

COMPORTAMENTO DO HERBICIDA FLUMIOXAZIN EM SOLO COM DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO¹

Rodrigo O. Lima²
Maurílio F. de Oliveira³
Antônio A. da Silva²
Jurandir V. de Magalhães³

1. INTRODUÇÃO

O flumioxazin é um herbicida registrado para uso em condições de pré-emergência, no controle de plantas daninhas de folhas largas e de algumas monocotiledôneas, na cultura da soja (11). Por ser utilizado em pré-emergência, é fundamental que se conheça sua atividade no solo. O conhecimento dos processos de sorção e lixiviação dos herbicidas no solo permite a recomendação de doses diferenciadas por tipo de solo e, conseqüentemente, controle mais eficiente das plantas daninhas (7, 8, 9).

Vários fatores podem influenciar a sorção de herbicidas pelos colóides do solo, como o seu teor de carbono orgânico e argila, a natureza da molécula do herbicida e sua solubilidade em água, o pH do solo, dentre outros (1, 8). Segundo GRAVEEL e TURCO (6) e DEVINE *et al.* (3), o pH influencia tanto a molécula do herbicida quanto os colóides do solo. Com isto, a ação do herbicida sobre as plantas pode ser alterada em razão da concentração hidrogeniônica no solo, ou seja, de sua acidez ou pH. Pesquisas sobre o efeito do pH do solo na atividade do flumioxazin sobre plantas são necessárias para melhores esclarecimentos sobre o comportamento deste herbicida no ambiente edáfico.

¹ Aceito para publicação em 10.06.1999.

² Dept. Fitotecnia, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, Cx. P. 151. 35701-970 Sete Lagoas, MG.

Estudos de adsorção e lixiviação realizados por OLIVEIRA (8) demonstram que o teor de matéria orgânica nos diferentes tipos de solos influencia a adsorção do flumioxazin, indicando que as doses deste herbicida devem ser recomendadas de acordo com a capacidade adsortiva dos solos. Segundo esse autor, este herbicida apresentou, em condições controladas, baixíssima lixiviação quando aplicado, tanto em solo seco quanto em úmido.

Alguns autores (2, 5, 8, 11, 12, 13) utilizaram plantas-teste sensíveis a baixas concentrações de herbicida, para estudar sua atividade no solo ou na água. Dependendo do produto e da espécie selecionada, concentrações na ordem de partes por milhão ou mesmo partes por bilhão puderam ser detectadas nas plantas-teste. Estes ensaios biológicos são de fácil realização, fornecendo excelentes resultados num curto espaço de tempo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de calcário na ação do herbicida flumioxazin, por meio de ensaio biológico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa - UFV, em Viçosa - MG, utilizando-se como substrato amostra do Latossolo Variação Una, proveniente de Uberaba - MG. A amostra foi passada em peneira de malha de 4 mm e seca ao ar. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo metodologia da EMBRAPA (4) (Quadro 1).

QUADRO 1 - Resultados da análise granulométrica e das análises químicas do Latossolo Variação Una	
Análise granulométrica	Latossolo
Areia grossa (%)	17
Areia fina (%)	10
Silte (%)	20
Argila (%)	53
Análises químicas	Teores
Carbono orgânico (g/kg)	2,38
H + Al (cmol/dm ³)	3,6
CTC total (cmol/dm ³)	5,7
pH em H ₂ O (1:2,5) - 0,0 t calcário/ha	4,8
pH em H ₂ O (1:2,5) - 7,0 t calcário/ha	6,0
pH em H ₂ O (1:2,5) - 14,0 t calcário/ha	6,3
pH em H ₂ O (1:2,5) - 21,0 t calcário/ha	7,2

Após secagem do solo ao ar, foi feita aplicação das quatro doses de calcário (0, 7, 14, 21 t/ha). Cada dose continha duas partes de carbonato de cálcio para uma parte de carbonato de magnésio. Em seguida, o solo foi incubado por 16 dias com umidade de 30%, em base gravimétrica. Passado este período, o solo foi seco ao ar. Após a secagem, 320 g de solo, aos quais foram aplicadas as doses de calcário, foram colocados em vasos plásticos de 430 cm³, envolvidos internamente com sacos de polietileno. Em seguida, fez-se a semeadura da planta-teste, pepino (*Cucumis sativus* L.), cultivar híbrido Caipira AG 221, a 1,5 cm de profundidade.

