

CONTROLE DE TIRIRICA (*Cyperus rotundus*) E EFEITO RESIDUAL SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO DO HERBICIDA IMAZAPYR¹

Control of Purple Nutsedge (Cyperus rotundus) and Residual Effect on Dry Beans Crop of the Herbicide Imazapyr

GONÇALVES, A.H.², SILVA, J.B.³ e LUNKES, J.A.⁴

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de imazapyr no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) em solos de várzea e também seu efeito residual no solo sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), cultivar Carioca, cultivado em diferentes períodos após a aplicação do herbicida imazapyr. Para determinação da eficiência de controle da tiririca foram avaliadas três doses de imazapyr – 375, 750 e 1.500 g ha⁻¹ - aplicadas sobre as plantas de tiririca no estágio de quatro ou cinco folhas verdadeiras. As avaliações de eficiência de controle da planta daninha foram feitas aos 14, 35, 56, 70, 77, 84 e 91 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAA). Na avaliação do efeito residual do imazapyr no solo foram utilizadas as mesmas doses, porém aplicadas em oito épocas: 98, 84, 63, 42, 28, 21, 14 e 7 dias antes da semeadura (DAS) do feijão. Constatou-se que 375 g ha⁻¹ de imazapyr resultou em bom controle da tiririca até 35 dias após a aplicação do produto; após esse período observou-se reinfestação da área com esta espécie. Para as doses de 750 e 1.500 g ha⁻¹ observou-se controle eficiente por um período de 70 dias após a aplicação do herbicida. Quanto ao efeito residual do herbicida sobre a cultura de feijão, verificou-se que, quanto maior a dose utilizada e mais próximo da semeadura for aplicado o herbicida, menor a produtividade da cultura. A dose de 375 g ha⁻¹ aplicada aos 98 DAS mostrou-se menos prejudicial à cultura, não havendo perda de rendimento.

Palavras-chave: solo, período residual, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT - The objective of this research was to study rates of the herbicide imazapyr for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in lowland soils and to determine the carryover period for dry beans (*Phaseolus vulgaris*), cv Carioca, grown at different timings after the herbicide application. The experiment was carried out at EMBRAPA/CNPMS, in Sete Lagoas, MG, Brazil, and the effect of imazapyr on purple nutsedge was evaluated spraying at three rates: 375, 750 and 1500 g ha⁻¹, broadcast application at the 4-5 leaf crop stage. Seven purple nutsedge control evaluations were recorded at 14, 35, 56, 70, 77, 84 and 91 days after application (D.A.A.). For the carryover study the treatments consisted of the same previously applied rates of imazapyr and eight application periods before crop sowing (98, 84, 63, 42, 28, 21, 14 and 7 days - D.B.S.). A satisfactory control of purple nutsedge was obtained with imazapyr, except for the rate 375 g ha⁻¹, which controlled purple nutsedge n for 35 days. The higher rates were able to keep purple nutsedge under control for 70 days. As the rates of imazapyr increased, more phytotoxic effects were observed in dry bean plants. More severe damage to the crop was observed when the herbicide was applied closer to crop seeding, resulting in yield losses. The lowest imazapyr rate (375 g ha⁻¹) applied at 98 DBS, caused small injury to the crop, without yield losses.

Key words: soil, residues *Phaseolus vulgaris*.

¹ Recebido para publicação em 27/11/2000 e na forma revisada em 2/7/2001.

² Eng.-Agr^o., Pós-Graduando, Dep. de Agricultura da UFLA, Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras-MG. ³Eng.-Agr^o., Ph.D. Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Sete Lagoas-MG. ⁴Eng.-Agr^o., Dr., Universidade do Estado de Minas Gerais-UEMG, R. Pe. José Poggel, 506, 37200-000 Lavras-MG.



INTRODUÇÃO

A produção de alimentos no Brasil e no mundo é cada vez mais importante, principalmente em razão do crescimento da população e do aumento do consumo *per capita*, associados a anos adversos para a agricultura e pecuária (Kalckmann, 1996). Para aumentar a produção, é necessário o aumento da produtividade e/ou a incorporação de novas áreas no processo produtivo. Para alguns Estados brasileiros, a única alternativa para a expansão econômica da fronteira agrícola é o uso racional das áreas de várzeas (Klamt, 1992).

