

MOVIMENTO E INATIVAÇÃO DO METRIBUZIN EM MATERIAIS DE DOIS SOLOS, SOB DIFERENTES DENSIDADES APARENTES

L.E.F. FONTES*, B. FERNANDES** e J.F. DA SILVA**

* Pesquisador da EMBRAPA.

** Professor da Universidade Federal de Viçosa,
36.570, Viçosa-MG.

Trabalho condensado da tese de M.S. do primeiro autor.

Recebido para publicação em 24/03/80.

RESUMO

Numa série de ensaios em laboratório e casa-de-vegetação, estudou-se a mobilidade e a inativação do herbicida metribuzin em materiais de um Latossolo e de um Podzólico representativos de duas regiões do Estado de Minas Gerais, em função de diferentes densidades aparentes.

Ensaio biológico foram utilizados para medir a inativação e a mobilidade do metribuzin nos diferentes solos e densidades.

A densidade aparente alterou de forma pronunciada a quantidade de herbicida lixiviado através das colunas dos materiais dos solos estudados. Quanto maior a densidade, menor a quantidade de herbicida lixiviado.

A quantidade de herbicida que permaneceu biologicamente ativo ao longo da coluna foi diretamente relacionada com a densidade, em cada solo.

A mobilidade do metribuzin no material do Latossolo foi maior que no de Podzólico, em consequência de maior atividade coloidal deste.

UNITERMOS:

metribuzin, lixiviação, inativação, densidade de solo, atividade coloidal.

SUMMARY

MOVEMENT AND INACTIVATION OF METRIBUZIN IN TWO SOIL MATERIALS WITH DIFFERENT BULK DENSITIES

The leaching and inactivation of metribuzin were studied with materials of two mineral soils at different bulk densities.

Plastic tubing of 7.25 cm diameter and 10 cm height were filled up with different amounts of soil to get different bulk densities.

One kg/ha of a.i. of metribuzin placed on the surface area of the column was leached through these soil columns using 250 ml of water.

The cotyledon disk bioassay method was used to detect the metribuzin leachet. The biological active metribuzin in the soil column at different depths, and the inactivation ability of the soils were determined using the assay with cucumber (*Cucumis sativus* L.) as test-plant.

The increase of bulk density reduced the leaching and enhanced the biologically active metribuzin in the soil column.

Metribuzin was more mobil in the Red-yellow Latossol and more inactivated in the Red-yellow Podzolic soils.

KEYWORDS:

metribuzin, leaching, inactivation, bulk density, coloidal activity.

INTRODUÇÃO

A agricultura torna-se, cada vez mais, um fator essencial ao desenvolvimento sócio-econômico do País. Visando ao aumento da produtividade, pesquisas têm sido desenvolvidas em todos os setores agrícolas. Nessa luta constante por maiores produções, um dos obstáculos mais difíceis tem sido, sem dúvida, o controle das plantas daninhas.

O estudo do comportamento do herbicida no solo permite seu uso de forma mais racional. Sua mobilidade, por exemplo, pode determinar seletividade para determinada cultura ou maior eficiência para o controle de uma planta daninha específica (10). Diferenças em adsorção e movimento podem ser atribuídas, em parte, à solubilidade do produto em água e à basicidade do meio, entre outros fatores. Essas propriedades podem alterar a entrada do composto na solução do solo e sua adsorção por partículas desse solo. Quanto maior for a solubilidade do herbicida em água, dentro de um mesmo grupo químico, maior será sua mobilidade. Outro aspecto que deve ser consi-

derado nos estudos que envolvem herbicidas e o solo é a retenção e o movimento de água, que são diretamente influenciadas pela porosidade do solo.

Esforço especial tem sido feito para melhor entendimento do movimento e persistência de herbicidas no solo, sendo que investigações recentes têm procurado conhecer melhor as interações entre os herbicidas e os solos ou materiais de solos (4, 6, 7). Vários trabalhos (1, 3, 4, 5, 7, 15, 17, 19, 20, 21) têm mostrado um efeito quantitativo e qualitativo altamente influente dos colóides orgânicos e minerais do solo. Entretanto, especificamente para o metribuzin, relativamente pouca informação existe sobre o seu comportamento, no solo. Resultados têm indicado que a mobilidade e a inativação deste herbicida estão associadas ao conteúdo de areia, argila e matéria orgânica, bem como o estado de umidade do solo (13).