Imediatamente após o plantio, foi realizada aplicação dos tratamentos com flumioxazin, que consistiram na combinação de cinco doses do produto (0, 15, 30, 45 e 60 g/ha) com quatro doses de calcário, em esquema fatorial completo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Para a aplicação do herbicida foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO₂, provido de uma barra de 0,5 m contendo dois bicos-leque Teejet 80.03. A pressão foi de 3,0 kgf cm⁻², sendo o pulverizador calibrado para aplicar o volume de 200 L ha⁻¹.

Logo após aplicação do flumioxazin foi simulada chuva de 8 mm, por seis minutos, em todos os vasos. Oito horas após a primeira chuva, foi simulada outra lâmina de 8 mm por seis minutos. Em seguida, a umidade dos vasos foi equilibrada e mantida até a colheita do ensaio em 32%, em base gravimétrica. Para manter a umidade constante, a água foi repostada três vezes ao dia, pela diferença de peso nos vasos, utilizando-se um simulador de chuvas.

Após a primeira irrigação, uma vez por semana, fez-se aplicação de solução nutritiva comercial (3,0 g L⁻¹) em igual volume, em todos os vasos, junto com a irrigação.

Dezessete dias após a instalação do experimento foi feita a colheita das plantas-teste, determinando-se a biomassa fresca e a seca das plantas de pepino. Foi calculada a biomassa média por planta, dividindo-se a biomassa das plantas de pepino pelo número de plantas/vaso.

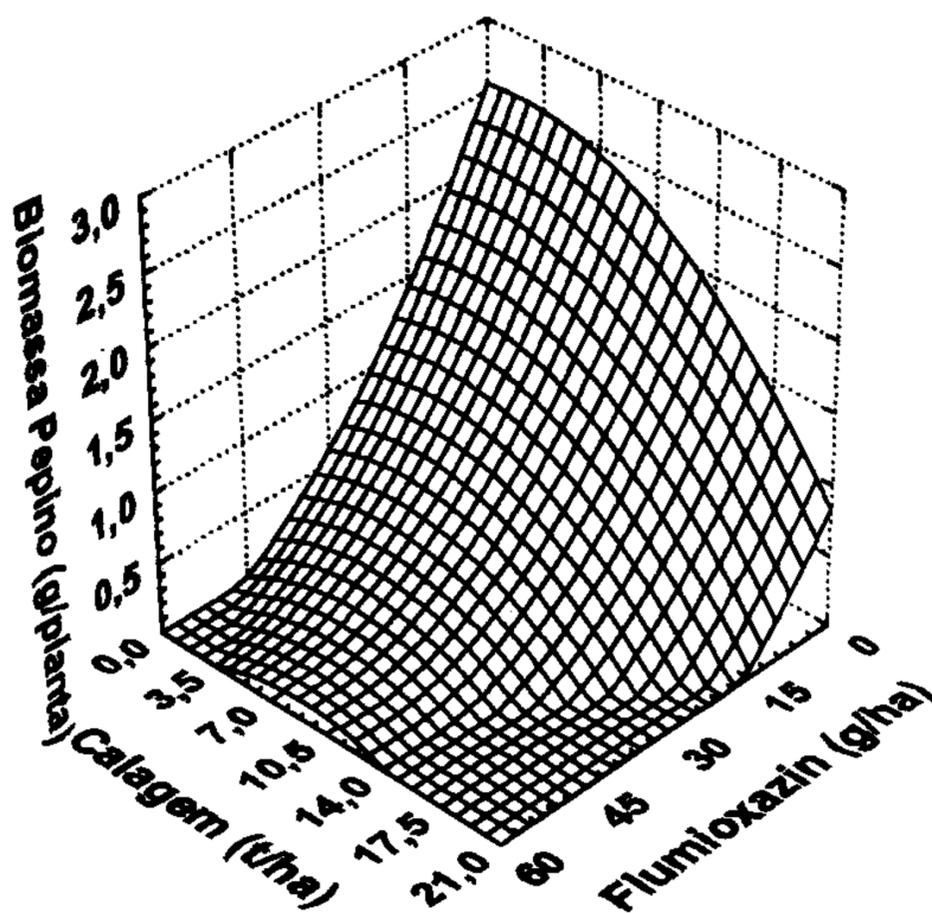
Ajustou-se um modelo de regressão linear múltipla para avaliar o efeito das doses de flumioxazin e de calcário nas plantas de pepino.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da calagem ($p < 0,01$) e de flumioxazin ($p < 0,01$) na produção de biomassa de plantas de pepino. A interação entre os fatores também foi significativa ($p < 0,01$), conforme modelo ajustado.