Segundo Amorim Neto et al. (1995), a cultura do arroz em áreas de várzea no Estado do Rio de Janeiro, em consequência da adoção de novas tecnologias, teve sua produtividade aumentada de 1.500 para 3.214 kg ha⁻¹. Essa afirmativa é corroborada por Andrade (1997), o qual afirma que o uso de solos de várzeas, bem manejados, permite obter elevada produtividade de arroz e feijão. Esse mesmo autor menciona que as técnicas culturais disponíveis para o feijão em várzeas são escassas, existindo apenas resultados com relação à adaptação de cultivares para essas condições.

Xavier (1992) relata que um fator importante para a expansão das culturas em áreas de várzeas é o uso de técnicas eficientes para o manejo de plantas daninhas, embora o método químico seja amplamente utilizado para as mais diversas culturas. Todavia, deve-se atentar para o uso de herbicidas que possuem longo efeito residual no solo, uma vez que podem causar severos danos às culturas e ao ambiente. Portanto, antes de se fazer o uso de herbicida, é necessário conhecer o seu comportamento no solo, a fim de se prever a eficiência e também seu impacto no ambiente. De acordo com Souza (1998), quando um herbicida atinge o solo, diversos processos agem sobre ele, determinando o seu comportamento no ambiente. Esses processos físicos, químicos e biológicos podem ocorrer tanto na superfície quanto no perfil do solo. Dentre os processos físicos, a lixiviação, o escoamento superficial e a volatilização são os de maior influência no comportamento dos herbicidas no solo.

O comportamento de um herbicida no solo é influenciado por processos de retenção,

transformação e transporte que ocorrem imediata e/ou simultaneamente após a sua aplicação (Weber & Miller, 1989). Parte do herbicida que atinge o solo pode ser transportada para o seu interior pela água de chuva ou de irrigação. Segundo Clay (1993), o herbicida pode alcançar grandes profundidades do solo e atingir o lençol freático.

Conforme Ismail & Ahmad (1994), dentre os fatores que se têm mostrado mais ativos nos fenômenos adsorptivos do imazapyr, podem ser citados a textura, o tipo de argila, a umidade e o pH, os quais influenciam diretamente a mobilidade do produto no perfil do solo.

O imazapyr é um herbicida que inibe a ação da enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela biossíntese dos aminoácidos isoleucina, leucina e valina. Essa inibição interrompe a síntese protéica, que, por sua vez, interfere na síntese de DNA e no crescimento celular (Shaner & O'Connor, 1991). Apresenta rápida translocação sistêmica, não é seletivo, possui ampla faixa de controle sobre plantas daninhas de folhas largas e estreitas, anuais ou perenes, herbáceas ou lenhosas, é de longo efeito residual e indicado para áreas não-agrícolas. Atualmente, vem sendo utilizado em áreas de cana-de-açúcar, com aplicação 60 dias antes do plantio, para o controle de tiririca e grama-seda (Ahrens, 1994; Rodrigues & Almeida, 1998).

Em relação ao comportamento de imazapyr no solo, Rodrigues & Almeida (1998) afirmam que ele é pouco adsorvido, apresentando, ainda, degradação lenta, essencialmente por via microbiana, em condições aeróbicas, não ocorrendo degradação anaeróbica. No campo, sua persistência biológica é dependente da dosagem e das condições ambientais, com degradação mais rápida em climas quentes e úmidos. Estudos de dissipação de imazapyr no solo mostram que ele apresenta resíduos declinando para níveis negligíveis ou não-detectáveis dentro de 3 a 7 meses após a aplicação, sem alcançar profundidade significativa e com pouco movimento lateral no solo, quando as condições de umidade forem normais. Segundo os mesmos autores, ocorre movimento lateral em condições de saturação ou inundação. Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a melhor dose de imazapyr para o controle de tiririca (*Cyperus rotundus*)

em solos de várzea, bem como o seu período residual, para o plantio de feijão na área tratada com o herbicida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a outubro de 1995, num solo de várzea, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo CNPMS/EMBRAPA, localizado no município de Sete Lagoas-MG. As características físicas e químicas do solo onde foi instalado este experimento encontram-se na Tabela 1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo doses de herbicida, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 24 m de comprimento por 5,0 m de largura, perfazendo um total de 120 m² e área útil de 48 m². A área de cada subparcela foi de 5,0 m de comprimento por 3,0 m de largura, num total de 15 m², com área útil de 6,0 m². Foram feitas avaliações do efeito do herbicida imazapyr no controle de tiririca, bem

como do período residual para o plantio do feijão.

