

ATIVIDADE DO FLUMIOXAZIN E METRIBUZIN EM DOIS TIPOS DE SOLOS EM DIFERENTES PERÍODOS DE SECA¹

Maurílio F. de Oliveira²
Antônio A. da Silva²
Francisco Affonso Ferreira²
Luís Eduardo Firmino²
Carlos S. Sedyama²

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de herbicidas em solo seco pode levar à perda do produto e só deverá ser feita utilizando-se compostos persistentes neste solo. Todavia, esta característica inerente à molécula do herbicida nem sempre é observada, principalmente quando se usam produtos recém-lançados no mercado.

Os principais fatores responsáveis pela perda da atividade dos herbicidas expostos na superfície de um solo seco são a radiação ultravioleta da luz solar (fotodegradação), a volatilização e a erosão superficial. A fotodecomposição pode ser um fator significativo para a perda dos herbicidas sensíveis à radiação ultravioleta quando aplicados diretamente nos solos (8), podendo alterar moléculas químicas, quebrando-

¹ Parte da tese do primeiro autor para obtenção do título de Mestrado em Fitotecnia/UFV. Aceito para publicação em 21-05-1997.

² Dep. de Fitotecnia, UFV, 36571-000 Viçosa - MG.

as e inativando-as (6). Isso ocorre porque, após a molécula do herbicida absorver a energia da radiação, seus elétrons excitam-se e provocam a ruptura de ligações químicas. Os anéis aromáticos podem absorver com mais facilidade a energia da faixa inferior de ondas ultravioletas. Dessa forma, os herbicidas que possuem este tipo de anel tendem a ser mais facilmente degradados. Outros tipos de anéis, muito comuns nos herbicidas modernos, parecem apresentar maior resistência à radiação ultravioleta (2). Em condições naturais é desprezível a quantidade de luz com comprimentos de onda inferiores a 295 nm, que atinge o solo. Níveis elevados de fotodecomposição são esperados apenas para os herbicidas que absorvem a energia da radiação em comprimentos de onda superiores a esse valor.

A volatilização é dependente da pressão de vapor do herbicida. Em geral, herbicidas com pressão de vapor maior que 10^{-2} Pa estão sujeitos a perdas significativas por volatilização (7, 10). Também menor solubilidade em água pode facilitar a volatilização de compostos com baixos valores de pressão de vapor (4), e é esta uma das razões de se observar maior volatilização de herbicida aplicado em solo úmido. Isso ocorre, principalmente, porque mais sítios de adsorção dos colóides do solo estão ocupados pelas moléculas de água, resultando em mais moléculas de herbicida na solução do solo disponíveis para perda por volatilização. Conseqüentemente, precipitação ou formação de orvalho pode resultar na volatilização dos herbicidas do solo no dia ou nas semanas subseqüentes à aplicação (3). Para os herbicidas estudados neste trabalho é de se esperar baixa volatilidade, pois ambos apresentam baixos valores de pressão de vapor, isto é, para o flumioxazin é $3,0 \times 10^{-7}$ mmHg e para o metribuzin é $<10^{-5}$ mmHg, ambas a 20° C.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a persistência do flumioxazin e do metribuzin quando aplicados nos solos Pvc e LRd secos ao ar e submetidos a cinco períodos iniciais de seca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no campus da Universidade Federal de Viçosa, sendo avaliada a persistência dos herbicidas flumioxazin e metribuzin em dois tipos de solos (Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico - Pvc, fase terraço, e Latossolo Roxo distrófico - LRd), previamente caracterizados física e quimicamente, segundo metodologia da EMBRAPA (1) (Quadro 1).

Após a secagem, as amostras dos solos foram passadas em peneiras de malha de quatro milímetros e colocadas em vasos plásticos de 430 cm^3 , envolvidas internamente com saco plástico de polietileno. Todos os vasos

QUADRO 1 - Resultados da análise granulométrica, da umidade residual (Ure), da densidade do Solo (Dp), da densidade de partícula (Dr), da porosidade (P) e das análises químicas dos solos estudados

Análise Granulométrica	PVc ¹	LRd ²
Areia grossa (%)	34	13
Areia fina (%)	18	13
Silte (%)	06	16
Argila (%)	42	58
Ure (%)	2,77	8,11
Dp (g/cm ³)	1,04	1,13
Dr (g/cm ³)	2,53	3,03
P (%)	58,89	62,70
Análises Químicas		Teores
Carbono orgânico (g/kg)	30,4	23,8
pH H ₂ O (1 : 2,5)	5,4	4,8
H + Al (cmol/dm ³)	5,4	9,0
SB (cmol/dm ³)	6,28	1,68
CTC efetiva (cmol/dm ³)	6,28	2,98
CTC total (cmol/dm ³)	11,68	10,68
1 - Proveniente de Viçosa - MG		
2 - Proveniente de Dourados - MS		

receberam a mesma massa de solo (270 g/vaso de solo PVc e 315 g/vaso de solo LRd) e seis sementes da planta-teste (*Cucumis sativus* L.), semeadas a 1,5 cm de profundidade.