Deste modo, o presente trabalho foi desenvolvido objetivando estudar a inativação e mobilidade do metribuzin em materiais de solos sob diferentes densidades aparentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com materiais de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Dis-

trófico, fase terraço e de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, fase cerrado. Estudou-se, ainda, material de um solo orgânico, usado para comparação. Algumas características físicas e químicas são mostradas no Quadro 1.

O herbicida utilizado neste trabalho foi o metribuzin, 4-amino - 6-t-butil - 3-metiltio - 1,2,4-triazina - 5 (4 H) - ona, formulado como pó molhável contendo 70% de i.a. (*).

Para os estudos de permeabilidade, distribuição do tamanho dos poros, e ensaio com o herbicida, foram preparadas colunas de solo em tubos de PVC rígido, com 10 cm de comprimento e 7,25 cm de diâmetro interno, correspondentes a um volume de 413 cm³.

As densidades aparentes estudadas foram obtidas tomando diferentes quantidades de terra para encher os tubos de PVC, que foram secadas ao ar e passadas através de peneira de 2 mm de abertura. Para os cálculos das quantidades de terra para cada densidade, os valores foram corrigidos para «terra fina seca em estufa».

Os tubos de PVC foram pincelados com parafina em seu interior, antes de receberem a terra de cada solo, a fim de promover a formação de uma camada hidrofóbica, evitando o fluxo de água pelas paredes do tubo, permitindo maior precisão dos resultados. Na parte inferior dos tubos, foi colocado um «papel de filtro» e uma camada de um tecido fino, presa por elástico, a fim de reter a terra e permitir a passagem da água e da solução.

Para os estudos de movimento e adsorção de herbicida, os tubos utilizados na montagem das colunas foram previamente seccionados em 4 partes, de 2,5 cm cada uma, e novamente interligados com fita adesiva impermeável. Em seguida, recobriu-se a parede interior do tubo com uma ca-

(*) Formulação comercial Lexone.

Quadro 1. Algumas características físicas e químicas dos solos estudados.

| Análise Granulométrica % de | Latossolo | Podzólico | Solo Orgânico |
|--|---------------|-----------|----------------|
| Areia grossa | 11 | 5 | 25 |
| Areia fina | 11 | 12 | 35 |
| Silte | 17 | 27 | 25 |
| Argila | 61 | 56 | 15 |
| Classificação textural | Argila pesada | Argila | Franco-arenoso |
| Análises Químicas | | | |
| Teores | | | |
| Matéria orgânica % | 4,9 | 3,9 | 47,2 |
| pH em água (1:2,5) | 5,1 | 5,4 | 4,2 |
| Al trocável eq.mg/100g solo | 0,55 | 0,10 | 0,60 |
| Fósforo (P) ppm | 1,0 | 10,0 | 80,0 |
| Potássio (K) ppm | 30,0 | 114,0 | 71,0 |
| Cálcio (Ca ⁺⁺) eq.mg/100g solo | 0,1 | 4,1 | 13,7 |
| Magnésio (Mg ⁺⁺) eq.mg/100g solo | 0,1 | 0,7 | 2,1 |

mada de parafina, para evitar que a solução se perdesse pelos cortes do tubo, não se distribuindo de maneira uniforme na coluna.

O solo orgânico foi estudado sob uma densidade apenas, pela dificuldade de obtenção de colunas com densidades aparentes mais elevadas e pelo fato de ser utilizado apenas como auxílio na discussão dos resultados.

A capacidade adsorviva dos solos foi avaliada, em casa-de-vegetação, seguindo o método utilizado por Silva (17). A planta-teste utilizada foi o pepino (*Cucumis sativus L.*), cultivar «Andai», plantado em copos plásticos, de área superficial e volume conhecidos. As diferentes doses do herbicida, calculadas à base da área superficial dos copos e expressos em g do i.a. por ha, foram incorporadas ao solo.

Os copos foram irrigados diariamente, alternando-se água destilada e solução nutritiva. Foi empregada a solução de Hoagland e Amon, modificada (11).

Quatorze dias após o plantio das sementes, as plantas foram cortadas rente à superfície do solo, determinando-se o peso de matéria fresca. Cada tratamento foi repetido três vezes, e o experimento duas vezes.

