

EFEITO RESIDUAL NO SOLO DOS HERBICIDAS IMAZAMOX E IMAZETHAPYR PARA AS CULTURAS DE MILHO E SORGO¹

ANTONIO A. DA SILVA², RUBEM S. DE OLIVEIRA JR.³, EDALÍCIO R. COSTA⁴ e LINO R. FERREIRA²

RESUMO

Durante o ano agrícola 1994/95, foi conduzido ensaio de campo, em Capinópolis, MG, visando avaliar o efeito residual no solo dos herbicidas imazamox (50 e 100 g/ha) e imazethapyr (100 e 200 g/ha), aplicados à cultura da soja, sobre as culturas de milho e sorgo, cultivadas em sistema de sucessão à soja. Foram realizados, em casa de vegetação, bioensaios utilizando o sorgo como planta-teste, em amostras de solo coletadas nas parcelas onde foram aplicados os herbicidas no campo. As amostras de solo foram coletadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Um dia após a colheita da soja, fez-se também a semeadura, no campo, do milho e do sorgo nas parcelas anteriormente ocupadas com a soja, onde haviam sido feitas as aplicações dos

herbicidas. Os resultados obtidos indicam que o imazamox apresentou menor efeito residual, não influenciando no desenvolvimento da planta-teste quando esta foi semeada aos 120 DAA, até mesmo no dobro da dose recomendada. Todavia, o imazethapyr a 200 g/ha (dobro da dose recomendada) apresentou inibição no desenvolvimento das plantas de sorgo quando estas foram semeadas 120 DAA. Em condições de campo, plantas de sorgo semeadas após a colheita da soja em áreas que receberam o dobro da dose recomendada de imazethapyr evidenciaram menor altura de plantas e menor comprimento de panícula do sorgo, não influenciando, entretanto, a produtividade de grãos.

Palavras-chave: Bioensaio, persistência, resíduos no solo.

ABSTRACT

Soil residual effect of the herbicides imazamox and imazethapyr to corn and sorghum crops

During the 1994/95 growing season, a field assay was conducted in Capinópolis, MG, to evaluate the carryover effect of the herbicides imazamox (50 and 100 g/ha), and imazethapyr (100 and 200 g/ha), applied in soybean, to corn and sorghum crops succeeding soybean. Bioassays using sorghum as test-plant were conducted in greenhouse conditions using soil samples collected from plots sprayed with the herbicides in field. Soil

samples were collected at 30, 60, 90 and 120 days after application (DAA) of herbicides. One day after soybean harvest, corn and sorghum were also sowed in the field plots previously used for soybean growth, where the herbicides had been applied. The results obtained denote that imazamox had a shorter residual effect in soil, having no influence on the development of the test-plant at 120 DAA, even when at double the recommended rate.

¹ Recebido para publicação em 13/01/99 e na forma revisada em 18/03/99.

² Profº Adjunto do Deptº de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa/UFV. Av. P.H. Rolfs, S/N, CEP: 36570-001, Viçosa/MG.

³ Profº Adjunto do Deptº de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo 5790, CEP: 87020-900, Maringá/PR.

⁴ Engº Agrº, M.S., Deptº de Fitotecnia da UFV.

However, imazethapyr applied at 200 g/ha (double the recommended rate), inhibited the development of sorghum plants sowed 120 DAA. Under field conditions, sorghum plants sowed after soybean harvest in areas receiving double the

recommended rate of imazethapyr evidenced shorter plant height and shorter plant panicle, although having no effect on grain productivity.

Key-words: Bioassay, persistence, soil residues.

INTRODUÇÃO

No início dos anos 80, em busca de alternativas rentáveis que reduzissem a ociosidade das máquinas e da mão-de-obra no campo durante o período de entressafra da soja, alguns agricultores dos estados do Paraná e de São Paulo iniciaram, em caráter experimental, o cultivo do milho em sucessão à soja. Essa exploração cresceu e, hoje, é uma realidade na agricultura brasileira. Hoje, o milho “safrinha” é um mercado consolidado, que em 1998 representou 17% da área plantada e 13% da produção nacional de milho (Agroceres, 1998).

Com o sucesso observado nas regiões pioneiras, o milho “safrinha” está se tornando comum em outras regiões brasileiras, proporcionando uma série de vantagens para os agricultores e contribuindo de maneira decisiva para o aumento da produção nacional. Esse sistema de cultivo, além do estímulo econômico, também consiste numa prática de uso racional da terra, possibilitando melhor aproveitamento da adubação residual da cultura principal, maior produção de grãos/ha/ano e otimização do uso dos equipamentos agrícolas. Esse fato tem motivado os agricultores a investirem mais na agricultura, tornando-a mais tecnificada e elevando sua produtividade em diversas culturas.