Para avaliar a eficiência do herbicida no controle da tiririca, os tratamentos foram constituídos por três doses de imazapyr (375, 750 e 1.500 g ha⁻¹) e sete épocas de avaliações, sendo 14, 35, 56, 70, 77, 84 e 91 dias após a aplicação (DAA). Em cada época e dentro de cada parcela foram realizadas contagens do número de plantas de tiriricas. Esse número de plantas foi transformado em percentagem de controle em relação à primeira contagem, tomada como 0% de controle. Para contagem das plantas de tiriricas utilizou-se um quadro de 1,0 m de comprimento por 0,5 m de largura, lançado duas vezes ao acaso, dentro de cada subparcela, correspondendo a 1 m² de área útil.

As avaliações do efeito residual do imazapyr no solo foram feitas utilizando-se apenas a produtividade do feijão semeado nas parcelas em que foram aplicadas as doses do imazapyr e em oito épocas de aplicação: 98, 84, 63, 42, 28, 21, 14 e 7 dias que antecederam a semeadura (DAS).

Tabela 1 - Análise química e física de amostras do solo (profundidade de 0 a 20 cm) da área referente ao experimento. UFLA, Lavras-MG, 1997^{1/}

Características químicas	
pH em água	6,50
Al (cmolc kg ⁻¹)	0,00
Ca (cmolc kg ⁻¹)	5,80
Mg (cmolc kg ⁻¹)	0,50
K (mg kg ⁻¹)	104
P (mg kg ⁻¹)	29
C. orgânico (g kg ⁻¹)	9
Características físicas (g kg ⁻¹)	
Areia grossa	270
Areia fina	130
Silte	200
Argila	400
Classificação textural	Franco-argiloso

^{1/} Análise realizada pelo laboratório de análises de solos do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/ EMBRAPA), Sete Lagoas-MG.



A semeadura foi realizada em 9 de junho de 1995, em sistema de plantio direto, através do uso de plantadeira, distribuindo 17 sementes por metro linear, com espaçamento de 50 cm entre linhas. O cultivar utilizado foi o Carioca, e a adubação química foi realizada com base na análise de solo (Tabela 1). Foram feitas irrigações complementares, no início do desenvolvimento da cultura, por meio de aspersão convencional.

Para a aplicação do herbicida utilizou-se um pulverizador costal, com tanque de 4 litros de capacidade, pressurizado a CO_2 , com pressão de 275 kg cm^{-2} e barra equipada com seis bicos tipo leque "Teejet" 110.02, espaçados de 50 cm, e volume de calda de 210 L ha^{-1} .

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de F, sendo utilizadas transformações de acordo com a variável envolvida, cuja finalidade foi proporcionar aos dados uma distribuição normal. As interações significativas foram desdobradas e, para se avaliar o efeito de doses dentro de cada época, utilizou-se resíduo combinado segundo a fórmula de Satterthwaite, citada por Campos (1984), desdobrando-se, ainda, os respectivos graus de liberdade em regressão, ajustando-se modelos propostos por Draper & Smith (1981), em que se procurou buscar um modelo estatístico que melhor explicasse a relação entre as doses do herbicida, as épocas de aplicação e as características avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito sobre a tiririca

As curvas de regressão referentes à percentagem de controle da tiririca em função das doses utilizadas e épocas em que foram realizadas as avaliações estão apresentadas na Figura 1.

Verificou-se que o herbicida proporcionou bom controle da tiririca já na primeira época, ou seja, 14 dias após a aplicação (DAA), apresentando índice de controle acima de 50% quando se usaram 375 g de imazapyr por hectare e mais de 60% nas doses de 750 e 1.500 g ha^{-1} . Na época 2 (35 DAA), o percentual de controle em função das doses apresentou diferença mínima de controle entre elas: próximo de 86%. Nas avaliações das épocas subseqüentes, o índice de controle foi proporcional ao aumento

das doses de imazapyr, alcançando em torno de 80% para a dose de 750 g ha^{-1} e 90% para a dose de 1.500 g ha^{-1} .