A concentração de metribuzin que provocou 50% de redução do peso de matéria fresca das plantas (I.) foi determinada para cada tipo de solo, em gráficos de dose x % de peso de matéria fresca, em relação à testemunha.

O movimento do metribuzin foi estudado promovendo sua lixiviação através de colunas de solo previamente saturadas por capilaridade. Após a saturação do solo, aplicou-se 10 ml de solução do herbicida, uniformemente distribuída no topo da coluna. A dose do herbicida utilizada foi de 1,0 kg/ha do i.a. calculado em função da área superficial da coluna.

Três horas após sua aplicação, o herbicida foi lixiviado com adição de 250 ml de água destilada, volume equivalente a 60 mm de chuva. Para

a determinação quantitativa do herbicida lixiviado, o percolado foi submetido ao bioensaio, com discos de cotilédones de melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb) Matsum e Nakai) segundo a metodologia de Truelove *et alii*, modificada por Silva *et alii* (18).

Após a percolação do herbicida, as colunas de solo foram desmontadas, determinando-se a quantidade de herbicida livre presente nos materiais dos solos em cada profundidade seguindo o mesmo método descrito para avaliar a capacidade adsorviva dos solos. Inicialmente determinou-se a curva padrão de resposta do pepino ao metribuzin aplicado na areia lavada. Assim sendo, determinou-se a quantidade do herbicida presente nas diversas frações da coluna, em função das quantidades dos solos dessas diferentes frações adicionadas à areia lavada, necessários para reduzir 50% do peso de matéria fresca das plantas de pepino.

Quatorze dias após o plantio das sementes as plantas foram cortadas rente à superfície do solo, determinando-se o peso de matéria fresca para, através de interpolações gráficas, determinar a quantidade do herbicida biologicamente ativo nas diferentes frações das colunas.

Todos os tratamentos foram repetidos três vezes, e o experimento duas vezes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dosagens de metribuzin estimadas que causaram 50% de inibição no crescimento de plantas de pepino (I50) foram de 66, 78 e 425 g do i.a. por hectare, para os materiais do Latossolo, do Podzólico e do Solo Orgânico, respectivamente (Figuras 1 e 2).

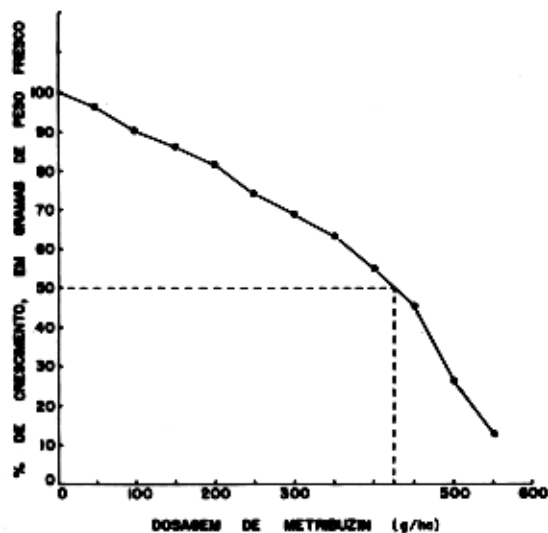


Figura 1. Resposta do crescimento, em peso de matéria fresca, de plantas de pepino a diferentes concentrações de metribuzin, no material do Solo Orgânico.

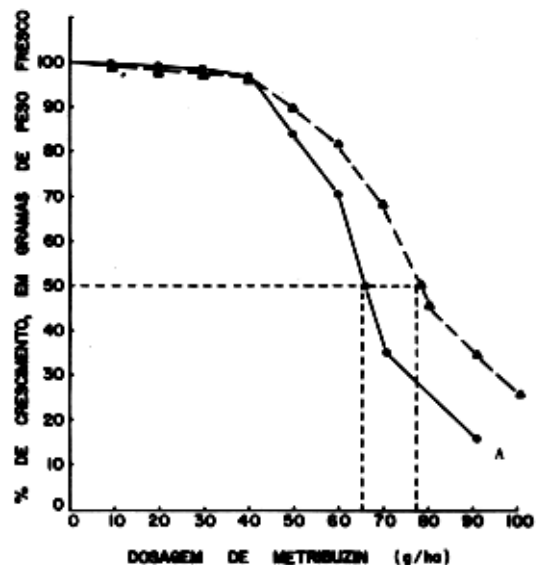


Figura 2. Resposta do crescimento, em peso de matéria fresca, de plantas de pepino a diferentes concentrações de metribuzin, nos materiais do Latossolo (A) e do Podzólico (B).