Nessa exploração, tanto na cultura antecessora como na sucessora, o controle das plantas daninhas é feito normalmente através do método químico. Os herbicidas, dependendo de sua estrutura química e das condições edafoclimáticas, podem não ser completamente degradados durante o ciclo da

cultura principal, deixando resíduos indesejáveis no solo, os quais podem afetar a cultura subsequente e comprometer o ambiente.

Nos últimos anos, vários herbicidas foram registrados para o controle de plantas daninhas, principalmente para a cultura da soja. Dentre esses produtos encontram-se os herbicidas do grupo das imidazolinonas, que apresentam como características principais largo espectro de controle e, também, longa persistência no solo (Goetz *et al.*, 1990; Loux & Reese, 1993); esta persistência é altamente variável, principalmente, com as condições de pH (Renner *et al.*, 1988; Stougaard *et al.*, 1990; Marsh & Lloyd, 1996), matéria orgânica (Che *et al.*, 1992), temperatura (Flint & Witt, 1997) e umidade (Goetz *et al.*, 1990; Curran *et al.*, 1992) do solo. Esse fato tem trazido preocupação muito grande, por causa da intoxicação do milho “safrinha”, muitas vezes causando redução de produtividade, já que sabe-se que híbridos de milho podem apresentar diferentes graus de tolerância aos resíduos de imazethapyr no solo (Rabaey & Harvey, 1997).

Particularmente para o imazethapyr, estima-se que sua meia-vida no solo, em condições de campo, varie de 2,6 a 10,6 meses (Goetz *et al.*, 1990; Vischetti, 1995) sob condições de clima temperado. Para o imazamox, poucas informações a respeito de sua persistência estão disponíveis, mas estima-se que a meia-vida típica no campo seja de 20 a 30 dias (WSSA, 1998). No entanto, os danos causados por resíduos de imazamox podem ser mais severos em solos ácidos (Lueschen *et al.*, 1997).

Observações de campo indicam que os sintomas de toxidez à cultura do milho têm sido observados, com mais frequência, em solos de menor fertilidade e em anos de maior déficit hídrico e de temperaturas mais baixas. O sistema de manejo empregado também pode influenciar no aparecimento de sintomas de fitotoxicidade na cultura que sucede a soja. A incorporação ao solo, por exemplo, tende a aumentar a persistência do imazethapyr (Jensen *et al.*, 1995); da mesma forma, os sintomas parecem ser mais evidentes quando se utiliza a semeadura direta em relação ao preparo convencional do solo (Mills & Witt, 1991). No Brasil, Fleck & Vidal (1994) observaram que a persistência de imazethapyr aplicado na soja prejudicou a cultura de girassol semeada em sucessão.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual dos herbicidas imazethapyr e imazamox, aplicados para o controle de plantas daninhas em lavoura de soja, sobre as culturas sucessoras de milho e sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

A semeadura de soja foi realizada na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro – CEPET, localizada em Capinópolis-MG, em uma área de Latossolo Roxo eutrófico (LRe). As características químicas e granulométricas das amostras de solo, coletadas nos locais, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados das análises química e granulométrica de amostras do solo de Capinópolis, MG (LRe), utilizado nos experimentos de campo e de casa de vegetação^{1/}

pH _{água} (1:2,5)	C	P	K ⁺	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	Areia	Silte	Argila
	%	mg/dm ³			mmol/dm ³				%	
5,4	1,64	7,2	61	0,0	5,5	1,1	4,2	34	19	47

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Os tratamentos (testemunha capinada, imazamox a 50 e 100 g/ha e imazethapyr a 100 e 200 g/ha) foram dispostos em blocos casualizados, com seis repetições. A área de cada parcela foi de 60 m² (6 x 10 m), e em cada parcela foram semeadas 12 linhas de soja (20 sementes por metro), distanciadas uma da outra em 0,5 m. A cultivar utilizada foi a UFV-16 e a semeadura foi realizada em 04/12/94.

As aplicações de imazamox e imazethapyr foram feitas 15 dias após a emergência da soja, com um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), munido de uma barra de 2,5 m equipada com cinco bicos tipo leque 8003. Durante as aplicações manteve-se a pressão constante em 276 kPa, aplicando-se o equivalente a 200 l/ha de calda.

