

ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO E VIAS DE CONTATO E ABSORÇÃO DOS HERBICIDAS NA INVIABILIZAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE *Cyperus rotundus*¹

*Developmental Stages and Contact and Absorption of Herbicides in the Inviability of *Cyperus rotundus* Tubers*

DURIGAN, J.C.², CORREIA, N.M.² e TIMOSSI, P.C.³

RESUMO - Herbicidas que inviabilizam tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) quando absorvidos nas folhas ou na solução do solo, garantem melhor desempenho para a desinfestação gradativa da área. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os estádios de crescimento mais adequados para a aplicação de herbicidas em pós-emergência, além da possibilidade de ação dos principais herbicidas na parte subterrânea da tiririca após aplicação localizada na parte aérea, no solo e sobre ambos os meios. Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal-SP. Os resultados do primeiro experimento mostraram que todos os herbicidas estudados (trifloxysulfuron-sodium + ametrine, halosulfuron, sulfentrazone e imazapic) proporcionaram reduções significativas no número de tubérculos viáveis, de forma coerente com suas características de atuação e pela via em que são recomendados. No segundo experimento, as maiores porcentagens de tubérculos afetados na seqüência das “cadeias”, a partir das manifestações epigeas originais e derivadas, foram obtidas nas aplicações de trifloxysulfuron-sodium + ametrine nos estádios “jovem” e de pré-florescimento das plantas de tiririca, de halosulfuron no estádio “jovem” e de glyphosate no de pré-florescimento.

Palavras-chave: biologia da tiririca, trifloxysulfuron-sodium + ametrine, halosulfuron, sulfentrazone, imazapic, glyphosate.

ABSTRACT - Herbicides that eliminate purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers either absorbed from leaves or directly from the soil solution, guarantee a better performance of gradual disinfection of the area. This research was carried out to evaluate the most adequate growing stages for post-emergence herbicide application, and the possibility of action of the main herbicides against purple nutsedge tubers when applied to shoots, soil and both. Two experiments were conducted under greenhouse conditions at the Crop Protection Department of the Universidade de Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, Brazil. Results of the first experiment showed that all herbicides (trifloxysulfuron-sodium + ametrine, halosulfuron, sulfentrazone and imazapic) resulted in significant reductions in the amounts of viable tubers, in accordance with their modes of action and application recommendations. In the second experiment, the highest percentages of affected tubers, sequentially after the original and derived epigeal emersions, were obtained with the application of trifloxysulfuron-sodium + ametrine at the nutsedge stages “young” and pre-flowering, halosulfuron at the “young” stage and glyphosate at the pre-flowering stage.

Key words: *Cyperus rotundus* biology, trifloxysulfuron-sodium + ametrine, halosulfuron, sulfentrazone, imazapic, glyphosate.

¹ Recebido para publicação em 18/4/2005 e na forma revisada em 25/11/2005.

² Eng.-Agr., D.S., Professor do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n., 14884-900 Jaboticabal-SP, <jcdurigan@fcav.unesp.br>, <correianm@fcav.unesp.br>.

³ Eng.-Agr., D.S., Consultor em Matologia, <ptimossi2004@yahoo.com.br>.



INTRODUÇÃO

A tiririca (*Cyperus rotundus*) é a principal planta daninha nos solos cultivados da região tropical. Nativa da Índia, infesta cerca de 52 importantes culturas em 92 países (Holm et al., 1977). É tida como a mais importante planta daninha no mundo, devido a sua ampla distribuição, capacidade de competição e agressividade, bem como à dificuldade de controle e erradicação (Kissmann, 1997).

A área infestada, dos melhores solos agrícolas do Brasil, cresce substancialmente em curto período de tempo. A taxa de produção de tubérculos, sob boas condições edafoclimáticas, chega a ser de um a cada dois dias, e a densidade encontrada nos canaviais pode atingir 3.000 tubérculos m^{-2} , com produção de até 2.000 manifestações epígeas m^{-2} , as quais, após uma capina, crescem de um a três centímetros por dia (Lorenzi, 1983).