Na Figura 2 estão apresentadas as curvas de regressão referentes ao percentual de controle em relação ao efeito de épocas dentro de cada dose. Verificou-se que o efeito residual do produto para a dose de 375 g ha^{-1} persistiu por aproximadamente 35 dias, atingindo valores próximos de 75%, havendo reinfestação a partir dessa época. Para as doses de 750 e 1.500 g ha^{-1} , o efeito residual teve duração mais prolongada. Na dose de 750 g ha^{-1} , obteve-se controle de 85% até próximo dos 70 dias após a aplicação, havendo pequena reinfestação a partir dessa data, com o controle permanecendo próximo dos 75%. Para a dose de 1.500 g ha^{-1} , o efeito persistiu até o final da última avaliação (91 DAA), proporcionando controle acima de 85%. Esses resultados se assemelham àqueles encontrados por Cruz et al. (1993), os quais, utilizando doses de 375 a 1.000 g de imazapyr por hectare, observaram controle da tiririca por 60 dias após o tratamento. Resultados semelhantes foram também observados por Rosamiglia et al. (1995), que obtiveram controle dessa invasora, por 18 semanas, utilizando 1.000 g ha^{-1} de imazapyr.

Efeito sobre a cultura

As curvas de regressão relativas às doses dentro de cada época de aplicação que antecedeu a semeadura do feijão, para o rendimento de grãos, podem ser observadas na Figura 3. Observa-se, para cada época, diminuição do rendimento de grãos à medida que se aplicaram doses crescentes. A partir da época 7 (84 DAS), verificou-se menor redução na produtividade de feijão até mesmo nos tratamentos em que se aplicaram as maiores doses, como ocorreu quando o herbicida foi aplicado mais próximo da semeadura.

O efeito de épocas dentro de cada dose para o rendimento de grãos é apresentado na Figura 4. Nota-se que, para as doses de 375 , 750 e 1.500 g ha^{-1} , houve diferenças entre as épocas de aplicação de imazapyr, observando-se que, quanto mais próximo da data da semeadura foi a aplicação do produto, maior o efeito tóxico sobre a cultura, acarretando queda de rendimento de grãos.