A capina mecânica, com enxada, foi realizada no tratamento testemunha aos 15 e aos 30 dias após a emergência da soja.

Bioensaios em casa de vegetação:

Os bioensaios foram conduzidos em condições de casa de vegetação, em Viçosa, MG, utilizando-se amostras de solo provenientes de cada parcela do experimento de campo. As amostras de solo foram coletadas em quatro épocas, com intervalos de 30 dias, sendo que a primeira coleta (época 0) ocorreu 30 dias após a aplicação dos herbicidas. Essas amostras de solo foram retiradas na profundidade de 0–10 cm, em três pontos ao acaso, em cada parcela, sendo em seguida misturadas e

homogeneizadas, formando uma amostra por parcela. Essas amostras foram colocadas em vasos de plástico com capacidade de 300 cm³, recobertos internamente com saco de polietileno, fazendo-se em seguida a semeadura do sorgo cultivar BR 007 (Silva *et al.*, 1998).

O delineamento experimental utilizado em cada época de amostragem foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Durante a condução dos bioensaios, procurou-se manter a umidade do solo, nos vasos, próxima da capacidade de campo, por meio de duas irrigações diárias, utilizando-se um protótipo simulador de chuvas para vasos. Aos 21 dias após a semeadura do sorgo, em cada época de amostragem, fez-se a avaliação visual dos sintomas de toxicidade dos herbicidas sobre a parte aérea das plantas de sorgo, tomando-se como base a escala EWRC, modificada por Frans (1972). Nessas datas também foram realizadas as colheitas das plantas-teste, separando a parte aérea do sistema radicular. Esse material foi então secado a 72°C por 48 horas, determinando-se a seguir sua biomassa seca.

Visando eliminar a influência do ambiente nas épocas de condução dos bioensaios, os dados de biomassa foram transformados em valores percentuais em relação ao tratamento testemunha, adotando-se para cada época valor referencial de 100%. Em seguida, foram submetidos à análise de variância. Após examinados os quadrados médios residuais das análises individuais, procedeu-se à análise conjunta dos dados, com desdobramento da soma de quadrados da interação (épocas x herbicidas), para verificar, por meio de regressão, os efeitos residuais dos herbicidas entre épocas.

Bioensaios de campo:

Um dia após a colheita da soja (150 dias após a semeadura), as áreas experimentais foram aradas e gradeadas, semeando-se em

seguida, em 50% das repetições, o milho e, na outra metade, o sorgo. As cultivares de milho e sorgo utilizadas foram a AGX-3472 e AG-1016, respectivamente.

Antes da semeadura foi realizada uma adubação no sulco com 300 kg/ha da fórmula 4-30-16. Aos 40 dias após a semeadura, foi feita adubação em cobertura com 20 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio. As culturas de milho e sorgo foram irrigadas por aspersão toda vez que se verificava ausência de chuvas por um período de 7 dias.

Na colheita do milho, foram avaliadas o estande final, a altura de plantas, a altura de inserção da primeira espiga e o rendimento de grãos. Para a cultura do sorgo, as características avaliadas foram: estande final, altura de plantas, comprimento de panícula e rendimento de grãos.

As características avaliadas, em ambos os ensaios, foram submetidas às análises de variância e de regressão. A análise de regressão foi feita para todas as características avaliadas, independentemente da significância observada pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bioensaios em casa de vegetação:

Pela Figura 1, verifica-se que o imazamox, tanto na dose recomendada (50 g/ha) quanto no dobro da dose, não provocou toxicidade às plantas de sorgo, quando essas foram semeadas a partir dos 90 dias após a aplicação (DAA). Os sintomas de fitotoxicidade observados nas plantas semeadas antes dos 90 DAA foram redução na altura das plantas e clorose nas folhas, permanecendo as nervuras verdes, os quais estão de acordo com os sintomas descritos por Vidal (1997). Todavia, para o imazethapyr, esses sintomas nas plantas de sorgo foram observados até 90 DAA, quando esse herbicida foi utilizado na dose recomendada, e até 120 DAA, quando no dobro da dose.