Quanto maior a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos e, portanto, mais intensa será a interferência sofrida pela cultura (Pitelli, 1985). O limiar de dano econômico específico é a quantidade mínima de plantas de tiririca necessária para reduzir significativamente a produção de colmos e, conseqüentemente, de açúcar ou álcool, aumentar os custos de produção ou reduzir a qualidade do produto final. Apesar de vários trabalhos de pesquisa terem enfatizado os prejuízos ocasionados por altas densidades dessa planta daninha, ainda persistem dúvidas quanto aos seus efeitos deletérios à cana-de-açúcar, quando em baixas densidades.

A adequação da aplicação dos herbicidas em pós-emergência ao estágio de máxima susceptibilidade é fundamental para o sucesso no controle da tiririca. É importante que a área foliar seja suficiente para uma boa retenção e absorção da calda aplicada, que a planta esteja com fluxo positivo de fotossintatos, via floema, no sentido das folhas para a parte subterrânea, e que as condições de solo e clima sejam adequadas e possam proporcionar intensa atividade fotossintética e translocação (Pereira & Crabtree, 1986).

Há necessidade de conhecer bem o alvo nas diferentes condições de aplicação, assim

como a capacidade de o herbicida atuar no ponto vital após ter atingido a planta, diretamente nas folhas, ou indiretamente, pela sua entrada na solução do solo (Durigan, 1991). Um herbicida que elimine tubérculos dessa planta daninha, passando por ambos os meios, apresentará melhor performance para a sua desinfestação gradativa.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os estádios de crescimento mais adequados para a aplicação de herbicidas em pós-emergência, além da possibilidade de ação dos principais herbicidas na parte subterrânea dessa planta daninha após aplicação localizada na parte aérea, no solo e sobre ambos os meios.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de outubro a dezembro de 2003, foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal-SP.

No primeiro, utilizou-se um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, representativo dos canaviais da região de Jaboticabal, coletado de 2 a 3 m de profundidade no perfil do solo (num barranco) e peneirado em malha de 5 mm. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico com 20 cm de diâmetro e capacidade para três litros de solo.

Neste experimento, foram feitas aplicações dos herbicidas direcionadas ao solo, às partes aéreas das plantas de tiririca e sobre ambos. Para aplicação exclusivamente no solo, as partes aéreas da planta daninha, com 10 a 15 cm de altura, foram cobertas com saco plástico, cuja abertura era amarrada e fechada na região do colo da planta. Para atingir apenas a parte aérea, os vasos tinham o solo coberto com papel-alumínio, ajustado perfeitamente ao redor do caule, na região do colo das plantas, e por sobre as beiradas do vaso, impedindo que o líquido escorresse entre o solo e a parede do vaso. Onde se buscava atingir o solo e a parte aérea, a aplicação foi feita sobre ambos. Além da testemunha sem herbicida, foram estudados dois herbicidas recomendados para aplicações em pós-emergência, o trifloxysulfuron-sodium + ametrine e Agral (1,5 kg ha^{-1} + 0,2%) e o halosulfuron +

Aterbane (0,105 kg ha⁻¹ + 0,25%), e dois em pré-emergência, o sulfentrazone (0,8 kg ha⁻¹) e o imazapic (0,105 kg ha⁻¹).

Os herbicidas foram aplicados utilizando-se pulverizador costal, à pressão constante (mantida pelo CO₂ comprimido) de 1,25 kgf cm⁻², munido de barra com um bico de jato plano (“leque”) de deposição uniforme 80.03 e consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, num esquema fatorial 3x5, em que foram avaliadas três formas de aplicação (no solo, na parte aérea e sobre ambos) e cinco tratamentos herbicidas (sem herbicida, trifloxysulfuron-sodium + ametrine, halosulfuron, sulfentrazone e imazapic).

Aos 45 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, foram avaliados os números de tubérculos de tiririca, totais e viáveis, por vaso. Como tubérculos viáveis foram considerados os que brotaram e os dormentes, detectados após teste de brotação em toalhas de papel úmidas e com o teste do tetrazólio, conforme metodologia proposta por Delouche et al. (1962).