Os tratamentos consistiram de três doses de flumioxazin e de metribuzin aplicadas à superfície dos solos (Quadro 2) e cinco períodos iniciais de seca (0, 7, 14, 21 e 28 dias) imediatamente após a aplicação dos herbicidas. O modelo estatístico adotado foi um esquema fatorial e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições para o solo PVc e três para o solo LRd.

QUADRO 2 - Doses (g/ha) de flumioxazin e metribuzin aplicadas nos solos PVc e LRd, secos ao ar

Solo PVc		Solo LRd	
Flumioxazin	Metribuzin	Flumioxazin	Metribuzin
0	0	0	0
40	60	15	15
80	120	30	30

Após cada período inicial de seca, começaram-se as irrigações, utilizando para isso um simulador de chuvas para vasos. Essas irrigações consistiram na aplicação de duas lâminas de seis milímetros, espaçadas em intervalos de oito horas. Após a aplicação da segunda lâmina, a umidade dos vasos foi ajustada e mantida constante, 42 e 38% para os solos PVc e LRd, respectivamente, até a colheita do experimento. A reposição da água evapotranspirada foi feita três vezes ao dia, de acordo com a diferença de peso dos vasos. Após a primeira irrigação, semanalmente foi realizada irrigação em todos os vasos com solução nutritiva comercial (3,0 g/L) em igual volume.

Dezessete dias após o início das irrigações foi feita a colheita das plantas-teste, determinando-se o número de plantas e as biomassas fresca e seca das plantas de pepino por unidade experimental. Em seguida, calculou-se a biomassa média por unidade experimental, dividindo a biomassa pelo número de plantas.

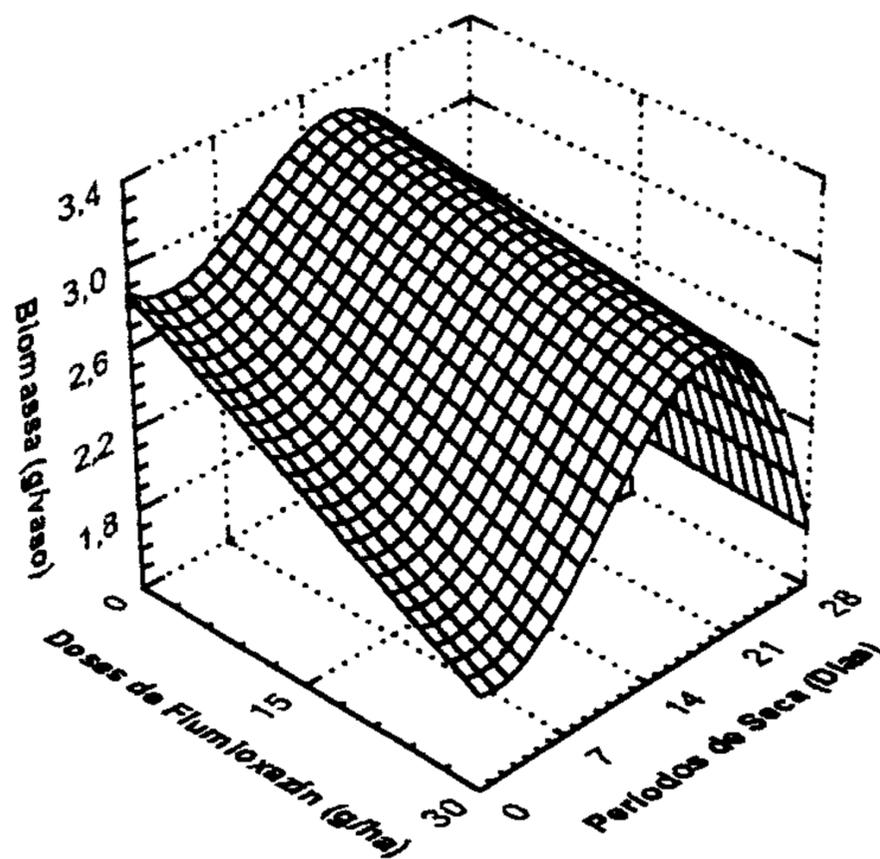
Foi realizada a análise de variância, verificando o efeito dos tratamentos sobre as plantas de pepino. Para a escolha entre os modelos lineares, quadráticos e cúbicos foi considerada a significância do teste F, o desvio da regressão não-significativo e o maior R^2 .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve decréscimo linear na produção de biomassa fresca de plantas de pepino com a elevação da dose de flumioxazin no solo LRd e no solo PVc ($p < 0,01$). O período inicial de seca afetou a atividade deste herbicida, refletida pela biomassa das plantas de pepino, em ambos os solos estudados ($p < 0,01$). A interação entre doses e período de seca foi significativa ($p < 0,01$) no solo PVc.