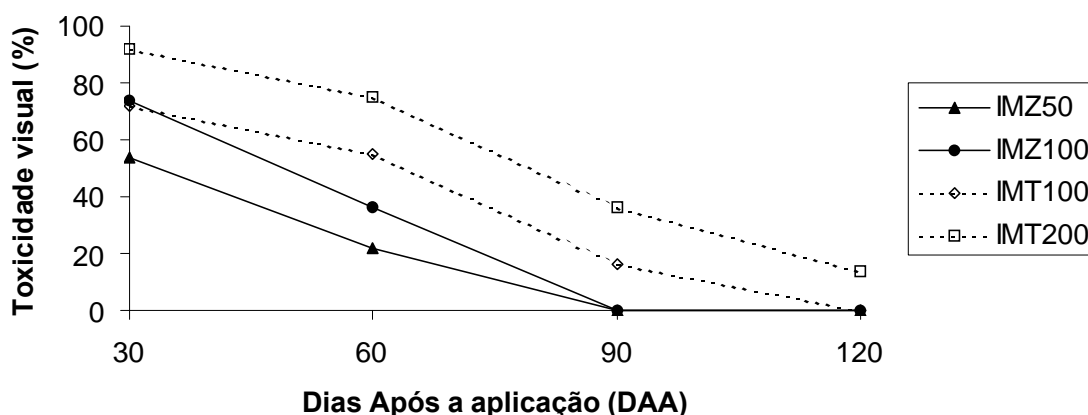


FIGURA 1. Toxicidade (%) média observada em plantas de sorgo aos 21 dias após a semeadura, cultivadas em amostras de solo tratadas com os herbicidas imazamox (IMZ) e imazethapyr (IMT), coletadas em diferentes períodos após aplicação. Viçosa, MG, 1994/95.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Silva *et al.* (1995 e 1996), os quais constataram maior efeito residual no solo do imazethapyr do que do imazamox.

Quanto aos reflexos dessa toxicidade sobre a porcentagem de acúmulo de biomassa seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de sorgo, em relação ao tratamento testemunha, foram observadas diferenças significativas entre tratamentos, épocas de semeadura após a aplicação dos herbicidas e, também, para a interação tratamentos x épocas.

Na Figura 2, considerando a porcentagem de produção de biomassa seca em relação à testemunha, verifica-se efeito linear crescente, indicando queda do efeito residual do imazamox aplicado a 50 g/ha e quadrático para a dose de 100 g/ha. Em ambas as doses, aos 90 DAA, não se observou efeito do imazamox sobre a produção de biomassa seca da parte aérea, concordando com as avaliações visuais de fitotoxicidade. Todavia, estes resultados foram diferentes daqueles obtidos para biomassa seca da raiz (Figura 2), em que se observou, para a dose de 100 g/ha,

inibição de aproximadamente 20% quando o sorgo foi semeado aos 90 DAA. Esse resultado sugere ser o sistema radicular do sorgo mais sensível a doses subletais desse herbicida. Silva *et al.* (1998) também observaram que resíduos de imazaquin no solo prejudicavam mais o desenvolvimento do sistema radicular do que da parte aérea de plantas de milho cultivadas após a soja.

Quanto ao imazethapyr, confirmando as avaliações de fitotoxicidade (Figura 1), verifica-se na Figura 3 que esse herbicida, mesmo na dose recomendada, ainda causou forte inibição na produção da biomassa seca da parte aérea e da raiz quando o sorgo foi semeado aos 60 DAA. Quando usado no dobro da dose recomendada (200 g/ha), o imazethapyr causou inibição no crescimento do sorgo semeado aos 120 DAA. Esses resultados estão de acordo com Cyanamid (1997), que afirma possuir o imazamox menor efeito residual no solo que o imazethapyr, e também com Appleby (1985) e Fleck & Vidal (1994), os quais concluíram que a longevidade do efeito residual de herbicidas no solo é maior para as maiores doses aplicadas.

