

MÉTODO ALTERNATIVO DE AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ATRAZINE POR PLANTAS DE *Brachiaria plantaginea*¹

*Alternative Method for Evaluation of Atrazine Absorption by **Brachiaria plantaginea** Plants*

MACIEL, C.D.G.², CONSTANTIN, J.³, OLIVEIRA JR., R.S.³ e FARIAS, A.⁴

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Estadual de Maringá-PR, objetivando desenvolver metodologia alternativa para avaliar a absorção foliar e radicular de herbicidas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 11 e 5 tratamentos para os solos arenoso e argiloso, respectivamente, ambos os experimentos com quatro repetições, constituídos por plantas de *B. plantaginea* em dois estádios. O herbicida atrazine foi aplicado nas doses de 2,5 e 3,0 kg ha⁻¹ em solos arenoso e argiloso, utilizando um pulverizador costal pressurizado por CO₂. Os tratamentos foram constituídos por plantas protegidas com canudos plásticos em solo descoberto e plantas desprotegidas em solo coberto com papel-alumínio, associadas a condições de solo seco e úmido, ou em ambas as condições, acrescidas de irrigação de 20 mm apenas ao solo após aplicação. A absorção foliar da atrazine foi eficiente no controle de *B. plantaginea* com duas a três folhas em solo arenoso e argiloso, ao contrário do estádio de quatro a cinco folhas, onde houve necessidade de associar os efeitos da absorção foliar e radicular para se obter controle satisfatório. A irrigação de 20 mm ampliou o controle da absorção radicular de *B. plantaginea* em diferentes estádios de plantas, solo e umidade do solo. A metodologia apresentou-se viável como ferramenta alternativa para avaliação da absorção foliar e radicular de herbicidas, no controle de gramíneas em estádio inicial de desenvolvimento.

Palavras-chave: herbicida, metodologia, planta daninha, pós-emergência inicial.

ABSTRACT - Two trials were carried out at the Universidade Estadual de Maringá, PR-Brazil, to develop an alternative method to evaluate foliar and root absorption of herbicides. A random experimental design was arranged, with eleven or five treatments, for sandy or clay soils, respectively, both with four replicates. Atrazine was applied at rates of 2.5 or 3.0 kg ha⁻¹ in sandy or clay soil samples, respectively, with a CO₂-pressured sprayer. Treatments included: plants protected with plastic covers, on uncovered soil and uncovered plants on aluminum-covered soil, combined with protected soil moisture conditions: dry, humid or under both conditions, supplied by extra 20 mm soil irrigation after application. Atrazine foliar absorption was efficient to control *B. plantaginea* at two- to three-leaf stage, both in sandy and clay soils. For efficient control at four- to five-leaf stage, the association of foliar and root absorption was necessary to attain satisfactory control. Irrigation of 20 mm increased the level of control provided by root absorption of *B. plantaginea*, under different plant stages, soils or moisture levels. The method was found to be a feasible alternative to evaluate foliar and root absorption of herbicides used to control early-stage grass weeds.

Key words: herbicide, methodology, weeds, early post-emergence.

¹ Recebido para publicação em 1/3/2002 e na forma revisada em 9/12/2002.

² Doutorando em Agricultura do DPV/FCA/UNESP, Fazenda Lageado. Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP. ³ Professor Dr. do Dep. de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Av. Colombo, 5790, 87020-900 Maringá-PR. ⁵ Engenheiro-Agrônomo da Syngenta do Brasil S/A.



INTRODUÇÃO

A utilização do atrazine como herbicida na agricultura já é consagrada no mundo inteiro, inclusive pela versatilidade de ser empregada em culturas perenes e anuais. Na cultura do milho, é aplicada isoladamente ou em mistura com outros herbicidas, nas modalidades de pré e pós-emergência inicial para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas anuais e algumas gramíneas (Rodrigues & Almeida, 1998).

Algumas publicações relatam a utilização da atrazine no controle de *Brachiaria plantaginea*, assim como de outras plantas daninhas, através de aplicações em pré e pós-emergência inicial, evidenciando a possibilidade de a absorção acontecer conjuntamente pelas vias radicular e foliar das plantas (Santos & Rozanski, 1979; Silva & Ueda, 1986; Almeida, 1989; Velini et al., 1993). Apesar de as recomendações técnicas priorizarem a aplicação do atrazine em pré-emergência, devido à melhor *performance* de controle e absorção pela via radicular, as aplicações em pós-emergência inicial, além de apresentarem considerável absorção foliar, também possibilitam disponibilizar parte da pulverização em efeito residual, minimizando o surgimento de plantas daninhas ainda durante o período crítico de prevenção de interferência (PCPI).