No segundo experimento, foram coletadas plantas de tiririca com “cadeias” intactas de três a quatro tubérculos, utilizando-se de retroescavadeira aplicada a solo bastante infestado. Essas estruturas foram mantidas úmidas em sacos plásticos e logo plantadas em vasos com 30 cm de diâmetro e 25 cm de profundidade, onde foi depositado o mesmo solo no primeiro experimento. Antes do plantio, os tubérculos da “cadeia” foram marcados com fios de telefone de diferentes cores, de forma que pudessem ser identificados quando retirados dos vasos.

A manifestação epígea original foi cortada enquanto se formava uma derivada da brotação de seus tubérculos. Em seguida, esta foi deixada crescer, para que atingisse estádios de aplicação semelhantes e pudesse receber os herbicidas. Os estádios estudados foram: **“jovem”**, com altura de 10 a 15 cm, de 4 a 5 folhas e de 15 a 20 dias após a emergência (DAE); **pré-florescimento**, de 20 a 25 cm, de 5 a 7 folhas e de 35 a 45 DAE; **florescimento pleno**, de 25 a 35 cm, de 7 a 8 folhas e de 55 a 70 DAE. Os herbicidas aplicados em pós-emergência, com as respectivas dosagens, foram:

glyphosate (0,72 kg ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium + ametrine e Agral (1,5 kg ha⁻¹ + 0,2%) e halosulfuron + Aterbane (0,105 kg ha⁻¹ + 0,25%). A tecnologia de aplicação utilizada foi similar à mencionada no primeiro experimento.

Posteriormente à aplicação, os tubérculos, inicialmente identificados com fios de telefone, foram retirados dos vasos, desprendidos da “cadeia” e colocados para brotar em estruturas de isopor quadriculadas, preenchidas com areia lavada. Aos 45 DAA, nos três estádios, foram determinadas as porcentagens de tubérculos afetados na seqüência das “cadeias”, a partir das manifestações epígeas originais e derivadas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, num esquema fatorial 2x3x3, em que foram avaliados dois tipos de manifestação epígea (original e derivada), três estádios de aplicação (“jovem”, pré-florescimento e florescimento pleno) e três herbicidas (glyphosate, trifloxysulfuron-sodium + ametrine e halosulfuron). Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico.

Somente os dados do primeiro experimento foram analisados estatisticamente, os quais foram submetidos ao teste F na análise de variância, e, quando significativas ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, a interação entre formas de aplicação e herbicidas foi significativa ($p < 0,01$), indicando dependência entre os fatores. Para melhor interpretação e compreensão dos resultados, optou-se pelo desdobramento dos herbicidas dentro de cada forma de aplicação.

Os números de tubérculos (totais e viáveis) de tiririca por vaso, em duas épocas após a aplicação dos herbicidas no solo, na parte aérea e sobre ambos, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

Quando aplicado exclusivamente no solo, os herbicidas sulfentrazone e imazapic resultaram em menor número de tubérculos viáveis, diferindo significativamente dos



demais tratamentos. Ao contrário, para as aplicações restritas à parte aérea das plantas, os herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametrine e halosulfuron proporcionaram maior perda da viabilidade de tubérculos, o que não

foi observado para os demais herbicidas. Quanto às aplicações feitas na parte aérea e no solo, não houve diferença significativa entre os herbicidas estudados, porém todos diferiram da testemunha.

Tabela 1 - Números de tubérculos (totais e viáveis) de tiririca, por vaso, em duas épocas após a aplicação dos herbicidas exclusivamente no solo. UNESP/campus de Jaboticabal-SP, 2003

Tratamento	Dosagem (kg ha ⁻¹)	45 dias após a aplicação				90 dias após a aplicação			
		Total	%	Viáveis	%	Total	%	Viáveis	%
Testemunha (sem herbicidas)	---	15 a	100,0	15 a	100,0	38 a	100,0	36 a	100,0
trifloxysulfuron + ametrine e Agral	(1,5+ 0,2%)	14 a	93,3	10 b	66,7	29 b	76,3	21 c	58,3
halosulfuron + Aterbane	(0,105 + 0,25%)	14 a	93,3	13 ab	86,7	32 ab	84,2	26 b	72,2
sulfentrazone	(0,8)	8 b	53,3	2 c	13,3	15 c	39,5	6 d	16,7
imazapic	(0,105)	8 b	53,3	4 c	26,7	21 c	55,3	9 d	25,0
CV (%)		14,7		25,3		13,3		13,1	
DMS a 5%		3,3		3,9		6,5		4,1	

Porcentagem em relação à testemunha.