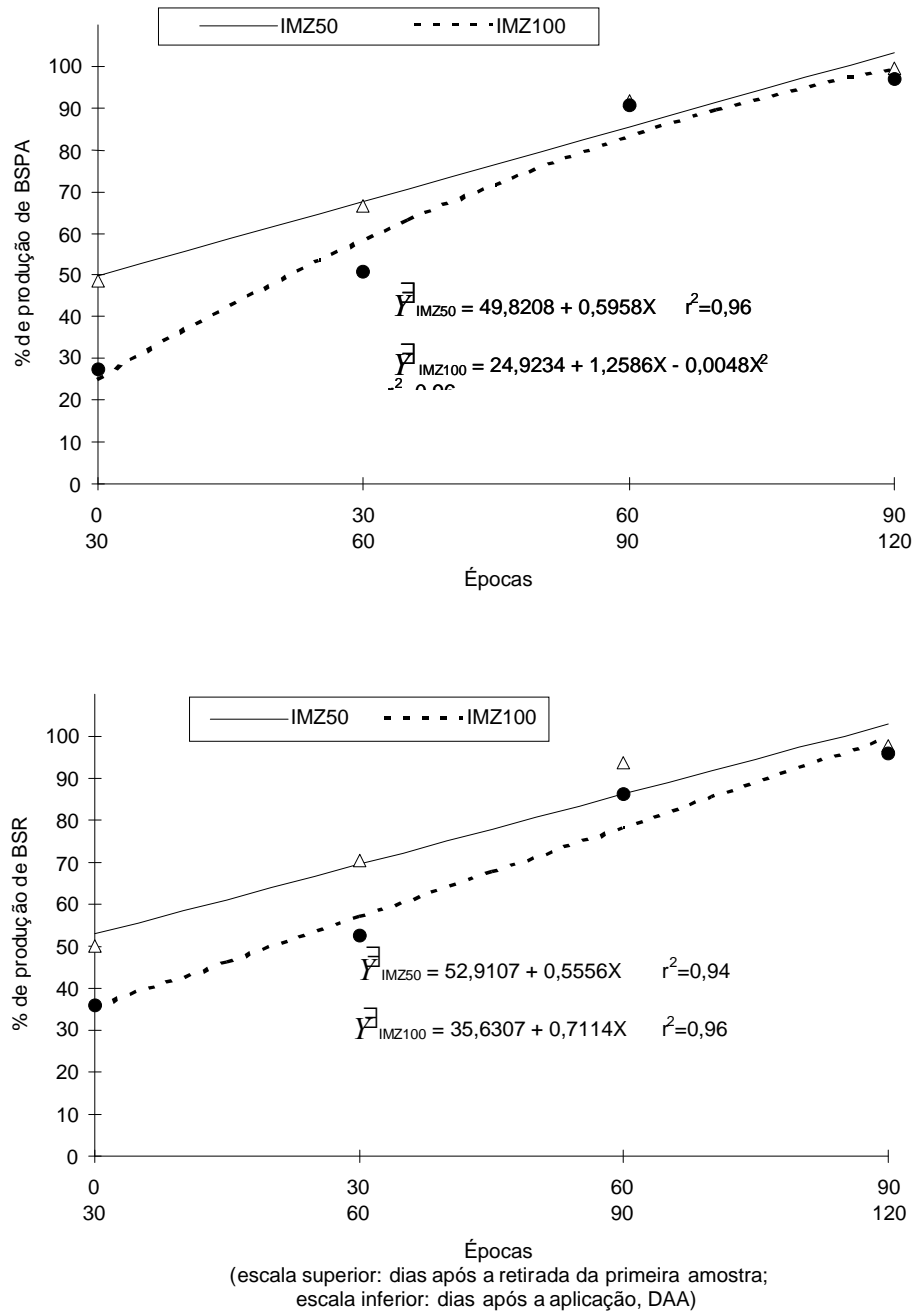


FIGURA 2. Acúmulo de biomassa seca (percentagem em relação à testemunha) da parte aérea (BSPA) e da raiz (BSR) de plantas de sorgo, aos 21 dias após a semeadura, cultivadas em amostras de solo coletadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação do herbicida imazamox (IMZ) na cultura da soja. Viçosa, MG, 1994/95.