Na Figura 1, observa-se que o aumento de doses de flumioxazin reduziu a produção de biomassa fresca de pepino, tanto na presença quanto na ausência de calagem. A combinação das menores doses de flumioxazin

com menores doses de calcário acarretou maior produção de biomassa. Observa-se que na ausência do flumioxazin houve incremento na produção de biomassa de pepino com aumento das doses de calcário, até a dosagem de $1,85 \text{ t ha}^{-1}$. A partir deste ponto houve acentuada redução na produção de biomassa. Com as maiores doses de calcário houve redução acentuada na produção de biomassa de pepino, mesmo nas menores doses de flumioxazin. Tal fato não se observou com as menores doses de calcário (por exemplo, 7 t ha^{-1} de calagem na ausência de flumioxazin ou combinada com 15 g ha^{-1} de flumioxazin). Este resultado demonstra que as condições do solo atingidas com 14 e 21 t ha^{-1} de calagem não foram satisfatórias para o desenvolvimento das plantas-teste, devido provavelmente ao excesso de cálcio e magnésio. Além disso, observando o Quadro 1, verifica-se que o valor atingido pelo pH nessas dosagens de calcário acarretou provável deficiência de micronutrientes, o que pode também ter sido uma das causas da baixa produção de biomassa.



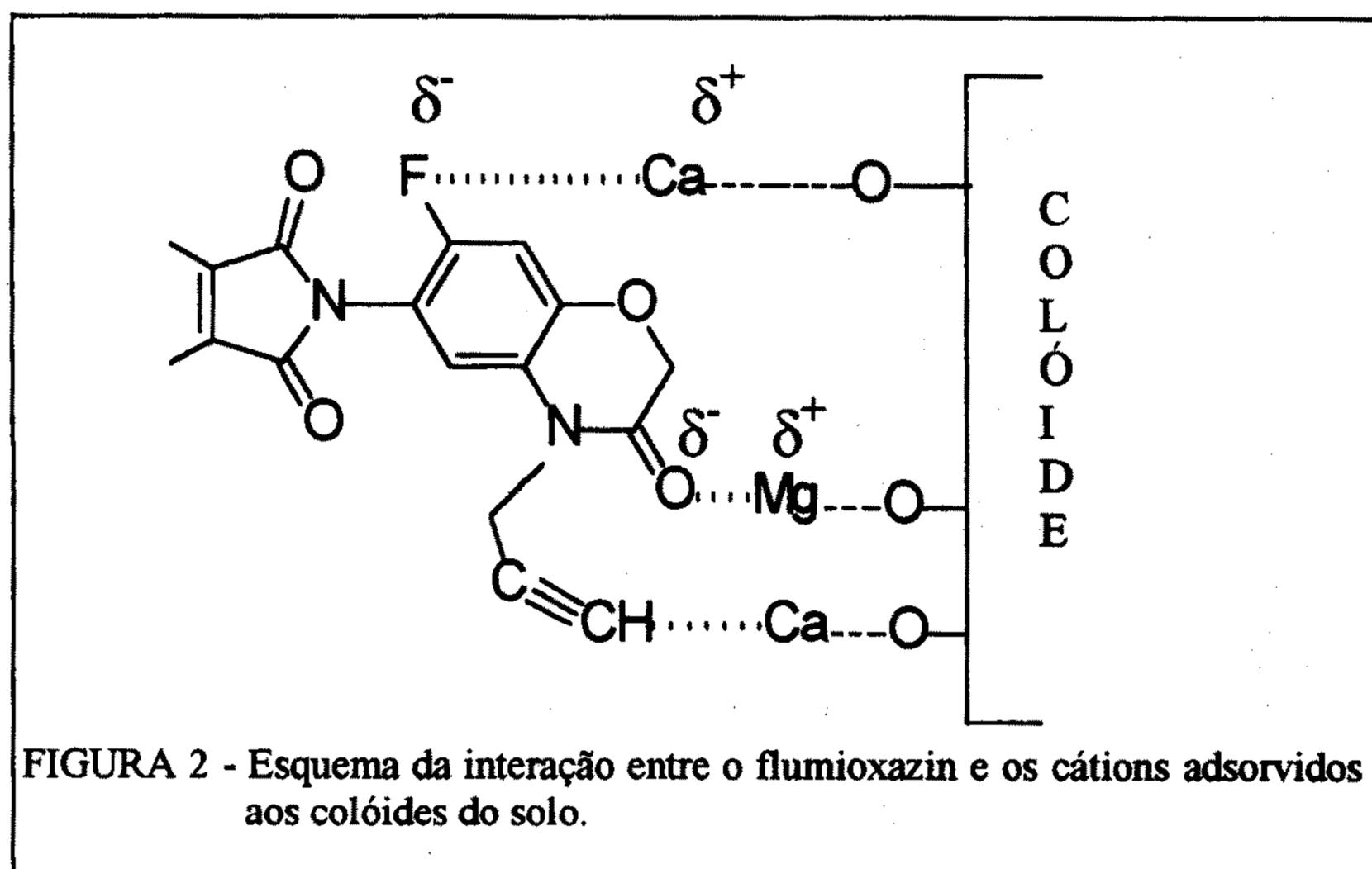
^

$$y = 2,55044 - 0,0844272 \text{ FL} + 0,0175512 \text{ CA} + 0,000632978 \text{ FL}^2 - 0,00474106 \text{ CA}^2 + 0,00110675 \text{ FL CA}$$

$$R^2 = 0,85$$

FIGURA 1 - Biomassa verde de plantas de pepino cultivadas no Latossolo variação Una tratado com quatro doses de calcário (CA) e cinco doses de flumioxazin (FL).