Analisando as principais características dos solos estudados (Quadro 1), observa-se que a maior inativação do herbicida ocorreu no solo onde o conteúdo de matéria orgânica era extremamente elevado (Figura 1). Nos outros dois solos não houve grande diferença nos resultados, apresentando, entretanto o material do Podzólico inativação um pouco mais elevada que a do Latossolo (Figura 2). Isso deve estar relacionado com a atividade diferencial dos colóides desses solos.

A densidade aparente influenciou a lixiviação, em ambos os solos estudados (Quadro 2). O aumento da densidade provocou redução na quantidade de herbicida que passou através da coluna, para ambos os solos estudados. Isso pode ser explicado pelo efeito, principalmente, da microporosidade (Figura 3) na permeabilidade à água (Figura 4). Observa-se que, à medida que aumenta a densidade, ocorre um aumento relativo na % de poros menores, dificultando a movimentação da água. Isso está de acordo com Savage (13), que diz que a mobilidade do metribuzin depende do equilíbrio estabelecido entre as moléculas do herbicida e os componentes coloidais do solo, e que este equilíbrio pode ser quebrado por restrição na drenagem interna, em razão da presença de camadas compactadas.

Quadro 2. Resultados médios da quantidade de herbicida lixiviado através das colunas (μg), em função do solo e da densidade aparente.

| Solo | Densidade Aparente (g/cm^3) | | |
|-----------|---|-----------|----------|
| | 0,9 | 1,0 | 1,3 |
| Latossolo | 26,65 a A | 15,68 b A | 5,50 c A |
| Podzólico | 18,32 a B | 13,55 b B | 4,20 c B |

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Scott e Paetzold (14) encontraram grande efeito do que eles chamaram de «tortuosidade» do sistema na difusão do metribuzin. Com o aumento da densidade aparente, a compactação au-

menta; logo, esse fenômeno também deve ser contribuído.

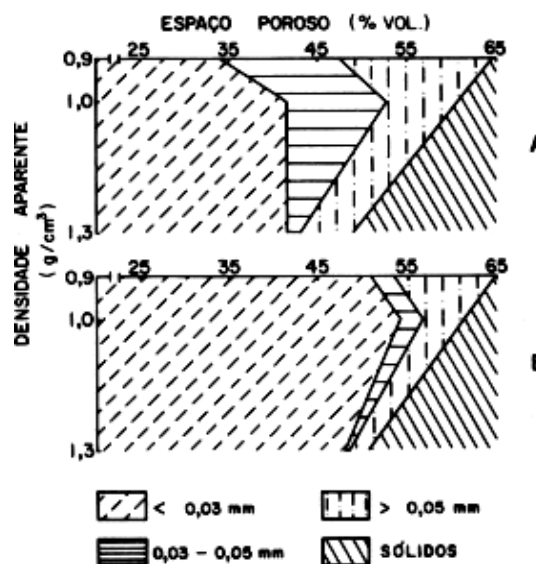


Figura 3. Efeito da densidade aparente na variação do espaço poroso total e na distribuição do tamanho de poros, nos materiais do Latossolo (A) e do Podzólico (B).

Comparando os dois solos dentro de uma mesma densidade, o Latossolo apresentou sempre maior lixiviação que o Podzólico (Quadro 2). A explicação está no maior poder de inativação deste, pela sua maior quantidade de poros com pequeno diâmetro (Figura 3). Estes, aumentando a taxa de água não disponível para as plantas, provocaram menor liberação do herbicida. Esses resultados estão coerentes com os observados nos testes de capacidade adsortiva dos solos (Figura 2).

Observa-se que a variação ocorrida nas quantidades de herbicida lixiviada entre as densidades estudadas, num mesmo solo, foi maior no Latossolo (Quadro 2). Isso pode estar relacionado com o que se observa na Figura 4, onde a variação nas curvas de permeabilidade foi maior, também, no Latossolo. O Podzólico apresentou comportamento mais uniforme na permeabilidade e, como consequência suposta, uma menor variação no metribuzin lixiviado, entre as densidades estudadas.