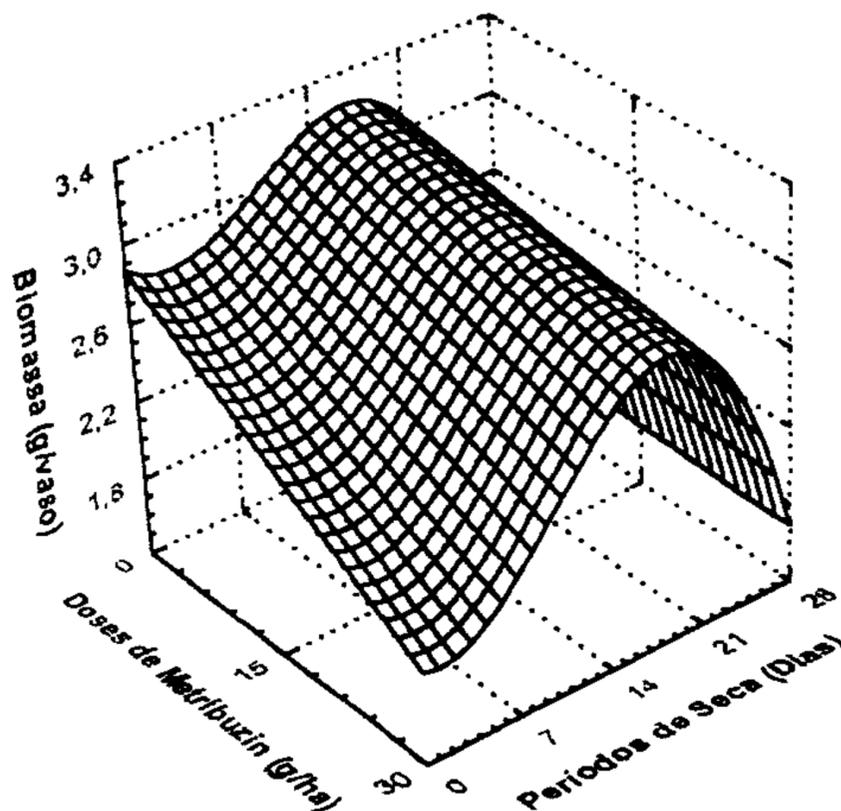
Na Figura 1, verifica-se que houve redução na produção de biomassa de pepino com o aumento da dose de flumioxazin e em menor produção com a dose de 30 g/ha de flumioxazin. A biomassa produzida também cresceu com o aumento do período de seca, atingindo o máximo e decrescendo em seguida com todas as doses de flumioxazin.

A duração do período de seca após a aplicação do metribuzin influenciou a produção de biomassa verde de pepino ($p < 0,01$) em ambos os solos. Houve redução linear na produção de biomassa das plantas de pepino com o aumento das doses de metribuzin ($p < 0,05$ no solo LRd e $p < 0,01$ no solo PVc). Menor produção de biomassa foi verificada quando, imediatamente após a aplicação de 30 g/ha de metribuzin, iniciaram-se as irrigações no período zero dia de seca (Figura 2).



$$\hat{y} = 2,6062 - 0,0423.D - 0,07482.P + 0,001219.D.P + 0,01554.P^2 - 0,0004927.P^3 \quad R^2 = 87,88$$

FIGURA 1 – Biomassa verde de plantas de pepino cultivadas no solo LRd tratado com três doses (D) de flumioxazin e submetido a cinco períodos iniciais de seca (P).



$$\hat{y} = 2,8676 - 0,03348.D - 0,05843.P + 0,001133.D.P + 0,011014.P^2 - 0,0003702.P^3 \quad R^2 = 92,02$$

FIGURA 2 – Biomassa verde de plantas de pepino cultivadas no solo LRd tratado com três doses (D) de metribuzim e submetido a cinco períodos iniciais de seca (P).

