

## **INFLUÊNCIA DA ÁGUA E DA VINHAÇA NA DISPONIBILIDADE DIURON, HEXAZINONE E TEBUTHIURON NO SOLO**

MATOS, A. K. A. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – karollyna\_matos1991@yahoo.com), CARBONARI, C. A. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – carbonari@fca.unesp.br), GOMES, G. L. G. C. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – giovanna.gomes@fca.unesp.br), BELAPART, D. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – diegobelapartt@hotmail.com), CASTRO, G. M. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – gabriellemacedo@gmail.com), VELINI, E. D. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – velini@fca.unesp.br)

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da água, água após passar pela palha de cana-de-açúcar e vinhaça na disponibilidade dos herbicidas diuron+hexazinone e tebuthiuron em solos com características físico-químicas diferentes. Para tanto, utilizou-se 31 amostras de solos com propriedades distintas, as quais foram dispostas em bandejas e submetidas à aplicação dos herbicidas. Em seguida, foram acondicionadas em cartuchos plásticos, sendo saturadas com água deionizada, água de lavagem de palha e vinhaça, sendo utilizadas três repetições por tratamento em cada solo. Posteriormente, realizou-se duas extrações, sendo na primeira quantificados os herbicidas presentes na solução do solo e na segunda a extração total do herbicida remanescente no solo para determinação da porcentagem de recuperação de cada herbicida testado, pelo sistema LC-MS/MS. A adição de vinhaça reduziu disponibilidade do diuron e tebuthiuron na solução do solo, enquanto que para o hexazinone todos tratamentos apresentaram disponibilidade semelhante. A frequência de disponibilidade variou de acordo com o herbicida, o solo ou o tratamento utilizado. Os maiores valores ocorreram com aplicação do hexazinone e o tebuthiuron. Contudo, o diuron para a maior parte das amostras, cerca de 6% do total aplicado foi disponibilizado na solução do solo.

**Palavras-chave:** cromatografia, frequência, herbicidas e solução do solo.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, com sistema de produção intensivo que demanda grande quantidade de herbicidas no controle de plantas daninhas, buscando reduzir os efeitos negativos de sua presença e garantir a alta produtividade dos canaviais. A maioria das moléculas registradas para a cultura da cana-de-açúcar são aplicadas em pré-emergência e, geralmente, apresentam alta mobilidade e efeito residual prolongado nos solos (PEÑAHERRERA-COLINA et al., 2005; BLANCO et al., 2010).

O sistema de produção com ou sem a presença de palhada, tal como, a aplicação de

vinhaça na fertirrigação dos canaviais, podem levar a alterações dos atributos físico-químicos do solo e na disponibilidade dos herbicidas na solução do solo. A compreensão dos processos associados à sorção possibilita recomendações mais precisas quanto às doses usadas e à necessidade de adequação do controle químico segundo as características do solo e do manejo da área.

Partindo deste pressuposto, o trabalho teve por objetivo avaliar a influência da água, água após passar pela palha de cana-de-açúcar, e vinhaça na disponibilidade de alguns dos principais herbicidas utilizados em cana-de-açúcar (diuron+hexazinone e tebuthiuron) em solos com diferentes características.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido no laboratório no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente à FCA – UNESP, Botucatu. Para tanto, foram feitas duas extrações, onde, na primeira quantificou-se os herbicidas presentes na solução do solo e na segunda a extração total do herbicida remanescente no solo, e por meio de solução contendo solvente, quantificou-se o total de herbicida em cada amostra de solo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando três tratamentos (água, água de lavagem de palha e vinhaça) e três repetições. Os herbicidas diuron + hexazinone (Velpar K – 1404 + 396 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e tebuthiuron (Combine 500 SC – 1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram aplicados em conjunto e as doses de cada um deles foram as mesmas para os trinta e um solos. Após a pulverização, pesou-se 4 g de cada amostra de solo, acondicionadas em cartuchos plásticos (CARBONARI, 2009). Os cartuchos foram saturados com água deionizada, água de lavagem de palha ou vinhaça e permaneceram em repouso durante 18 horas em geladeira (8 ± 3 °C). As amostras foram centrifugadas e logo após a solução coletada, sendo filtrada em seringas plásticas. O sobrenadante foi diluído cinquenta vezes em frascos do tipo “vials”, os quais foram lacrados e armazenados em geladeira até o momento da quantificação dos herbicidas, pelo sistema LC-MS/MS composto por Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (HPLC) acoplado ao espectrômetro de massas.