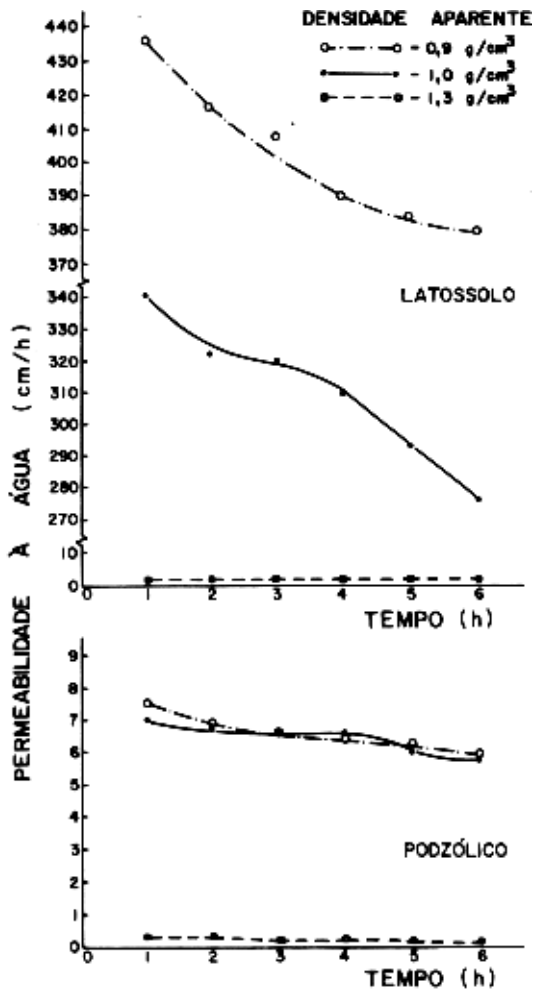


Figura 4. Permeabilidade dos materiais do Latossolo e do Podzólico à água, nas densidades aparentes estudadas.

A mobilidade do metribuzin foi também testada no material do Solo Orgânico, para que pudesse ser utilizado como comparação. O resultado encontrado foi que todo o herbicida aplicado ficou retido na coluna do solo, uma vez que sua presença não foi detectada no percolado dela obtido. O alto conteúdo de matéria orgânica desse solo (Quadro 1) foi a causa da elevada adsorção do herbicida. Esse resultado é coerente com a elevada inativação que esse material de solo apresentou (Figura 1). A dosagem utilizada (1,0 kg de i.a./ha) foi insuficiente para permitir movi-

mentação do herbicida além dos 10 cm de profundidade que tinha a coluna.

O material do Latossolo apresentou maior quantidade de herbicida biologicamente ativo que o do Podzólico, em qualquer densidade e profundidade considerada. Tal fato está relacionado com capacidade de inativação diferencial apresentada pelos dois solos, discutida anteriormente.

Observa-se (Figura 5) que a quantidade de herbicida biologicamente ativo aumentou com o aumento da densidade aparente. A explicação é que a compactação resulta num aumento relativo na percentagem de poros de pequenos diâmetros (Figura 3), alterando a geometria do sistema, provocando, então, dificuldade na movimentação de água, como pode ser visto na Figura 4. Com isso, maior quantidade de herbicida permaneceu retida na coluna.

Para o efeito de profundidades, analisado a partir das médias gerais de 13,2, 10,3, 4,2 e 3,7 microgramas de metribuzin biologicamente ativo, para as profundidades de 0 a 2,5 cm, 2,5 a 5,0 cm, 5,0 a 7,5 cm e 7,5 a 10,0 cm, respectivamente, foi encontrada significância entre todas elas. Isso significa que a quantidade de herbicida livre decresceu com a profundidade, em todos os tratamentos estudados. Observa-se, ainda (Figura 5), que o herbicida disponível para as plantas concentrou-se em maiores quantidades, até a profundidade de 5,0 cm e que, para a mesma profundidade, essa quantidade cresceu com o aumento da densidade aparente, em todos os tratamentos. O fato pode ser explicado pela dificuldade de movimentação do herbicida em solução, em função do aumento da compactação. Isso é interessante, considerando ser a faixa até 5,0 cm, a mais importante no controle da maioria das plantas daninhas, pois é a que oferece condições de germinação para suas sementes.