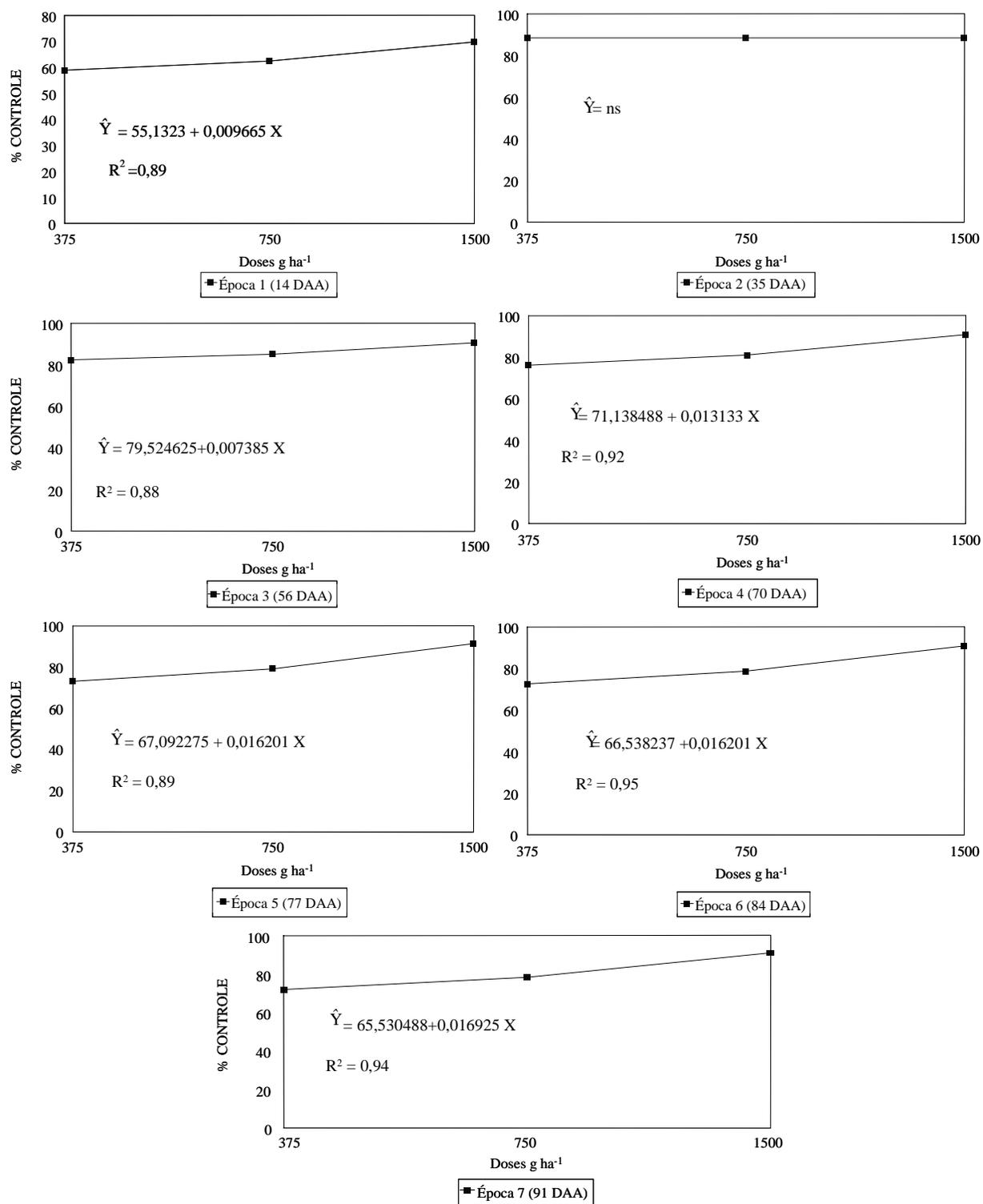


Figura 1 - Percentual de controle de tiririca entre doses de imazapyr (375, 750 e 1.500 g ha⁻¹) avaliadas em diferentes épocas após aplicação (DAA). Dados transformados em arco seno $\sqrt{X}/100$. UFLA, Lavras-MG, 1997.