Das plantas daninhas consideradas problemáticas, *B. plantaginea* é a gramínea de maior ocorrência na região Centro-Sul do Brasil, estando presente em diferentes sistemas produtivos de países do Mercosul, como a Argentina e o Paraguai (Kissmann, 1991, 2000; Lorenzi, 2000). Esta espécie é bastante competitiva, principalmente em culturas anuais, como soja e milho, provocando prejuízos consideráveis ao rendimento e à qualidade da produção (Kissmann, 1991; Martins, 1994; Fleck, 1995; Souza et al., 1996; Merotto Jr. et al., 1997; Spacer & Vidal, 2000). Dessa forma, a importância de *B. plantaginea*, bem como de outras gramíneas infestantes em sistemas produtivos, justifica o desenvolvimento de metodologias eficientes, simples e economicamente viáveis para avaliações mais rigorosas da eficiência de herbicidas com ampla possibilidade de absorção. O desenvolvimento de metodologias alternativas e de baixo custo

de análise para estudar as vias de absorção de herbicidas, além de permitir maior compreensão do comportamento da molécula avaliada, possibilita a adequação de tecnologias de aplicação distintas para diferentes formulações e situações nas quais são utilizadas.

Um grande número de técnicas pode ser usado para estudar a absorção foliar de herbicidas, e a escolha da mais adequada depende dos objetivos experimentais, da facilidade do procedimento e da disponibilidade de instrumentalização especializada (Devine et al., 1993). A absorção foliar é comumente medida pela aplicação de gotículas de herbicidas radio-marcados nas folhas, medindo-se a radiação remanescente na superfície foliar em vários intervalos de tempo após a aplicação por meio da lavagem da folha (Al Khatib et al., 1992; Gaskin & Holloway, 1992; Green et al., 1992; Roggenbuck et al., 1994; Hsiao et al., 1996; Wahlers et al., 1997; Sprague et al., 1999). Um cuidado importante nessa técnica envolve a escolha do solvente para lavagem da superfície foliar. Eles variam na sua habilidade em dissolver os depósitos de herbicidas nas folhas (Devine et al., 1984), ou seja, é extremamente difícil que um determinado procedimento de lavagem da folha remova apenas o herbicida depositado na superfície e não aquele que já penetrou a camada cuticular.

Bioensaios também podem ser usados para medir a penetração nas folhas (Devine et al., 1993). Por exemplo, mudanças na fluorescência da clorofila podem ser usadas para monitorar a penetração de inibidores fotossintéticos nas folhas. Uma desvantagem desses métodos é que eles não proporcionam estimativas quantitativas da penetração dos herbicidas, a menos que curvas-padrão sejam geradas, relacionando a absorção e o parâmetro fisiológico que está sendo medido.

A absorção radicular de herbicidas pelas plantas é normalmente estudada usando pedaços de tecidos, células isoladas ou protoplastos. O uso de pequenos pedaços de tecidos imersos numa solução tamponada contendo o herbicida cria um sistema experimental simples, nos quais vários fatores (pH, concentração do herbicida, temperatura) podem ser facilmente manipulados (Peterson & Edgington, 1976; Lichtner, 1983; Devine et al., 1987).

Todas as técnicas mencionadas, no entanto, demandam a intensa utilização de equipamentos, instalações e procedimentos altamente especializados, o que, normalmente, implica alto custo.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um método alternativo para avaliação da absorção foliar e radicular de atrazine em plantas de *B. plantaginea* após aplicações em pós-emergência inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação, nas dependências da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, durante os anos agrícolas de 1995/96 e 1996/97. Como substratos foram utilizados um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa, constituído por 69,0% de areia, 17,0% de argila, 14,0% de silte e 1,0% de matéria orgânica (experimento 1), e um Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa, contendo 9,0% de areia, 61,0% de argila, 30,0% de silte e 2,3% de matéria orgânica (experimento 2).