Nesse ensaio foram efetuados, ainda, testes com o material do Solo Orgânico. Os resultados mostraram grande inativação do metribuzin por parte desse solo, uma vez que apenas na profundidade de 0 a 2,5 cm foi encontrada pequena quantidade do produto livre. Nas outras profundidades o metribuzin não foi detectado.

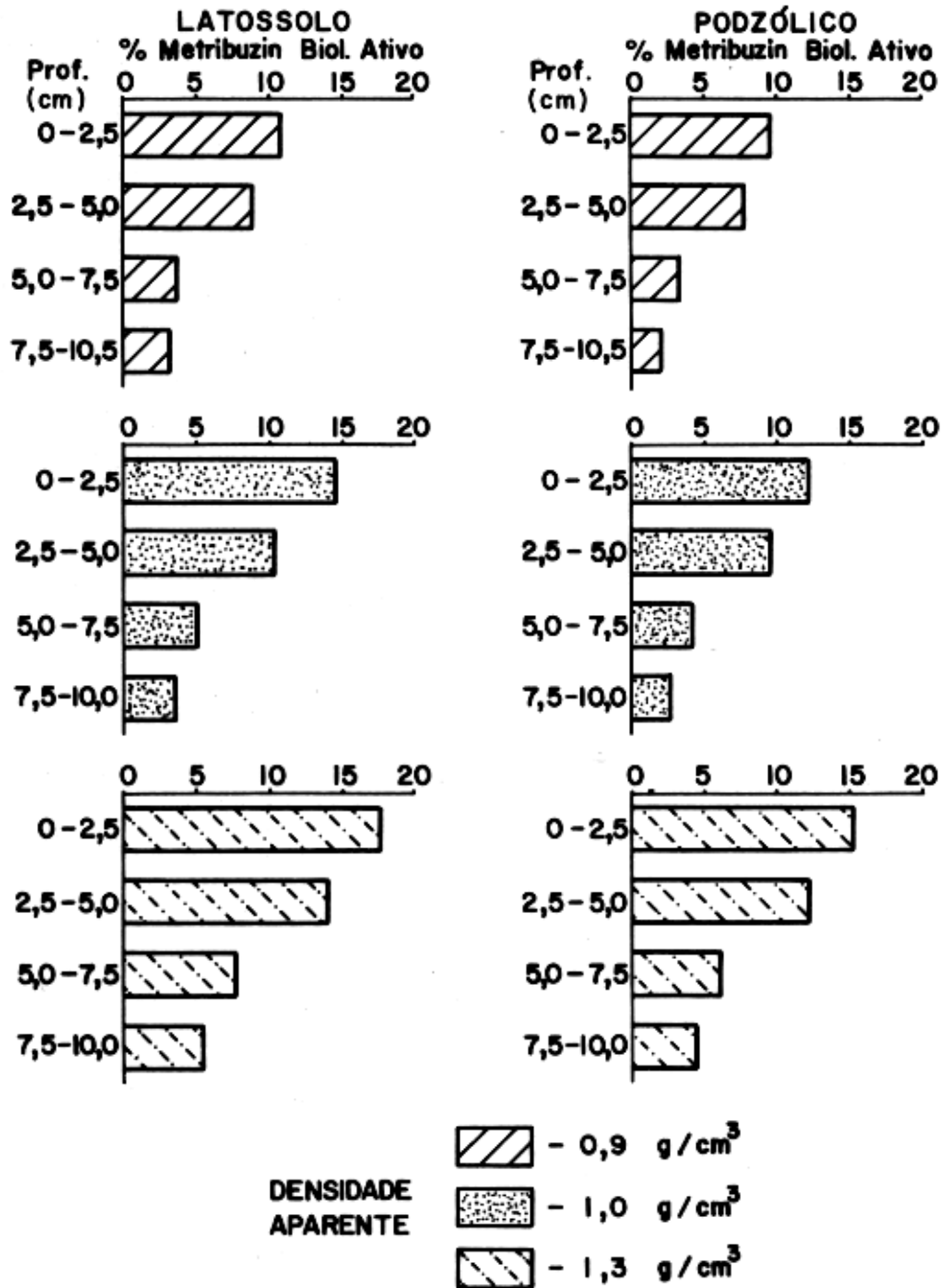


Figura 5. Quantidade de metribuzin biologicamente ativo (μg), nas diferentes profundidades, nos tratamentos diversos.