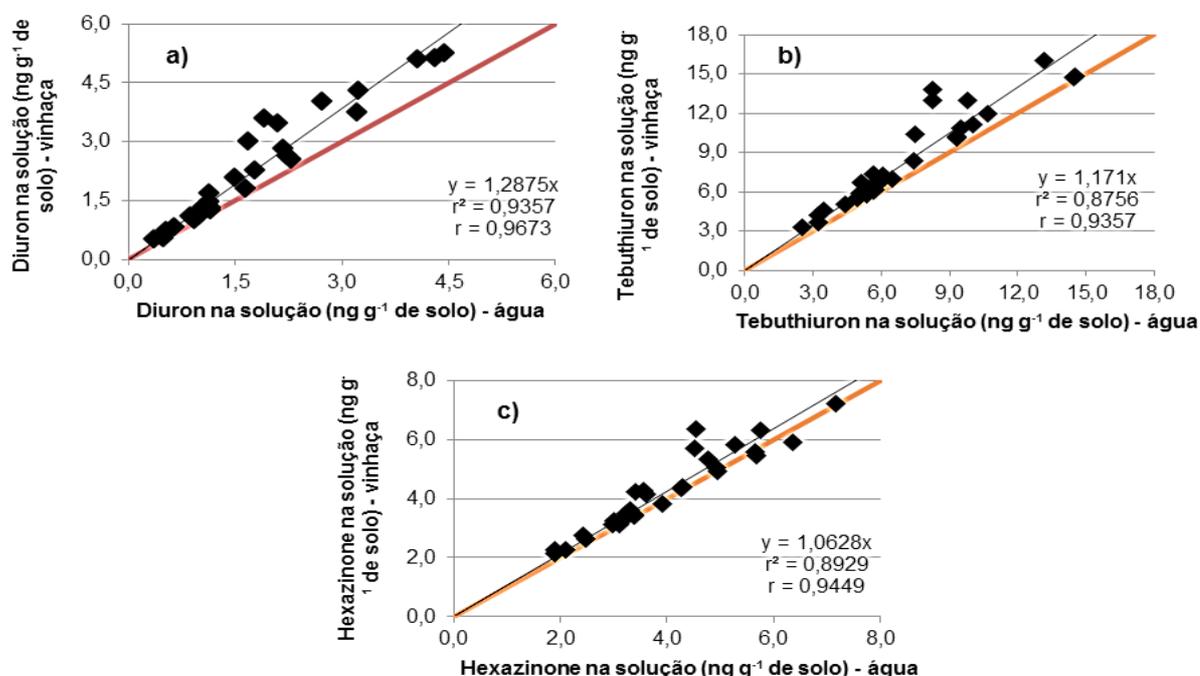
Os mesmos cartuchos submetidos à primeira extração, foram utilizados para a extração do total de herbicida remanescente no solo. O método utilizado foi desenvolvido e validado no laboratório NUPAM, no qual usou-se uma solução extratora de cloreto de cálcio que permitiu recuperar a quantidade de herbicida remanescente em cada cartucho de solo.

Os modelos de regressão linear mostraram bons ajustes para as concentrações dos herbicidas na solução do solo. As porcentagens de disponibilidade dos herbicidas em cada uma das amostras, considerando-se cada cartucho uma repetição, foram ajustados pelo modelo de Gompertz ( $F = e^{(a - e^{-(bc \cdot X)})}$ ), utilizando-se do programa estatístico SAS, para representar a frequência acumulada (F) da disponibilidade em percentagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para o diuron e tebuthiuron permitiram constatar o aumento na disponibilidade dos herbicidas na solução do solo, quando as amostras foram saturadas com vinhaça (Figura 1A e 1B), sendo que as maiores concentrações extraídas foram 5,263 ng g<sup>-1</sup> e 16,0 ng g<sup>-1</sup>, respectivamente. Nos tratamentos com aplicação de água de lavagem de palhada e água deionizada, a quantidade do herbicida presente na solução do solo foi semelhante, com alta correlação entre eles ( $r^2 = 0,9626$ ).

Os tratamentos com água destilada e água de lavagem de palha apresentaram quantidades muito próximas de hexazinone disponível na solução do solo, sendo extraído até 7,231 ng g<sup>-1</sup> do herbicida. A aplicação de vinhaça causou maior disponibilização do hexazinone em dois solos arenosos e argilosos, encontrando-se de 5,725 a 6,303 ng g<sup>-1</sup> do hexazinone nestas amostras (Figura 1C).