Como o metribuzin apresenta baixa pressão de vapor ($< 10^{-5}$ mm Hg a 20° C) nas condições ambientais e o solo se encontrava seco antes da aplicação, portanto com a atividade microbiológica extremamente reduzida, fica evidente que as principais perdas foram devidas à fotodegradação. Tais resultados são confirmados por SILVA (9), que verificou incremento na produção de biomassa verde de plantas de pepino cultivadas em solo seco, tratadas com metribuzin em períodos iniciais de seca, evidenciando também a perda de atividade do herbicida.

O modelo cúbico verificado, com a interação significativa entre os dois fatores estudados, para ambos os herbicidas, evidencia a importância das condições ambientais (luz e temperatura) nesse trabalho. Este efeito ambiental pode ser atribuído ao fato de os herbicidas avaliados (flumioxazin e metribuzin) apresentarem maior ação em alta intensidade luminosa, o que não foi constante durante o ensaio. Para o flumioxazin, maior nebulosidade ocorrida durante a emergência das plântulas de pepino, em determinados períodos, diminuiu a eficiência do produto. Este herbicida apresentou maior ação sobre as plantas em alta intensidade luminosa e altas temperaturas (5), durante a emergência destas.

Analisando as Figuras 3 e 4, observa-se que houve maior produção de biomassa de pepino com a aplicação do metribuzin do que com a de