Tubérculos viáveis = brotados + dormentes.

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

Tabela 2 - Números de tubérculos (totais e viáveis) de tiririca, por vaso, em duas épocas após a aplicação dos herbicidas exclusivamente na parte aérea das plantas. UNESP/campus de Jaboticabal-SP, 2003

Tratamento	Dosagem (kg ha ⁻¹)	45 dias após a aplicação				90 dias após a aplicação			
		Total	%	Viáveis	%	Total	%	Viáveis	%
Testemunha (sem herbicidas)	---	16 a	100,0	15 a	100,0	35 a	100,0	33 a	100,0
trifloxysulfuron + ametrine e Agral	(1,5+ 0,2%)	10 b	62,5	4 d	26,7	22 bc	62,9	8 c	24,2
halosulfuron + Aterbane	(0,105 + 0,25%)	9 b	56,2	5 cd	33,3	18 c	51,4	7 c	21,2
sulfentrazone	(0,8)	12 b	75,0	10 b	66,7	26 b	74,3	14 b	42,4
imazapic	(0,105)	11 b	68,7	8 bc	53,3	23 bc	65,7	15 b	45,4
CV (%)		14,7		25,3		13,3		13,1	
DMS a 5%		3,3		3,9		6,5		4,1	

Porcentagem em relação à testemunha.

Tubérculos viáveis = brotados + dormentes.

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

Tabela 3 - Números de tubérculos (totais e viáveis) de tiririca, por vaso, em duas épocas após a aplicação dos herbicidas na parte aérea + solo. UNESP/campus de Jaboticabal-SP, 2003

Tratamento	Dosagem (kg ha ⁻¹)	45 dias após a aplicação				90 dias após a aplicação			
		Total	%	Viáveis	%	Total	%	Viáveis	%
Testemunha (sem herbicidas)	---	16 a	100,0	15 a	100,0	37 a	100,0	36 a	100,0
trifloxysulfuron + ametrine e Agral	(1,5+ 0,2%)	7 c	43,7	2 b	13,3	17 b	45,9	4 b	11,1
halosulfuron + Aterbane	(0,105 + 0,25%)	9 bc	56,2	5 b	33,3	19 b	51,4	8 b	22,2
sulfentrazone	(0,8)	9 bc	56,2	2 b	13,3	16 b	43,2	6 b	16,7
imazapic	(0,105)	11 b	68,7	4 b	26,7	17 b	45,9	7 b	19,4
CV (%)		14,7		25,3		13,3		13,1	
DMS a 5%		3,3		3,9		6,5		4,1	

Porcentagem em relação à testemunha.

Tubérculos viáveis = brotados + dormentes.

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

Todos os herbicidas apresentaram efeito deletério sobre o número de tubérculos (totais e viáveis), com melhores performances relacionadas às suas principais formas de absorção, translocação e ação, ou seja, houve relação direta entre as características dos produtos e os efeitos esperados. Dessa forma, o sulfentrazone e o imazapic foram mais eficazes pelo solo, enquanto o trifloxysulfuron-sodium + ametrine e o halosulfuron o foram quando aplicados na parte aérea. Os melhores resultados finais, ou seja, a perda da viabilidade dos tubérculos, soma das ações por ambos

os meios, foram obtidos, em ordem decrescente, com os herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametrine (88,9%), sulfentrazone (83,3%), imazapic (80,6%) e halosulfuron (77,8%).