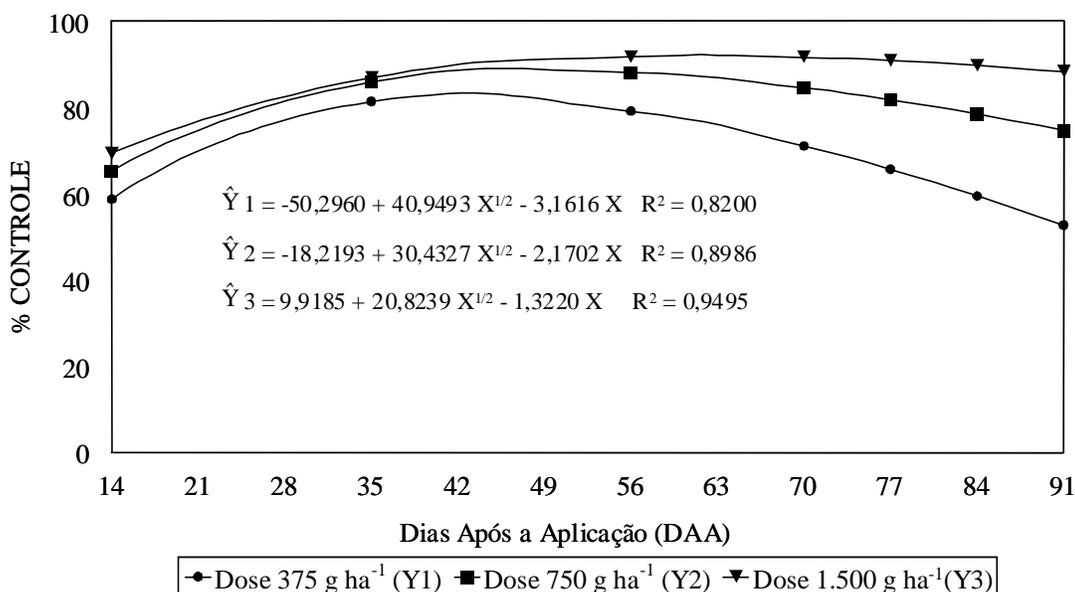


Figura 2 - Percentual de controle de tiririca entre épocas após a aplicação (DAA) e diferentes doses de imazapyr (375, 750 e 1.500 g ha⁻¹). Dados transformados em arco seno $\sqrt{X/100}$. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Pode-se verificar que a aplicação de imazapyr a 375 g ha⁻¹, aos 98 DAS, correspondeu à época e dose que menos afetaram o rendimento de grãos. As doses maiores foram prejudiciais mesmo quando aplicadas antes, mostrando que o herbicida apresenta, nessas doses, um longo período residual, prejudicando severamente o feijão. Todas as curvas de regressão apresentadas foram significativas a 1% pelo teste de F.

Deve-se ressaltar que o imazapyr é um herbicida não-seletivo e que, em função de condições ambientais, pH, umidade do solo e doses utilizadas, pode apresentar longo período residual no solo, podendo afetar culturas implantadas, na mesma área, muito tempo após a sua aplicação. Segundo Rodrigues & Almeida (1998), a duração do efeito residual no solo varia de seis meses a dois anos em clima temperado e de três a seis meses em áreas tropicais. Pela Tabela 2, nota-se que, na época em que foi realizado este experimento, houve ocorrência de poucas chuvas e temperaturas próximas de 25 °C, com o solo permanecendo seco até a época da semeadura do feijão, indicando, dessa maneira, menor lixiviação e menor degradação por microrganismos (Souza, 1998). Como no início do desenvolvimento da cultura foram

realizadas irrigações complementares e o pH do solo apresentava valor próximo de 7,0 (Tabela 1), sugere-se então maior disponibilidade do produto na solução do solo, afetando, dessa maneira, a cultura do feijão (Schoenhals et al., 1990). Esses mesmos autores observaram sintomas de injúrias na cultura de trigo 122 dias após a aplicação de imazapyr, corroborando as afirmações de Liebl (1995), o qual relata que as imidazolinonas (grupo químico a que pertence o imazapyr), quando em pH 7,0, são ionizadas, aumentando a sua solubilidade em água. Peoples (1984) também menciona que a atividade biológica deste produto pode persistir no solo de três meses a um ano em condições de clima tropical.

Em face dos resultados observados, concluiu-se que o efeito residual de imazapyr sobre a cultura de feijão, aplicado 98 dias antes da semeadura, mostrou-se prejudicial, ocasionando reduções na sua produtividade até mesmo na menor dose aplicada.

Em relação ao controle da tiririca, as doses de 375, 750 e 1.500 g ha⁻¹ de imazapyr proporcionaram, respectivamente, controle de 75; 80 e 85% por até 35, 70 e 84 dias após a aplicação, havendo reinfestação a partir das referidas épocas.