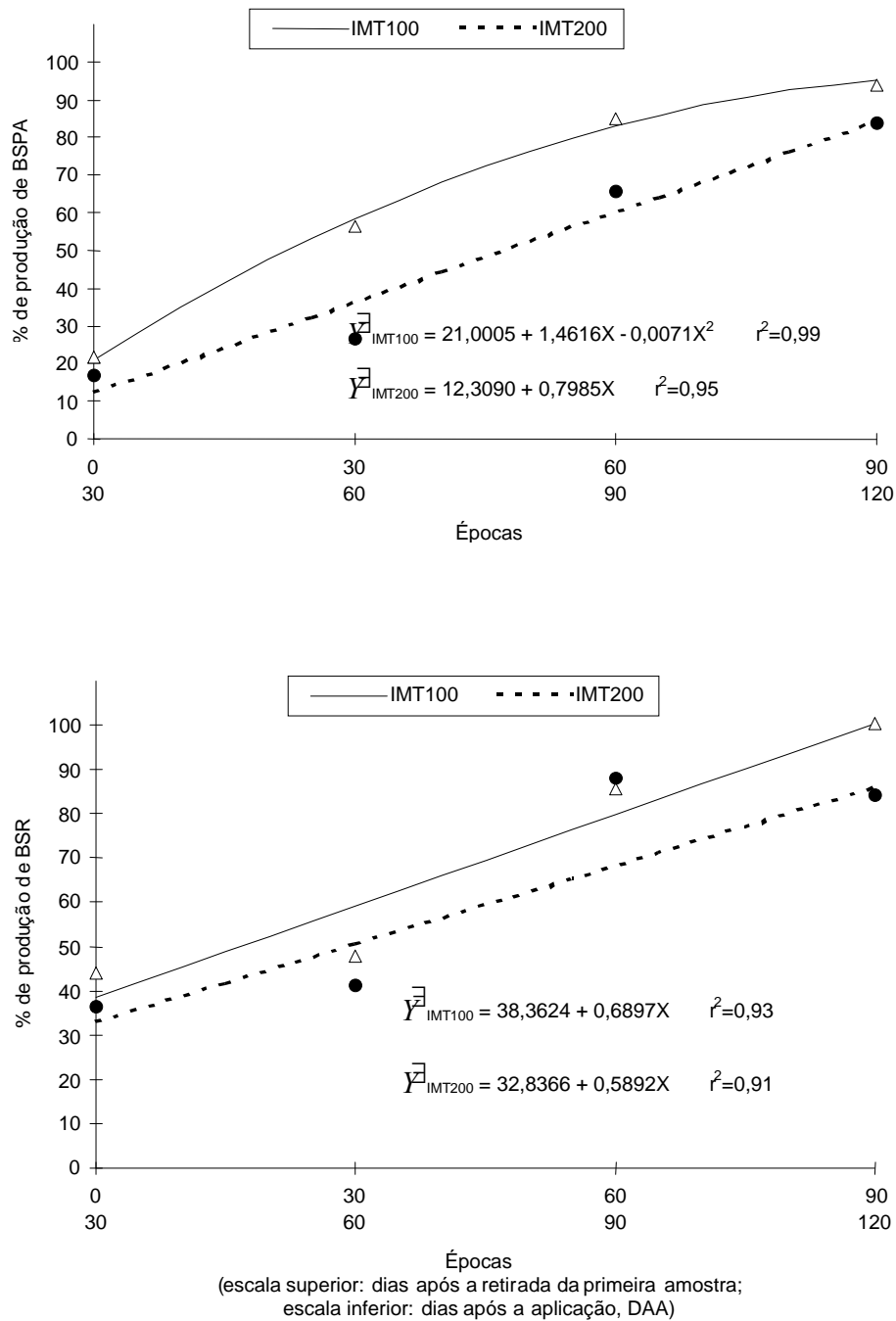


FIGURA 3. Acúmulo de biomassa seca (percentagem em relação à testemunha) da parte aérea (BSPA) e da raiz (BSR) de plantas de sorgo, aos 21 dias após a semeadura, cultivadas em amostras de solo coletadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação do herbicida imazethapyr (IMT) na cultura da soja. Viçosa, MG, 1994/95.

Considerando o nível alto de resíduo no solo, ou seja, imazamox e imazethapyr aplicados no dobro da dose recomendada, e o sorgo semeado aos 30 DAA, houve efeito mais drástico sobre o desenvolvimento da parte aérea da planta-teste. Segundo Brown *et al.* (1987), a menor atividade das imidazolinonas observada no sistema radicular das culturas sensíveis, em comparação com o crescimento da parte aérea, pode ser explicada pela menor atividade da enzima acetolactato sintase (ALS) no sistema radicular, além da possibilidade de detoxificação das moléculas desses herbicidas.

Bioensaios de campo:

Quando o milho e o sorgo foram semeados no campo aos 150 dias após a semeadura da soja, observou-se, aos 15 dias após a emergência, de acordo com Frans (1972), toxicidade leve (<10%) sobre as plantas de milho e média (12 a 20%) sobre o sorgo, nas parcelas tratadas com imazethapyr a 200 g/ha (dados não apresentados). Gazziero *et al.* (1997) avaliando a persistência desse herbicida aplicado em dose e época semelhante às utilizadas nesse experimento,

concluíram que a fitotoxicidade causada ao milho semeado após a soja não foi considerada prejudicial à cultura quando a semeadura ocorreu a partir de 90 dias após a aplicação de imazethapyr. A análise do conjunto desses dados indica que, se o milho “safrinha” for semeado na época geralmente adotada pelos agricultores (em torno de 120 dias após a utilização de imazethapyr na soja) no sistema de plantio convencional, existe pouca possibilidade de aparecimento de sintomas de fitotoxicidade em intensidade tal que possa causar reduções substanciais no crescimento ou na produtividade do milho.