Durigan et al. (2004) relataram que, aos 60 DAA, em condições de solo sem cobertura, os herbicidas sulfentrazone (0,8 kg ha⁻¹) e trifloxysulfuron-sodium + ametrine (1,5 e 1,3125 kg ha⁻¹) resultaram em menor número de tubérculos viáveis, quando aplicados em pré e pós-emergência, respectivamente, diferindo significativamente dos herbicidas

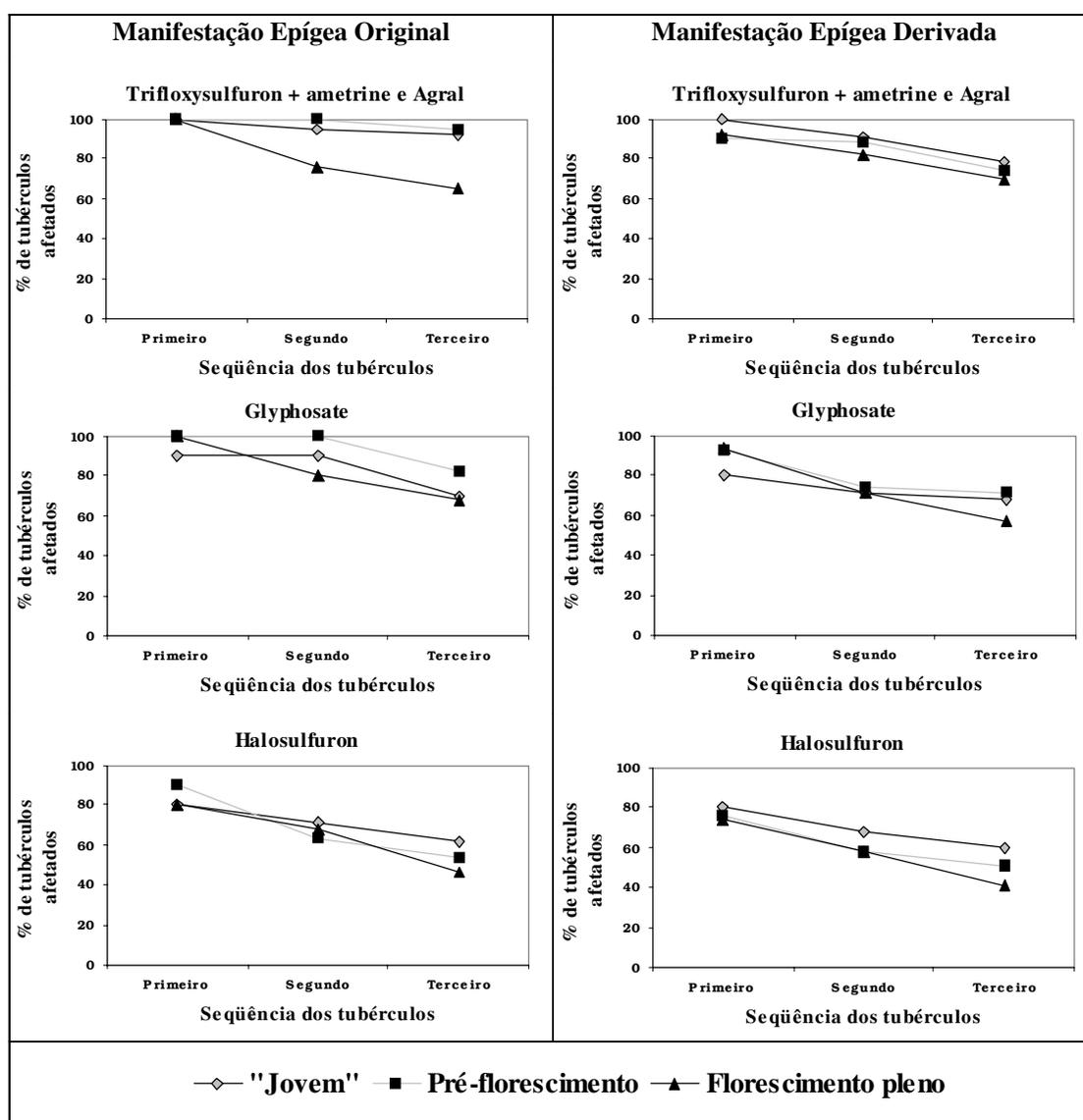


Figura 1 - Porcentagens de tubérculos afetados na seqüência das "cadeias" ligadas às manifestações epígeas, aos 45 dias após a aplicação dos herbicidas, em três estádios das plantas de tiririca. UNESP/campus de Jaboticabal-SP, 2003.



imazapic (0,105 kg ha⁻¹) e halosulfuron (0,1125 kg ha⁻¹) também pulverizados em pré e pós, respectivamente. No momento da aplicação dos herbicidas em pós-emergência, as plantas de tiririca apresentavam-se com cerca de 0,25 m de altura e com seis a oito folhas. Ulbrich et al. (2004) mencionaram que a aplicação em pós-emergência da mistura comercial dos herbicidas imazapic e imazapyr foi mais eficaz na redução de manifestações epigeas de tiririca, comparada à sua aplicação em pré-emergência.