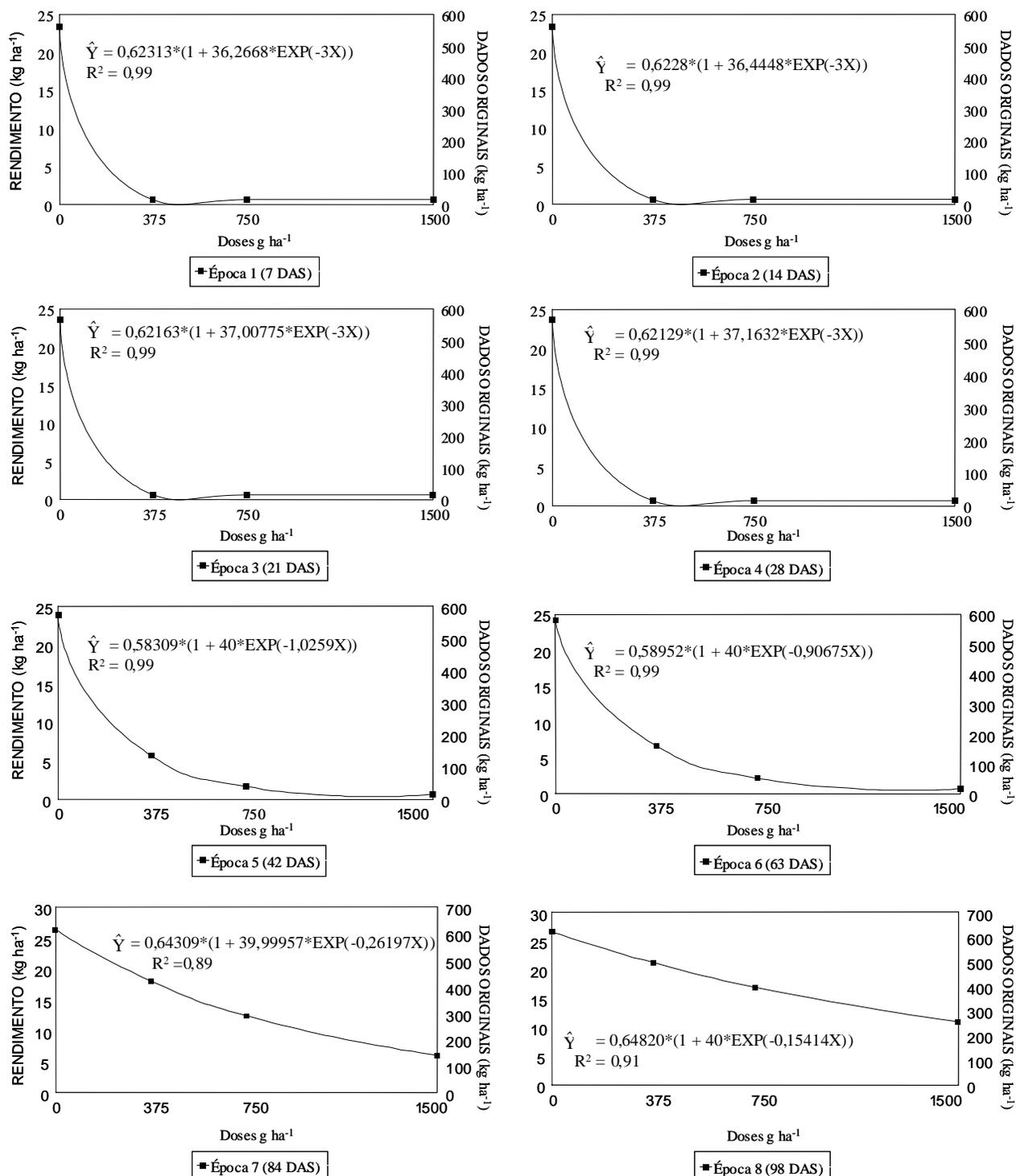


Figura 3 - Rendimento de grãos de feijão, cv. Carioca, em função de doses de imazapyr (0, 375, 750 e 1.500 g ha⁻¹) aplicadas em diferentes épocas que antecederam a semeadura. Dados transformados em $\sqrt{X} + 5$. UFLA, Lavras-MG, 1997.