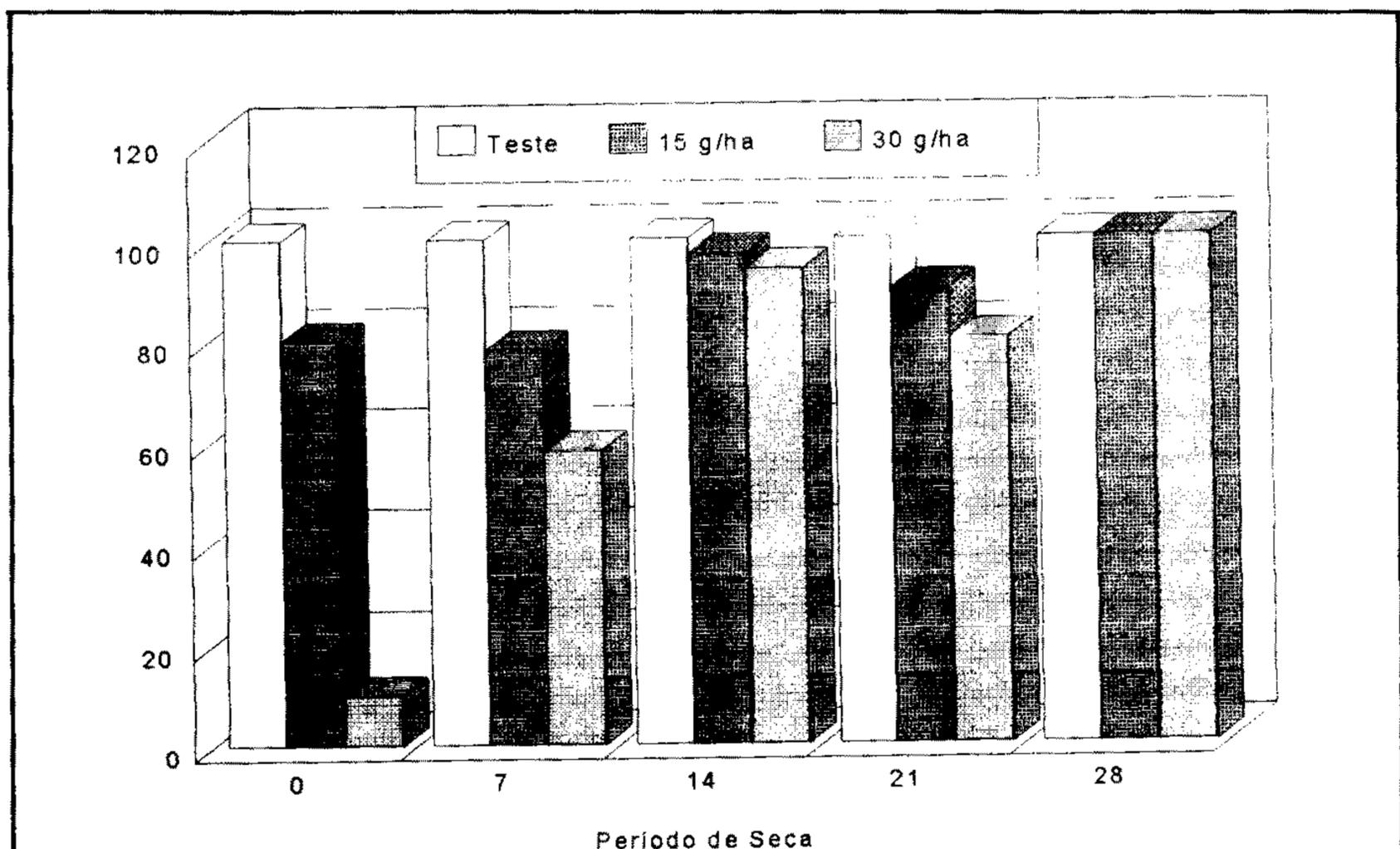


FIGURA 3 – Biomassa verde de plantas de pepino (% em relação à testemunha) cultivadas em solo LRd tratado com metribuzin e submetido a cinco períodos iniciais de seca, em dias.