Utilizando o modelo ajustado, verifica-se que o máximo de produção de biomassa com 15 g ha^{-1} de flumioxazin foi obtido com $3,60 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário. Este valor é superior ao obtido na ausência de flumioxazin ($1,85 \text{ t ha}^{-1}$). Com a dose de 45 g ha^{-1} de flumioxazin o máximo de produção de biomassa foi obtido quando se aplicaram 7 ou 10 t ha^{-1} de calcário. Quando se usaram 60 g ha^{-1} de flumioxazin, o máximo de produção foi obtido com $8,85 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário. Há de se observar que o máximo de produção de biomassa numa determinada combinação de flumioxazin e calagem foi sempre menor que o máximo de produção obtido na combinação anterior. Este deslocamento do ponto máximo de produção de biomassa para maiores dosagens de calagem com aumento das doses de flumioxazin é característico do efeito de interação entre os dois fatores. Este efeito de redução na disponibilidade de flumioxazin do solo pode estar relacionado a fenômenos de interação entre os cátions do complexo sortivo do solo e os centros ricos em elétrons da molécula do herbicida. Esta adsorção deve ter ocorrido entre as moléculas do herbicida e os cátions ligantes (por exemplo: cálcio e, ou, magnésio) do complexo de troca e as argilas e, ou, matéria orgânica do solo (Figura 2). Pode-se considerar, ainda, a possibilidade de alteração da estrutura química do próprio herbicida por meio de reações químicas (como hidrólise). OLIVEIRA Jr. (9), estudando a variabilidade espacial do imazethapyr numa área de 31,4 ha, verificou que a retenção deste herbicida baseou-se primariamente na variação do pH e em outras propriedades do solo, como textura e teor de carbono orgânico.



Como o máximo de produção de biomassa de pepino com todas as doses de flumioxazin foi obtido abaixo da segunda dosagem de calcário