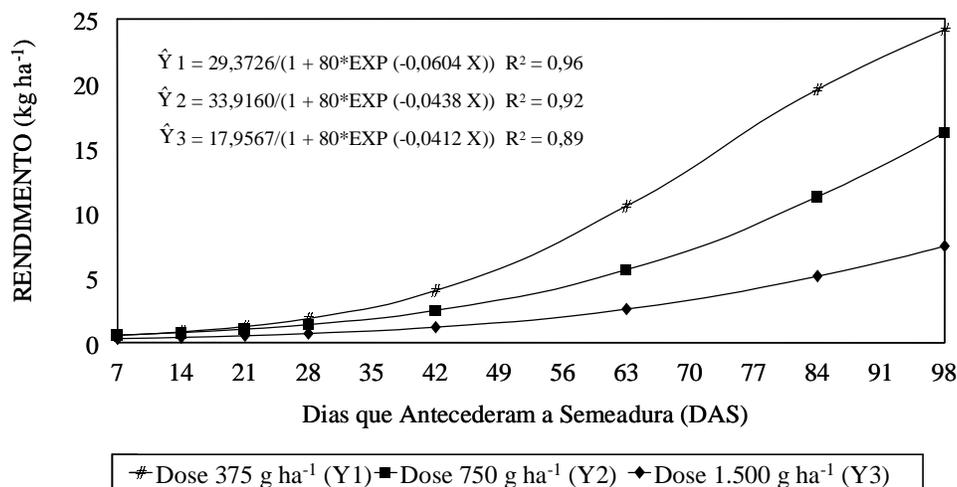


Figura 4 - Rendimento de grãos de feijão, cv. Carioca, em função das épocas de aplicação que antecederam a semeadura e das doses de imazapyr (375, 750 e 1.500 g ha⁻¹). Dados transformados em $\sqrt{X} + 5$. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tabela 2 - Variação média mensal da umidade relativa do ar (%), temperatura (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período experimental (3/3/1995 a 15/1/1995). UFLA, Lavras-MG, 1997. Dados coletados na estação climatológica principal do CNPMS/EMBRAPA

Varição Média	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Umidade Relativa (%)	70	70	75	66	52	45	38	65
Temperatura (°C)	25	23	20	18	20	22	22	23
Precipitação (mm)	60	40	20	0	0	0	20	22

LITERATURA CITADA

- AHRENS, W.H. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352p.
- AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A.B.; ANDRADE, W.E.B.; FERNANDES, G.M.B.; YUJRA, P.R.R.; SOUZA FILHO, B.F.; PEREIRA, R.P.; COSTA, R.A **A cultura do arroz irrigado no Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: PESAGRO-RIO, 1995. 40p. (Documentos, 32).
- ANDRADE, W.E.B. **Limitações nutricionais para a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) e do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em cultivo sucessivo em solo de várzea da região norte fluminense**. Lavras: UFLA, 1997. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 1997.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiróz, 1984. 291p.
- CLAY, D.V. Herbicide residues in soils and plants and their bioassay. In: STREIBIG, J.C.; KUDSK, P. **Herbicide bioassays**. Florida: CRC Press, 1993. p.153-171.
- CRUZ, L.S.P.; UCHOA, P.E.; WEICHERT, M.A. Avaliação da ação de Imazapyr no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1993, p.236.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley, 1981. 709p.
- ISMAIL, B.S.; AHMAD, A.R. Attenuation of the herbicidal activities of glufosinate-ammonium and imazapyr in two soils. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.47, p.279-285, 1994.
- KALCKMANN, R.E. A adubação. I. Fator básico para aumentar a produção de alimentos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.1, p.215-219, 1996.

- KLAMT, E. Solos de várzea do Estado do Mato Grosso do Sul. In: CURSO DE MANEJO DE ÁREAS DE VÁRZEA DO MATO GROSSO DO SUL, 1, 1992, Dourados. **Anais...** Dourados: 1992. p.13-24.
- LIEBL, R. Imidazolinones and Pyrimidyl-Oxy-Benzoates. In: **Herbicide Action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior and fate of herbicides in plants soils.** West Lafayette: Purdue University, 1995. p.328-336.
- PEOPLES, T.R. Today's herbicide: Arsenal Herbicide. **Weeds Today**, v.15, n.1, p.5, 1984.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina: Edição dos Autores, 1998.
- ROSAMIGLIA, A.C.; FORSTER, R.; MARICONI, W. Eficiência do herbicida Imazapyr no controle de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: SBCPD, 1995. p.396-397.
- SCHOENHALS, M.G.; WIESE, A.F.; WOOD, M.L. Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) control with Imazapyr. **Weed Technol.**, v.4, n.4, p.771-775, 1990.
- SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. **The Imidazolinone herbicides.** New York: CRC Press, 1991, 290p.
- SOUZA, A.P. **Movimento e degradação de glyphosate e do imazapyr em solos com diferentes texturas e composição química.** Viçosa-MG: UFV, 1998. 95p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- WEBER, J.B.; MILLER, C.T. Organic chemical movement over and through soil. In: SAWHNEY, B.L.; BROWN, K., eds. **Reactions and movement of organic chemicals in soil.** Madison: SSSA, 1989. p.305-334 (SSSA Special Publication, 22).
- XAVIER, F.P. Plantas daninhas. In: CURSO DE MANEJO DE ÁREAS DE VÁRZEA DO MATO GROSSO DO SUL, 1, 1992, Dourados. **Anais...** Dourados: 1992. p.87-124.