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, constituídas por unidades experimentais representadas por vasos com 3,5 kg de solo, nos quais foram uniformemente distribuídas sementes de *B. plantaginea* a 0,5 cm de profundidade, para posterior desbaste das plantas. Na aplicação dos tratamentos, as unidades experimentais encontravam-se com dez plantas e foram separadas em estádios de desenvolvimento de duas a três folhas e quatro a cinco folhas no experimento 1, e duas a três folhas no experimento 2. A adoção de dez plantas de *B. plantaginea* por unidade experimental simulou uma população de aproximadamente 200 plantas m⁻², uma vez que a campo este nível de infestação é bastante comum para a espécie estudada.

A configuração dos tratamentos nos experimentos foi constituída pela ausência ou presença de proteção das plantas ou do solo, proporcionando isolamento e/ou exposição à deposição da pulverização. Os tratamentos foram constituídos por duas principais variáveis: plantas protegidas com canudos plásticos

em solo descoberto e plantas desprotegidas em solo coberto com papel-alumínio, associadas a condições de solo seco e úmido, ou a ambas, acrescidas de irrigação de 20 mm aplicada ao solo após aplicação. O isolamento da parte aérea das plantas de *B. plantaginea* foi feito utilizando-se canudos plásticos com aproximadamente 1,0 cm de diâmetro. As folhas das plantas foram cuidadosamente unidas e cobertas pelos canudos com a extremidade superior fechada, impossibilitando o contato e a absorção do herbicida pela parte aérea e, conseqüentemente, limitando a absorção apenas às raízes. Para os tratamentos com isolamento do solo, utilizou-se papel-alumínio fixado com fita adesiva, protegendo toda a superfície do solo das unidades experimentais, expondo exclusivamente apenas a parte aérea das plantas ao jato da pulverização.

Após aplicação do herbicida, os canudos plásticos e os papéis-alumínio foram cuidadosamente removidos, e em alguns tratamentos específicos foi adicionada irrigação superficial de 20 mm, direcionada ao solo. Aproximadamente 36 horas após a pulverização de atrazine, todas as unidades experimentais foram irrigadas por subsuperfície, colocando-as em bandejas com lâmina d'água, onde o umedecimento uniforme do solo procedeu-se por capilaridade através de furos nos fundos das unidades. Esse procedimento foi adotado para evitar uma possível distorção dos dados, pois irrigações superficiais certamente poderiam provocar movimentação do atrazine no solo e, dessa forma, haveria modificação da condição inicial de solo seco ou úmido. Assim, a irrigação subsuperficial evitou o estresse hídrico da planta daninha, assim como a movimentação pronunciada de atrazine no solo devido à condição de irrigação superficial.

O herbicida atrazine, na formulação comercial Atrazinax 500 SC, foi aplicado nas doses de 2,5 e 3,0 kg ha⁻¹, acrescidas de óleo mineral Assist a 0,5% de v/v, para os solos arenoso e argiloso, respectivamente. Utilizou-se um pulverizador costal de CO₂ com bicos XR 110 SF 02, mantido à pressão de trabalho de 2,0 kgf cm⁻², regulado para um consumo de calda de 200 L ha⁻¹. Por ocasião das pulverizações, as condições climáticas de temperatura e umidade relativa do ar dos experimentos 1 e



2 foram de 25,0 °C e 79,0% e 28,0 °C e 68,0%, respectivamente, com ausência de ventos em ambos os experimentos.

As avaliações de controle da *B. plantaginea* foram efetuadas aos 8 e 16 dias após a aplicação (DAA), utilizando-se notas visuais de porcentagem de controle, em que se comparou o efeito do herbicida com o das testemunhas sem aplicação - 0% correspondeu à ausência de controle e 100% ao controle total da planta daninha (SBCPD, 1995). Considerou-se eficiente o tratamento que apresentou porcentagem de controle superior a 80,0%. Ao final do período experimental, as partes aéreas das plantas foram devidamente identificadas por tratamento em sacos de papel e acondicionadas em estufa de secagem com aeração forçada à temperatura de 60 °C, por um período de três dias, para determinação da quantidade de matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de controle de *Brachiaria plantaginea* aos 8 e 16 DAA em solo arenoso, referentes ao experimento 1, estão representadas na Tabela 1. Por esta tabela pode-se constatar que aos 8 DAA a absorção exclusivamente foliar de atrazine proporcionou controle satisfatório (85,0 e 85,7%) da infestante no estágio de 2 a 3 folhas, independentemente da condição de umidade do solo. Entretanto, para plantas no estágio de 4 a 5 folhas, a absorção foliar de atrazine proporcionou controle insatisfatório aos 8 e 16 DAA ($\leq 42,5\%$), sendo esse efeito ainda mais evidente quando o herbicida foi aplicado em condição de solo seco. O controle aos 8 DAA, no estágio de 2 a 3 folhas, demonstrou que a absorção foliar de atrazine em solo arenoso seco ou úmido foi superior à absorção radicular, proporcionando aumentos de eficiência no controle de 49,4 e 92,0%, respectivamente. Para o mesmo período de avaliação, no estágio de 4 a 5 folhas, essa superioridade atingiu níveis de 78,6 e 100,0%, respectivamente, em solo arenoso seco ou úmido, apesar de o controle de *B. plantaginea* ter sido ineficiente em ambas as situações.

