na calda.....					
3,00	1140	1,2	250	336 cd	0 c
2,25	855	1,2	188	303 d	0 c
1,50	570	1,2	125	246 d	0 c
1,125	428	1,2	94	344 cd	6,5 b
0,75	285	1,2	62	421 bc	13,0 b
..... Mantendo constante a dose herbicida.....					
1,50	570	0,6	250	302 d	0 c
1,50	570	0,8	188	298 d	0 c
1,50	570	1,2	125	246 d	0 c
1,50	570	1,6	94	292 d	0 c
1,50	570	2,4	62	312 d	0 c
..... Padrões de comparação.....					
2,00	400+200	0,8	250	260 d	0 c
(Paraquat + Diuron = Gramocil)					
1,50	540	1,2	125	329 cd	0 c
(Glifosato = Glifosato Nortox)					
Testemunha sem aplicação de herbicida				621a	63,0a
Coeficiente de variação (%)				17,3	39,6

¹Colhidas 28 dias após aplicação dos tratamentos herbicidas.

²Peso da matéria seca da panícula inteira.

³Testadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento. Valores transformados para raiz quadrada para realizações da análise estatística.

⁴Médias seguidas por letras idênticas, comparadas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

embora relativamente baixa (Tabela 3). Isso demonstra a necessidade de realização da dessecação de aveia-preta no início da floração, com dose herbicida capaz de interromper o processo de formação de sementes viáveis, evitando dessa forma a perpetuação dessa espécie na área.

Conclui-se que a pesquisa encontrou fundamentalmente apenas efeito de dose do sulfosate sobre a ação herbicida exercida em aveia-preta, não ocorrendo nessa ação contribuição importante nem da concentração herbicida na calda e nem do volume de calda aplicado. Assim, quando a dose de sulfosate apresentar-se eficiente em controlar a espécie-alvo, torna-se irrelevante para sua ação reduzir o volume de calda ou aumentar a concentração herbicida na calda. Em decorrência, na prática sugere-se a utilização de menores volumes de calda, os quais propiciam maior rapidez e economia na aplicação herbicida. Dose de sulfosate de $0,75\text{ l ha}^{-1}$ (248 g ha^{-1} e.a.) mostra-se insuficiente em promover dessecação eficaz de aveia-preta, mesmo quando aplicado em volume de calda de 125 l ha^{-1} ou em concentração na calda de 1,2% v/v.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, W. H., ed. **Herbicide handbook**. 7ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994, 352 p.
- AMBACH, R. M., ASHFORD, R. Effects of variations in drop makeup on the phytotoxicity of glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v.30, n. 3, p. 221-224, 1982.
- BINGHAM, S.W., SEGURA, J., FOY, C.L. Susceptibility of several grasses to glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v. 28, n. 5, p. 579-585, 1980.
- BUHLER, D.D., BURNSIDE, O.C. Effect of spray components on glyphosate toxicity to annual grasses. **Weed Science**, Champaign, v. 31, n. 1, p. 124-130, 1983.
- BUHLER, D.D., BURNSIDE, O.C. Effect of application factors on postemergence phytotoxicity of fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, and sethoxydim. **Weed Science**, Champaign, v. 32, n. 5, p. 574-583, 1984.
- BUHLER, D.D., BURNSIDE, O.C. Effect of application variables on glyphosate phytotoxicity. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n. 1, p. 14-17, 1987.
- CARLSON, K.L., BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science**, Champaign, v. 32, n. 6, p. 841-844, 1984.
- DICKSON, R.L., ANDREWS, M., FIELD, R.J., *et al.* Effect of water stress, nitrogen, and gibberellic acid on fluazifop and glyphosate activity on oats (*Avena sativa*). **Weed Science**, Champaign, v. 38, n. 1, p. 54-61, 1990.
- JORDAN, T.N. Effect of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 1, p. 79-83, 1981.
- LEIF III, J.W., OELKE, E.A. Effects of glyphosate and surfactant concentrations on giant burseed (*Sparganium eurycarpum*) control with a ropewick applicator. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n. 3, p. 625-630, 1990.
- NALEWAJA, J.D., MATYSIAK, R., FREEMAN, T.P. Spray droplet residual of glyphosate in various carriers. **Weed Science**, Champaign, v. 40, n. 4, p. 576-589, 1992.
- PRASAD, R., CADOGAN, B.L. Influence of droplet size and density on phytotoxicity of three herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, n. 2, p. 415-423, 1992.
- SANDBERG, C.L., MEGGITT, W.F., PENNER, D. Effect of diluent volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. **Weed Science**, Champaign, v. 26, n. 5, p. 476-479, 1978.
- STAHLMAN, P.W., PHILLIPS, W.M. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. **Weed Science**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 38-41, 1979.
- TUCKER, T.A., LANGELAND, K.A., CORBIN, F.T. Absorption and translocation of ^{14}C -imazapyr and ^{14}C -glyphosate in alligatorweed (*Alternanthera philoxeroides*). **Weed Technology**, Champaign, v. 8, n. 1, p. 32-36, 1994.