Baseando-se nas discussões anteriores, tornam-se interessante alguns comentários sobre a relação manejo do solo: dosagem de herbicidas. Partindo do princípio de que a mobilidade e a adsorção dos herbicidas são fundamentais na sua disponibilidade para as plantas, os resultados deste trabalho evidenciam a importância de uma dosagem correta em função do manejo a que o solo estiver sendo submetido. Se o manejo tender a provocar adensamento de camadas do solo, a dosagem do herbicida deverá ser diminuída, porque ele estaria disponível em taxas maiores.

LITERATURA CITADA

1. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG — Recomendações para o uso de herbicidas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1976. 57p.
2. Eshel, Y. & Warren, G.F. — A simplified method for determining phytotoxicity leaching, and adsorption of herbicides in soil. *Weeds*, 15: 115-118, 1967.
3. Frissel, M.J. & Bolt, G.H. — Interaction between certain ionizable organic compounds (herbicides) and clay minerals. *Soil Sci.*, 94: 284-291, 1962.
4. Hance, R.J. — Observations on the relationship between the adsorption of diuron and nature of the adsorbent. *Weed Res.*, 5: 108-114, 1965.
5. Hance, R.J. — The adsorption of urea and some of its derivatives by a variety of soils. *Weed Res.*, 5: 98-107.
6. Harris, C.I. — Adsorption, movement, and phytotoxicity of monuron and s-triazine herbicides in soil. *Weeds*, 14: 6-10, 1966.
7. Kunze, G.W. Pesticides and clay minerals. In: *Pesticides and their effects on soils and water. Soil Science of America. ASA Special Publication n.º 8, 1966. p.49-70.*
8. Ladlie, J.S.; Meggitt, W.F. & Penner, D. — Effect of soil pH on metribuzin activity in the soil. *Weed Science*, 24: 505-507, 1976.
9. Leasure, J.K. Bioassay methods for 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid. *Weeds*, 12: 232-233, 1964.
10. Leistra, M.; Smelt, J.H. & Zandvoort, R. Persistence and mobility of bromacil in orchard soil. *Weed Research*, 15: 243-247, 1975.
11. Martins, C.E. Eficiência de utilização de potássio, cálcio e magnésio em 16 híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). UFV, Viçosa, 1978. 57p. (Dissertação).
12. Parker, C. The role of weed science in developing countries. *Weed Sci.*, 20: 408-413, 1972.
13. Savage, K.E. Adsorption and mobility of metribuzin in soil. *Weed Science*, 24: 525-528, 1976.
14. Scott, H.D. & Paetzold, R.F. Effects of soil moisture on the diffusion coefficients and activation energies of tritiated water, chloride, and metribuzin. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 42: 23-27, 1978.
15. Sharon, M.S. & Stephenson, G.R. Behavior and fate of metribuzin in eight Ontario soils. *Weed Science*, 24: 153-160, 1976.
16. Sherburne, H.R.; Freed, V.H. & Frang, S.C. The use of C¹⁴ carbonyl labeled 3(p-chlorophenyl)-1,1-dimethyl-urea in a leaching study. *Weeds*, 4: 50-54, 1956.
17. Silva, J.F. da Herbicidal activity and selectivity of metribuzin. Lafayette, Purdue University, 1975. 58p. (Tese).
18. Silva, J.F. da; Fadayomi, R.O. & Warren, G.F. Cotiledon disc-bioassay for certain herbicides. *Weed Sci.*, 24: 250-252, 1976.
19. Talbert, R.E. & Fletchall, O.H. The adsorption of some s-triazines in soils. *Weeds*, 13: 46-52, 1965.
20. Warren, G.F. Curso Intensivo de Herbicidas. Viçosa, Imprensa Universitária, 1967. 89p.
21. William, R.D. & Warren, G.F. Adsorção, movimento e vaporização de herbicidas. In: *Controle de ervas daninhas*. Viçosa, UFV, 1973. p.216-239.