Para a condição em que apenas a absorção radicular foi possível, sem irrigação suplementar (tratamentos 3 e 4 - Tabela 1), o controle de *B. plantaginea*, independentemente do estágio de desenvolvimento, apresentou-se insatisfatório ($\leq 43,0\%$) aos 8 e 16 DAA, mostrando maior deficiência de controle para a condição de solo seco. Entretanto, os tratamentos que receberam irrigação de 20 mm após a aplicação de atrazine apresentaram controles significativamente superiores aos tratamentos não-irrigados, como também àqueles somente submetidos à absorção foliar. Para as plantas com 2 a 3 folhas, em que os tratamentos receberam incremento de irrigação de 20 mm após a aplicação, aumentos significativos nos níveis de controle foram obtidos na ordem de 56,5 e 91,5% aos 8 DAA, em relação às condições previamente definidas de solo úmido e seco, respectivamente. De forma semelhante, para plantas em estágio de 4 a 5 folhas, irrigadas logo após aplicação, também se observou aumento médio significativo no controle da infestante aos 8 e 16 DAA de 60,5 e 35,6%, respectivamente, em relação às condições de solo úmido e seco.

Resultados semelhantes foram observados para o solo argiloso do experimento 2 (Tabela 3), sendo também constatada influência do incremento da irrigação de 20 mm logo após a aplicação para plantas de *B. plantaginea* com 2 a 3 folhas, a qual ampliou a eficiência de controle em 64,8 e 60,0% aos 8 DAA, em razão da melhor absorção radicular em relação às condições de solo úmido ou seco, respectivamente. De forma geral, pode-se concluir que o incremento de água foi um fator benéfico no controle de *B. plantaginea* via absorção radicular para os dois tipos de solo e estágios de desenvolvimento de plantas estudados, independentemente da condição de umidade do solo no momento da aplicação do herbicida. Rodrigues & Almeida (1998) recomendam para aplicações em pós-emergência um período mínimo de seis horas sem chuva, a fim de assegurar a absorção de atrazine pela parte aérea das plantas. No entanto, os resultados obtidos sugerem que em campo a ocorrência de chuva ou irrigação logo após a aplicação não é necessariamente prejudicial à ação herbicida de atrazine, pois, mesmo ocorrendo a lavagem do produto das folhas de *B. plantaginea*, ainda obter-se-á controle eficiente da infestante via absorção radicular.



Tabela 1 - Controle de *B. plantaginea* em solo arenoso, submetida a diferentes formas de aplicação de atrazine. Maringá-PR, 2001. (Média de quatro repetições - dados originais)

Tratamento				8 DAA	8 DAA	16 DAA
	Condição da Planta	Condição do Solo	Umidade do Solo	2-3 folhas	4-5 folhas	4 -5 folhas
1.	descoberta	coberto	úmido	85,00 a	7,00 de	20,00 d
2.	descoberta	coberto	seco	85,75 a	27,50 c	42,50 c
3.	coberta	descoberto	úmido	43,00 b	1,50 e	41,25 c
4.	coberta	descoberto	seco	7,50 c	0,00 e	35,00 cd
5.	coberta	descoberto	úmido + irrigação 20 mm	99,50 a	62,50 b	75,00 b
6.	coberta	descoberto	seco + irrigação 20 mm	99,00 a	60,00 b	72,50 b
7.	descoberta	descoberto	úmido	98,25 a	32,50 c	50,00 cd
8.	descoberta	descoberto	seco	83,00 a	22,50 cd	35,00 cd
9.	descoberta	descoberto	úmido + irrigação 20 mm	100,00 a	86,50 a	95,75 a
10.	descoberta	descoberto	seco + irrigação 20 mm	99,50 a	98,25 a	98,25 a
11.	Testemunha			0,00 c	0,00 e	0,00 e
F				75,68*	119,34*	58,73*
CV (%)				11,98	17,94	15,66
DMS (5%)				21,43	15,97	19,79

Obs.: - DAA = dias após aplicação.