Pela análise de variância com desdobramento dos efeitos dos herbicidas, observou-se que os herbicidas imazamox e imazethapyr, nas duas doses avaliadas, não influenciaram o estande final, a altura da primeira espiga e o rendimento de grãos de milho semeados aos 150 dias após a semeadura da soja. Todavia, para ambos os herbicidas, observou-se efeito linear decrescente para altura de plantas de milho (Figura 4), indicando menor desenvolvimento desta cultura quando se utilizam maiores doses desses herbicidas.

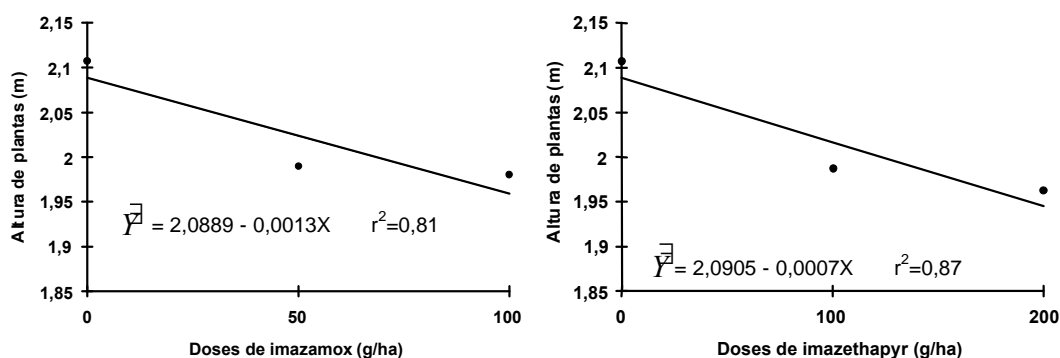


FIGURA 4. Altura de plantas de milho semeado 150 dias após a semeadura da soja, em área tratada com os herbicidas imazamox e imazethapyr. Capinópolis, MG, 1994/95.

Quanto aos efeitos desses herbicidas sobre a cultura do sorgo, verifica-se, que apenas o imazethapyr apresentou efeito residual no solo, aos 150 dias após a aplicação, sobre o desenvolvimento desta cultura. Foram verificados efeitos significativos sobre a altura de plantas e sobre o comprimento de panícula (Figura 5) e efeitos não-significativos sobre o estande final e

o rendimento de grãos. A redução na altura de plantas e também os sintomas de toxicidade estão em concordância com os resultados observados em casa de vegetação, e com os trabalhos de Barnes *et al.* (1989), os quais afirmam que a altura de plantas é uma das características mais sensíveis à presença de resíduos de imazethapyr.

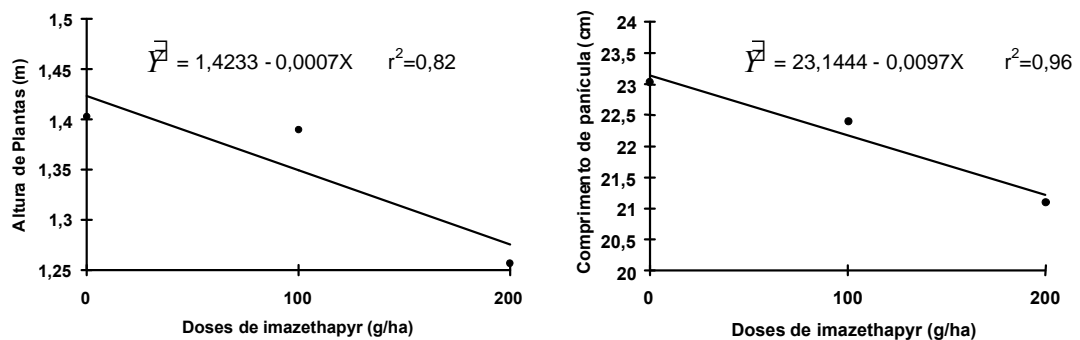


FIGURA 5. Altura de plantas e comprimento de panícula em plantas de sorgo semeado 150 dias após a semeadura da soja, em área tratada com o herbicida imazethapyr. Capinópolis, MG, 1994/95.

LITERATURA CITADA

AGROCERES. **Informa especial de safrinha.**

Uberlândia: Sementes Agrocere S/A, 1998. 8 p.

APPLEBY, A.P. Factors in examining fate of herbicides in soil with bioassay. **Weed Sci.**, v.33, n.1, p.2-6, 1985.