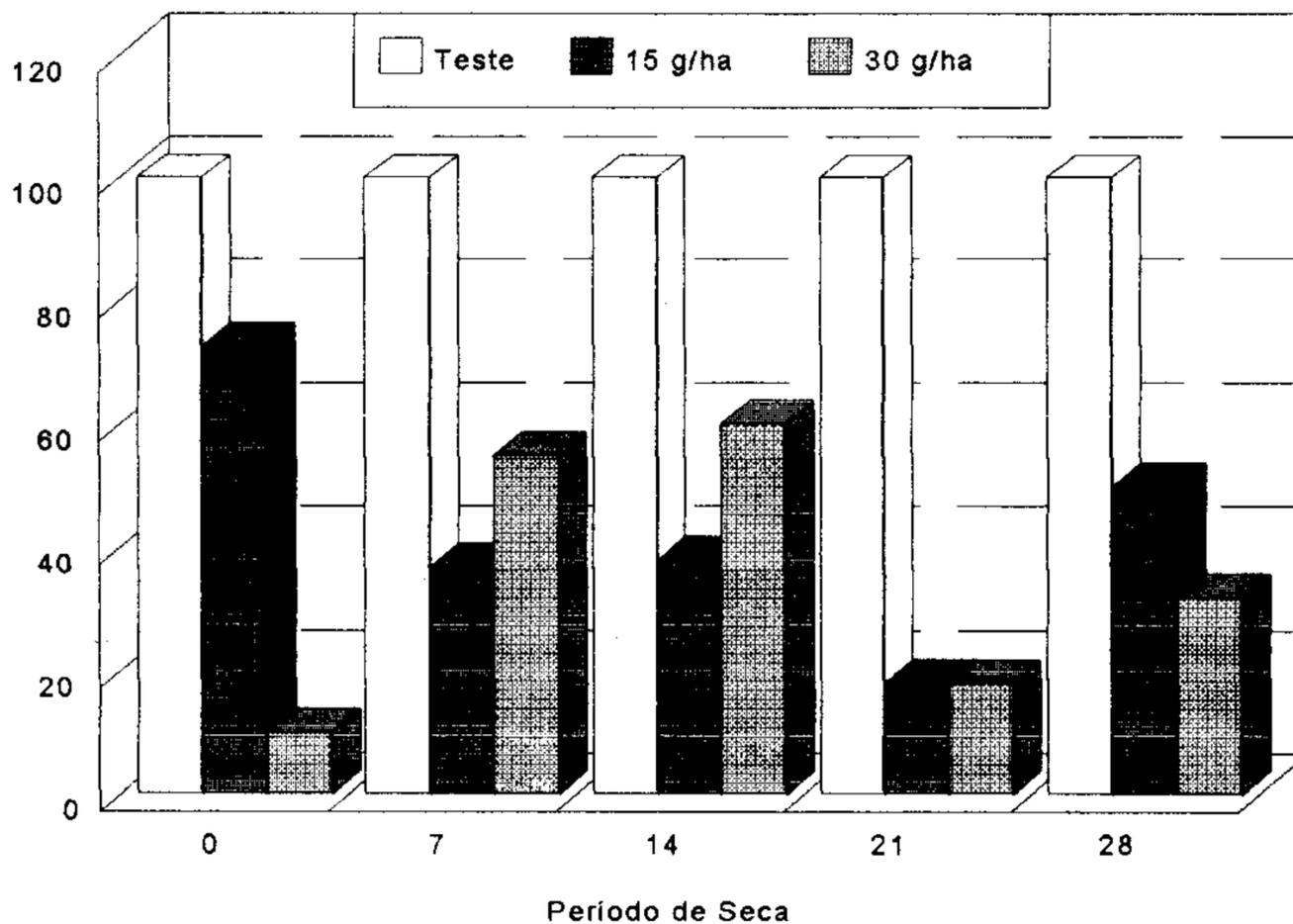


FIGURA 4 – Biomassa verde de plantas de pepino (% em relação à testemunha) cultivadas em solo LRd tratado com flumioxazin e submetido a cinco períodos iniciais de seca, em dias.

flumioxazin, nos diferentes períodos de seca. Isso demonstra que o flumioxazin permaneceu mais ativo no solo que o metribuzin, por maiores períodos de tempo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliou-se, em casa de vegetação, a perda de atividade dos herbicidas flumioxazin e metribuzin quando aplicados à superfície de dois tipos de solo (PVC proveniente do Estado de Minas Gerais e LRd, do Mato Grosso do Sul) secos ao ar. Os tratamentos consistiram de três doses de flumioxazin e de metribuzin aplicadas à superfície do solo e cinco períodos iniciais de seca (0, 7, 14, 21 e 28 dias), imediatamente após a aplicação dos herbicidas. O modelo estatístico adotado foi o esquema fatorial, e o delineamento experimental utilizado, o inteiramente casualizado, com cinco repetições para o solo PVC e três para o solo LRd. Verificou-se que a atividade do flumioxazin e a de metribuzin são dependentes de fatores ambientais, como

luz e temperatura. Ambos os herbicidas reduziram sua atividade sobre as plantas de pepino com o aumento do período de seca, porém o flumioxazin permaneceu ativo no solo por maior período de tempo que o metribuzin.

5. SUMMARY

(ACTIVITY OF FLUMIOXAZIN AND METRIBUZIN IN TWO DIFFERENT TYPES OF AIR DRIED SOILS)

The present work was performed under greenhouse conditions to evaluate the loss of activity of flumioxazin and metribuzin. Both herbicides were applied on two different air dried Udisol soils, and kept under these conditions for 0, 7, 14, 21, and 28 days after application. The experiment was conducted in a complete randomized design, using five replications for the Udisol from Minas Gerais state, and three replications for the Udisol from Mato Grosso do Sul state. Flumioxazin activity was maintained up to 28 days, whereas metribuzin lost its activity at 14 days after application.

6. LITERATURA CITADA

1. 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.
2. DEUBER, R. Métodos de controle das plantas daninhas. In: *Ciências das plantas daninhas*. Jaboticabal, UNESP, FUNEP, 1992. p.109-148.
3. DEVINE, M.; DUKE, S.O. & FEDTKE, C. *Physiology of herbicide action*. Englewood Cliffs, New Jersey, P T R Prentice-Hall, Inc., 1993. p.441.
4. HANCE, R. J. Transport in the vapour phase. In: R. J. Hance (ed.). *Interactions between herbicides and the soil*. London, Academic, 1980. p 59-81.
5. HESS, R. E.; BANKS Jr., P. A. & RADCKUFFE, D. E. Alachlor and metribuzin movement and dissipation in a soil profile as influenced by soil surface condition. *Weed Science*, 38: 589-597, 1990.
6. KLINGMAN, G. C.; ASHTON, F. M. & NOORDHOFF, L. J. *Weed Science: principles and practices*. New York, John Wiley, 1975. 431 p.
7. KOSKINEN, W. C. & S. S. HARPER. Herbicide properties and processes affecting application. In: McWhorter, C. G. & Gehardt, M. R. (eds.). *Methods of applying herbicides*. Champaign, Weed Sci. Soc. Amer., IL., 1988. p. 9-18.
8. PLIMMER, J. R. Volatility. In: P. C. Kearney & D. D. Kaufman, (eds.). *Herbicides: chemistry, degradation and mode of action*. New York, Marcel Dekker, 1976. Vol. 2, p. 891-934.
9. 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, ESALQ, 1989. 138p. (Tese de D.S.).
10. VELINI, E. D. Comportamento de herbicidas no solo. In: *SIMPÓSIO SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS*, Botucatu, 1992. Anais ... Botucatu, UNESP, 1992. p. 44-64.