- Médias, na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

- * (p < 0,05).

É importante ressaltar que, nos tratamentos em que foi possibilitada a absorção de atrazine pela associação das vias foliar e radicular, o incremento da irrigação de 20 mm ampliou significativamente o controle de *B. plantaginea*, principalmente para plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado. Plantas mais desenvolvidas normalmente são menos suscetíveis ao controle via absorção foliar dos herbicidas em pós-emergência, uma vez que elas apresentam cutícula mais grossa e menor atividade metabólica (Ahmadi et al., 1980; Durigan, 1992; Fleck et al., 1997). Outros fatores de complicação a serem considerados como limitantes da absorção foliar são as maiores quantidades de ceras cuticulares na superfície adaxial da epiderme de diferentes espécies da família Poaceae, assim como a presença de tricomas, pelo fato de estes proporcionarem menor área de molhamento da superfície adaxial em relação à abaxial (Harr et al., 1991; Mendonça, 2000).

A relação entre dose do herbicida e estágio de crescimento de espécies gramíneas também não pode ser desconsiderada. Pesquisas com compostos graminicidas de pós-emergência em *B. plantaginea*, *Eleusine indica* e *Setaria*

geniculata mostraram que o controle foi mais eficiente quando os indivíduos se encontravam em estágio de crescimento variável de plantas recém-emergidas e até o início de afilhamento; a partir deste a eficácia do controle diminuiu sensivelmente (Chernicky et al., 1984; Deer et al., 1985; Pinto & Fleck, 1990; Fleck, 1994). Dessa forma, os resultados obtidos no trabalho evidenciam maior segurança no controle de *B. plantaginea* nos estádios de desenvolvimento estudados, devido à menor possibilidade de falhas nas aplicações de atrazine em pós-emergência, mesmo quando ocorreram chuvas durante ou imediatamente após a aplicação do produto.

Nas Tabelas 2 e 3 estão representados os valores médios de biomassa seca da parte aérea das plantas estudadas nos experimentos 1 e 2, os quais ratificam os dados anteriores em relação ao controle de *B. plantaginea*, uma vez que, de forma geral, as quantidades de matéria seca apresentaram-se coerentes com os níveis de controle obtidos para os diferentes tratamentos.

Com relação à metodologia utilizada para isolamento das plantas e do solo, destacam-se o baixo custo e a praticidade na execução, além



Tabela 2 - Biomassa seca da parte aérea de plantas de *B. plantaginea* em solo arenoso, submetida a diferentes formas de aplicação de atrazine. Maringá-PR, 2001. (Média de quatro repetições - dados originais)

Tratamento				Quantidade de matéria seca (g)	
	Condição da Planta	Condição do Solo	Umidade do Solo	2 - 3 folhas	4 - 5 folhas
1.	descoberta	coberto	úmido	0,0817 d	2,2311 bc
2.	descoberta	coberto	seco	0,0748 d	1,2462 cd
3.	coberta	descoberto	úmido	0,1002 bc	2,7759 b
4.	coberta	descoberto	seco	0,2171 b	2,7897 b
5.	coberta	descoberto	úmido + irrigação 20 mm	0,0578 d	0,9653 cd
6.	coberta	descoberto	seco + irrigação 20 mm	0,0790 cd	1,3956 bc
7.	descoberta	descoberto	úmido	0,0662 d	2,3107 bc
8.	descoberta	descoberto	seco	0,1002 cd	2,0654 bcd
9.	descoberta	descoberto	úmido + irrigação 20 mm	0,0618 d	0,7460 c
10.	descoberta	descoberto	seco + irrigação 20 mm	0,0666 d	0,8770 cd
11.	Testemunha			0,3730 a	8,3528 a
F				37,69*	50,96*
CV (%)				26,29	25,46
DMS (5%)				0,0778	1,4658

Obs.: - Médias, na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

- * (p < 0,05).