BARNES, C.J., GOETZ, A.J., LAVY, T.L. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Sci.**, v.37, n.6, p.820-824, 1989.

BROWN, M.A., CHIU, R.Y., MILLER, P. Hydrolytic activation versus degradation of Assert herbicide, an imidazolinone arylcarboxylate, in susceptible wild oat versus tolerant corn and wheat. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v.27, n.1, p.24-29, 1987.

CHE, M., LOUX, M.M., TRAINA, S.J., LOGAN, T.J. Effect of pH on sorption and desorption of imazaquin and imazethapyr on clays and humic acids. **J. Environ. Qual.**, v.21, n.4, p.698-703, 1992.

CURRAN, W.S., LOUX, M.M., LIEBL, R.A., SIMMONS, F.W. Photolysis of imidazolinone herbicides in aqueous solution and on soil **Weed Sci.**, v.40, n.1, p.143-148, 1992.

CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL. SWEEPERR: herbicida. 1997. 25p. (Boletim técnico).

FLECK, N.G., VIDAL, R.A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. III, Imazaquin e imazethapyr. **Planta Daninha**, v.12, n.1, p.39-43, 1994.

- FLINT, J.L., WITT, W.W. Microbial degradation of imazaquin and imazethapyr. **Weed Sci.**, v.45, n.4, p.586-591, 1997.
- FRANS, R.E. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E., ed. **Research methods in weed science** [S.l.]: Southern Weed Science Society, 1972. p.28-41.
- GAZZIERO, D.L.P., KARAN, D., VOLL, E., ULBRICH, A. Persistência dos herbicidas imazaquin e imazethapyr no solo e efeitos sobre plantas de milho e pepino. **Planta Daninha**, v.15, n.2, p.162-169, 1997.
- GOETZ, A.J., LAVY, T.L., GBUR, E.E., JR. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Sci.**, v.38, n.4-5, p.421-428, 1990.
- JENSEN, K.I.N., IVANY, J.A., KING, R.R. Persistence of imazethapyr in two Atlantic Canada soils. **Can. J. Soil Sci.**, v.75, p.525-527, 1995.
- LOUX, M.M., REESE, K.D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. **Weed Technol.**, v.7, n.2, p.452-458, 1993.
- LUESCHEN, W.E., GETTING, J.K., FOLAND, E.L. AC 299,263 and imazethapyr carryover potential in a soybean/sugarbeet rotation. In: WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA MEETING, 37, 1997, **Abstracts...** Orlando: WSSA, 1997, p.97.
- MARSH, B.H., LLOYD, R.W. Soil pH effect on imazaquin persistence in soil. **Weed Technol.**, v.10, n.2, p.337-340, 1996.
- MILLS, J.A., WITT, W.W. Dissipation of imazaquin and imazethapyr under conventional and no-tillage soybean (*Glycine max*). **Weed Technol.**, v.5, n.3, p.586-591, 1991.
- RABAEY, T.L., HARVEY, R.G. Sweet corn (*Zea mays*) hybrids respond differently to simulated imazethapyr carryover. **Weed Technol.**, v.11, n.1, p.92-97, 1997.
- RENNER, K.A., MEGGIT, W.F., PENNER, D. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.36, n.1, p.78-83, 1988.
- SILVA, A.A., OLIVEIRA JR., R.S., CASTRO FILHO, J.E. Avaliação da atividade residual no solo de imazaquin e trifluralin através de bioensaios com milho. **Acta Scientiarum**, v.20, n.3, 1998.
- SILVA, J.B., KARAM, D., ARCHÂNGELO, E.R. Avaliação do efeito residual de herbicidas do grupo das imidazolinonas sobre o milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, **Resumos...** Florianópolis: SBCPD, 1995. p.344-346.
- SILVA, J.B., KARAM, D., ARCHÂNGELO, E.R. Avaliação do efeito residual de imazamox e imazethapyr aplicados em pós-emergência na cultura da soja sobre o milho safrinha. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p.248.
- STOUGAARD, R.N., SHEA, P.J., MARTIN, A.R. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility and efficacy of imazaquin and imazethapyr. **Weed Sci.**, v.38, n.1, p.67-73, 1990.
- VIDAL, A.R. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R.A.Vidal, 1997. 165p.
- VISCHETTI, C. Measured and simulated persistence of imazethapyr in soil. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v.54, p.420-427, 1995.
- WSSA. **Weed Science Society of America. Herbicide handbook, supplement to seventh edition**. Lawrence: Weed Science Society of America, 1998. 104 p.