No segundo experimento, o terceiro tubérculo da “cadeia” presa à manifestação epígea original (MEO) foi afetado em 92, 95 e 65%, pelo trifloxysulfuron-sodium + ametrine, nos estádios de aplicação “jovem”, em pré-florescimento e florescimento pleno, respectivamente. Esses resultados foram de 70, 82 e 68% para o glyphosate e de 62, 54 e 46% para o halosulfuron, conforme mostram os gráficos apresentados na Figura 1. No terceiro tubérculo da “cadeia” presa à manifestação epígea derivada (MED), os percentuais foram de 79, 74 e 70% para o trifloxysulfuron-sodium + ametrine; 68, 71 e 57% para o glyphosate; e 60, 51 e 41% para o halosulfuron, quando aplicados nos estádios “jovem”, de pré-florescimento e de florescimento pleno, respectivamente.

Isso evidencia que os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de glyphosate no estádio de pré-florescimento, de trifloxysulfuron-sodium + ametrine nos estádios “jovem” e de pré-florescimento e de halosulfuron no estádio “jovem” das plantas de tiririca, o que pode ser justificado pela maior absorção e translocação dos herbicidas na planta, resultando em maior percentual de tubérculos afetados na “cadeia”, principalmente daqueles mais distantes na seqüência.

Os melhores resultados de controle de tiririca pelo herbicida glyphosate foram obtidos quando, no momento da aplicação, as plantas encontravam-se com seis a sete folhas, com alto vigor vegetativo e antes do início do florescimento (Beltrão et al., 1983). Para o halosulfuron, constatou-se que nas dosagens de 93,75, 112,5 e 131,25 kg ha⁻¹ houve redução de 47,7, 52,7 e 60,7% no número de tubérculos viáveis, respectivamente, quando aplicado em plantas de tiririca no final da fase vegetativa e início do florescimento, com altura de 0,15 a 0,30 m (Mascarenhas et al., 1995).

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que todos os herbicidas estudados proporcionaram reduções significativas no número de tubérculos viáveis dos vasos, de forma coerente com suas características de atuação e pela via em que são recomendados. As maiores porcentagens de tubérculos afetados foram obtidas nas aplicações de trifloxysulfuron-sodium + ametrine nos estádios “jovem” e de pré-florescimento, de halosulfuron no estádio “jovem” e de glyphosate no de pré-florescimento.

LITERATURA CITADA

- BELTRÃO, N. E. et al. Efeitos de doses de glyphosate no controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Planta Daninha**, v. 6, n. 1, p. 51-57, 1983.
- DELOUCHE, J. C. et al. **The tetrazolium test for seed viability**. Mississippi: Mississippi Agricultural Experiment Station, 1962. 63 p. (Technical Bulletin, 51).
- DURIGAN, J. C. **Manejo da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) antes e durante a implantação da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1991. 336 f. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.
- DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, G. J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 127-135, 2004.
- HOLM, L. G. et al. **The world's worst weeds: distribution and biology**. Honolulu: University Press of Hawaii, 1977. p. 8-24.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. 825 p.
- LORENZI, H. J. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRÔNOMICA – PRAGAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 1983, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 1983. p. 59-73.
- MASCARENHAS, M. H. T. et al. Eficácia do halosulfuron no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 13, n. 2, 1995.
- PEREIRA, W.; CRABTREE, G. Absorption, translocation and toxicity of glyphosate and oxyfluorfen in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). **Weed Sci.**, v. 34, n. 6, p. 923-929, 1986.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- ULBRICH, A. V. et al. Ação do imazapic + imazapyr sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e os desnitrificadores em milho. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 577-582, 2004.