Tabela 3 - Biomassa seca da parte aérea de plantas de *B. plantaginea* em solo argiloso, submetida a diferentes formas de aplicação de atrazine. Maringá-PR, 2001. (Média de quatro repetições - dados originais)

Tratamento				% Controle (8 DAA)	Biomassa seca (g por vaso)
	Condição da Planta	Condição do Solo	Umidade do Solo	2 - 3 folhas	
1.	descoberta	coberto	úmido	83,33 a	0,0741 b
2.	descoberta	coberto	seco	100,00 a	0,0760 b
3.	coberta	descoberto	úmido	31,67 b	0,0510 b
4.	coberta	descoberto	seco	36,00 b	0,0446 b
5.	coberta	descoberto	seco + irrigação 20 mm	90,00 a	0,0494 b
6.	Testemunha			0,00 c	0,1736 a
F				77,06*	19,90*
CV (%)				13,85	24,15
DMS (5%)				22,61	0,0535

Obs.: - DAA = dias após aplicação.

- Médias, na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

- * (p < 0,05).

da versatilidade com relação à possibilidade de utilizar diferentes espécies gramíneas. Esse método possibilita, ainda, contrastar a velocidade de absorção em resposta ao efeito de controle para herbicidas absorvidos tanto pelas raízes como pelas folhas, sem necessitar de instalações e equipamentos sofisticados,

apesar de estar limitada a espécies gramíneas entre os estádios de plantas recém-emergidas até antes do início de perfilhamento. Dentre outros pontos limitantes, ressaltam-se a necessidade de disponibilidade de mão-de-obra, o cuidado no manuseio das plantas durante os procedimentos de cobertura de planta

e solo e a limitação do método, por ele ser indireto, isto é, medir apenas os efeitos da absorção sobre a espécie-teste.

Os resultados da avaliação foliar e radicular obtidos com o uso da metodologia alternativa proposta mostraram que:

- A absorção foliar de atrazine (2,5 e 3,0 kg ha⁻¹) em solo seco e úmido apresentou controle superior ao da absorção radicular de *B. plantaginea* em estágio de 2 a 3 folhas.

- Para plantas de *B. plantaginea* com 2-3 folhas, a absorção radicular eficiente de atrazine, independentemente da absorção foliar, foi o bastante para um eficiente controle, diferentemente do estágio de 4 a 5 folhas, em que houve necessidade da absorção foliar e radicular para se obter controle satisfatório.

- A irrigação de 20 mm diretamente ao solo logo após a aplicação ampliou o controle da absorção radicular para *B. plantaginea* em diferentes condições de estágio de plantas, tipo de solo e umidade no solo.

- A metodologia proposta apresentou-se viável como ferramenta alternativa para avaliação da absorção foliar e radicular de herbicidas, no controle de gramíneas em estágio inicial de desenvolvimento.

LITERATURA CITADA

AHMADI, M. S.; HADERLIE, L. C.; WICKS, G. A. Effects of growth stage and stress on barnyard-grass (*Echinochloa crusgalli*) control and on glyphosate absorption and translocation. **Weed Sci.**, v. 28, n. 3, p. 277-282, 1980.

AL KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E. P. Foliar absorption and translocation of herbicides from aqueous solution and treated soil. **Weed Sci.**, v. 40, n. 2, p. 281-287, 1992.

ALMEIDA, F. S. **Aplicações sequenciais no controle de infestantes na cultura do milho**. Londrina: IAPAR, 1989. 10 p. (Informe da Pesquisa, 87).

CHERNICKY, J. P.; GOSSETT, B. J.; MURPHY, T. R. Factors influencing control of annual grasses with sethoxydim or RO13-8895. **Weed Sci.**, v. 32, p. 174-177, 1984.

DEER, J. F.; MONACO, T. J.; SHEETS, T. J. Response of three annual grasses to fluazifop. **Weed Sci.**, v. 33, p. 693-697, 1985.

DEVINE, M. D. et al. Leaf wash techniques for estimation of foliar absorption of herbicides. **Weed Sci.**, v. 32, p. 418-425, 1984.

DEVINE, M. D.; BESTMAN, H. D.; VANDEN BORN, W. H. Uptake and accumulation of the herbicides chlorsulfuron and clopyralid in excised pea root tissues. **Plant Physiol.**, v. 85, p. 82-86, 1987.

DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 441 p.

DURIGAN, J. C. Efeito de adjuvantes na calda e no estágio de desenvolvimento das plantas, no controle de capim-colônio (*Panicum maximum*) com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 39-44, 1992.

FLECK, N. G. Doses reduzidas de herbicidas de pós-emergência para controle de papuã em soja. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 21-28, 1994.

FLECK, N. G. Redução da produtividade da soja por interferência de papuã e benefício alcançado através do controle de sua infestação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis, SC. **Resumos...** Florianópolis: SBCPD, 1995. p.100-102.

FLECK, N. G.; CUNHA, M. M.; VARGAS, L. Dose reduzida de clethodim no controle de papuã na cultura da soja, em função da época de aplicação. **Planta Daninha**, v. 15, n. 1, p. 18-24, 1997.

GASKIN, R. E.; HOLLOWAY, P. J. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono (isopropylammonium) by polyoxyethylene surfactants. **Pestic. Sci.**, v. 34, n. 3, p. 195-206, 1992.

GREEN, T. H. et al. Absorption and translocation of [¹⁴C]glyphosate in four woody plant species. **Can. J. For. Res.**, v. 22, n. 6, p. 785-789, 1992.

HARR, J. et al. **The leaf surface of major weeds**. Switzerland: Sandoz Agro, 1991. 133 p.

HSIAO, A. I.; LIU, S. H.; QUICK, W. A. Effect of ammonium sulfate on the phytotoxicity, foliar uptake, and translocation of imazamethabenz in wild oat. **J. Plant Growth Regul.**, v. 15, n. 3, p. 115-120, 1996.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf, 1991. 608 p.



- KISSMANN, K. G. Uso de herbicidas no contexto do Mercosul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Foz do Iguaçu: SBCPD, p. 92-116, 2000.
- LICHTNER, F. T. Amitrole absorption by bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Red Kidney) roots. Mechanism of absorption. **Plant Physiol.**, v. 71, p. 307-312, 1983.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. p.291.
- MARTINS, D. Interferência de capim marmelada na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, p. 93-99, 1994.
- MENDONÇA, C. G. **Algumas características da superfície foliar de diversas plantas daninhas monocotiledôneas.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 2000.
- MEROTTO JR., A. et al. Aumento da população de plantas daninhas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v. 15, p. 141-151, 1997.
- PETERSON, C. A.; EDGINTGTON, L. V. Entry of pesticides into the plant symplast as measured by their loss from an ambient solution. **Pestic. Sci.**, v. 7, p. 483-491, 1976.
- PINTO, J. J. O.; FLECK, N. G. Atividade herbicida de compostos difeniléteres aplicados em pós-emergência à cultura da soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 25, p. 815-831, 1990.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina: Edição Autores, 1998. 648 p.
- ROGGENBUCK, F. C.; BUROW, R. F.; PENNER, D. Relationship of leaf position to herbicide absorption and organosilicone adjuvant efficacy. **Weed Technol.**, v. 8, n. 3, p. 582-585, 1994.
- SANTOS, C. A. L.; ROZANSKI, A. Controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) por meio de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 2, n. 2, p. 120-123, 1979.
- SILVA, J. B.; UEDA, A. Controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho com atrazina e óleo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Sete Lagoas. **Resumos...** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1986. p. 20-21.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: 1995. 42 p.
- SOUZA, L. C. F. et al. Efeito da antecedência de gradagens ao plantio do milho no controle de plantas daninhas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 31, n. 11, p. 789-793, 1996.
- SPACER, V.; VIDAL, R.A. Eficácia de herbicidas gramínicos aplicados em pré-emergência no sistema de semeadura direta do milho. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 373-380, 2000.
- SPRAGUE, C. L.; PENNER, D.; KELLS, J. J. Weed control and *Zea mays* tolerance as affected by timing of RP-201772 application. **Weed Sci.**, v. 47, n. 4, p. 375-382, 1999.
- VELINI, E.D. et al. Eficiência de herbicidas pré e pós-emergentes iniciais recomendados para a cultura do milho no controle de plantas daninhas e avaliação de efeitos dos mesmos sobre a produtividade da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1993. p. 141-142.
- WAHLERS, R. L. et al. Physiological characteristics of a stem cut and blade delivery method of application. **Weed Sci.**, v. 45, n. 6, p. 746-749, 1997.