(14,0 t ha⁻¹), verifica-se que o efeito desse fator foi o de reduzir a produção de biomassa, a partir da segunda dose de calcário. Por isto, observa-se que o efeito da interação entre os dois fatores só pode ser melhor visualizado em valores muito baixos de biomassa, o que o torna, neste ensaio, de pequena magnitude. O efeito da interação é de suma importância, pois tornou-se possível o melhor conhecimento dos fenômenos físico-químicos dos processos de adsorção do flumioxazin no solo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar o efeito de doses de calcário no comportamento do flumioxazin no solo, usando como parâmetros de avaliação a produção de biomassa de plantas de pepino, foi realizado bioensaio em casa de vegetação. Como planta-teste foi utilizado o pepino (*Cucumis sativus* L.), combinando cinco doses de flumioxazin com quatro de calcário, em um esquema fatorial, no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. A biomassa fresca da parte aérea foi determinada aos 17 dias após o plantio. Os resultados obtidos revelaram efeito de doses de flumioxazin e de calcário na biomassa do pepino. O fator determinante na obtenção do máximo de produção de biomassa foi a calagem. Com as menores doses de flumioxazin, o máximo de produção de biomassa foi obtido com menores doses de calcário. Com as maiores doses de flumioxazin, o máximo de produção de biomassa foi obtido com valores intermediários de calagem, demonstrando menor disponibilidade do herbicida no solo.

5. SUMMARY

(FLUMIOXAZIN BEHAVIOUR IN SOIL UNDER DIFFERENT LIMING LEVELS)

A bioassay was conducted to evaluate the effect of different liming levels on the behaviour of the herbicide flumioxazin, using cucumber biomass production in a biological parameter. Five flumioxazin rates were combined with four liming levels, as a completely randomized factorial design, with five replications. Fresh biomass was determined seventeen days after cucumber planting. Rates of flumioxazin and levels of liming significantly affected cucumber biomass. Cucumber biomass production was more affected by the liming levels than by the flumioxazin rates. Maximum biomass production was observed with the lower liming levels

and lower flumioxazin rates. However, in higher levels of flumioxazin, maximum biomass production was achieved in intermediate levels of liming, indicating low herbicide availability in the soil.

6. LITERATURA CITADA

1. BAILEY, C. W. & WHITE, J. L. Factors influencing the adsorption and movement of pesticides in soil. In: *Residue review the triazine herbicides*. New York, Springer Verlag, 1970. V. 32, p. 29-92.
2. BARNES, C. J.; ANDREW J. G. & LAVY, T. L. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Sci.* 37: 820-824, 1989.
3. DEVINE, M.; DUKE, S.O. & FEDTKE, C. *Physiology of herbicide action*. Englewood Cliffs, New Jersey. P T R Prentice-Hall, Inc., 1993. 441 p.
4. EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de método de análise de solo*. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1979. n.p.
5. FONTES, L. E. F. *Movimento e inativação do metribuzin em materiais de dois solos, sob diferentes densidades aparentes*. Viçosa - MG, UFV, 1978. 40 p. (Tese de MS).
6. GRAVEEL, J. G. & TURCO, R. F. Factors affecting mobility of pesticides in soil. In: INTENSIVE COURSE ON THE ACTIVITY, SELECTIVITY, BEHAVIOR, AND FATE OF HERBICIDES IN PLANTS AND SOILS, 1994, West Lafayette, Indiana, USA. Herbicide action. West Lafayette, Purdue University, Departments of Horticulture, Agronomy, Botany and Plant Pathology, and Forestry and Natural Resources, 1994. p. 464 - 507.
7. LOUX, M. M. & REESE, K. D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. *Weed Sci.* 40: 490-496, 1992.
8. OLIVEIRA, M. F. de. *Adsorção, lixiviação e persistência de flumioxazin e metribuzin em diferentes solos*. Viçosa - MG, UFV, 1995. 71 p. (Tese de Mestrado).
9. OLIVEIRA Jr., R. S. *Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas*. Viçosa - MG, UFV, 1998. 83 p. (Tese de Doutorado).
10. OYENIYI, A. & AKINYEMJU, O. A. Use of bioassays for herbicide persistence studies in the humid tropics. *Turrialba* 40: 265-271, 1990.
11. RODRIGUES, B. N. & ALMEIDA, F. S. de. *Guia de Herbicidas*. 3 ed. Londrina, 1995. 675 p.
12. SANTELMANN, P. W. Herbicide bioassay. In: *Research methods in weed science*. Auburn, Southern Weed Science Society, 1977. p.79-87.
13. SILVA, A. A. da. *Bioatividade do alachlor e do metribuzin sob diferentes manejos de água no solo, e efeitos de metribuzin, sob condições, em soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Piracicaba - SP, ESALQ/USP, 1989. 138p. (Tese de Doutorado).
14. 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.* 38: 67-73, 1990.