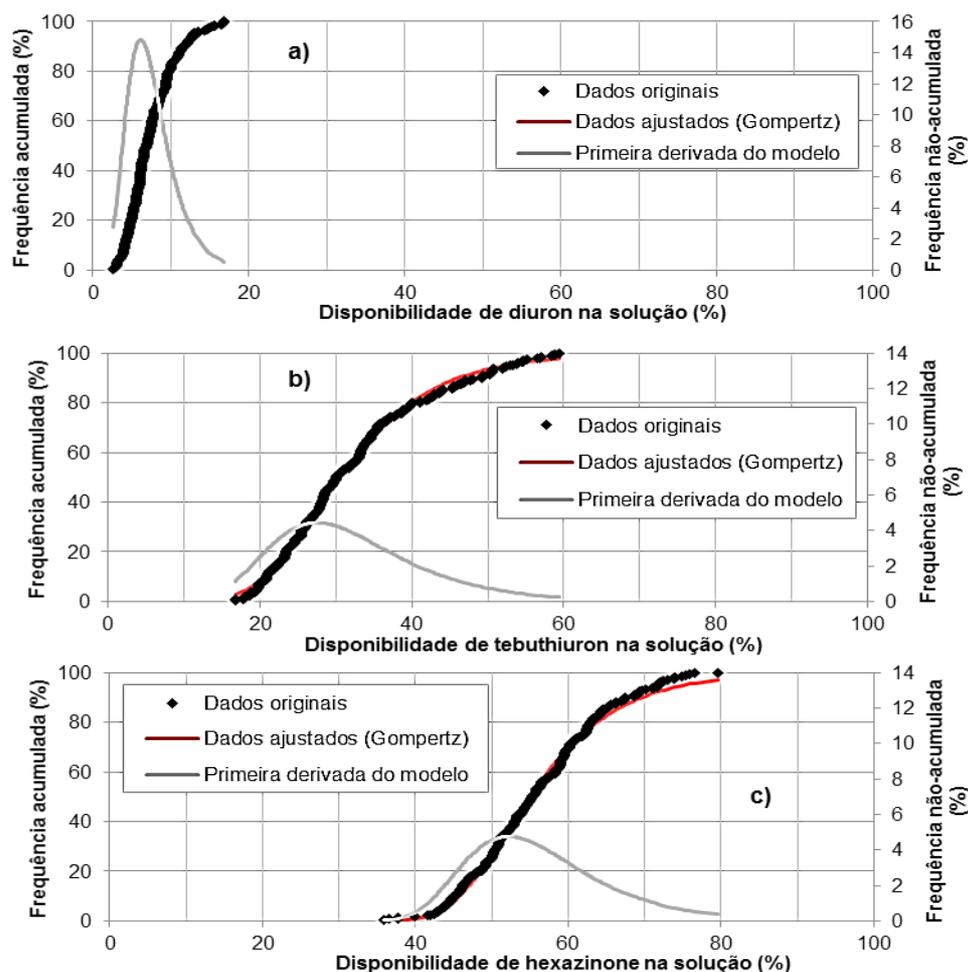


**Figura 1.** Concentração do diuron (a), tebuthiuron (b) e hexazinone (c) disponível na solução do solo (ng g<sup>-1</sup>), em função da aplicação de água ou vinhaça. Botucatu, 2014.

A adição de vinhaça nos solos promove elevação do pH, alterações nos atributos eletroquímicos das partículas coloidais do solo e na capacidade de trocas de cátions e ânions (RIBEIRO et al., 2012). Em geral, o potássio disponibilizado pela fertirrigação apresenta alta capacidade de adsorção ao solo (SILVA et al., 2012) e em soluções ácidas as trocas catiônicas tendem a intensificar a competição entre cátions e o H<sup>+</sup> nos sítios de sorção

(NICOCHELLI et al., 2012), e assim, favorecer a disponibilização das moléculas de herbicidas na solução dos solos.

O aumento na disponibilidade destes herbicidas com a aplicação de vinhaça, pode favorecer o arraste das moléculas para as camadas mais profundas do solo, onde a atividade microbiana é menor. Levando assim, ao prolongamento do efeito residual, bem como, os riscos de contaminação do ambiente.



**Figura 2.** Representação das frequências acumulada e não acumulada da disponibilidade de diuron (a), tebuthiuron (b) e hexazinone (c) no solo (%), em função da saturação do solo com água, água de palhada ou vinhaça. Botucatu, 2014.

O hexazinone e o tebuthiuron apresentaram valores elevados de disponibilização nos solos. Nos gráficos, a medida de moda corresponde ao valor observado com maior frequência, e é determinado pelo ponto máximo da primeira derivada do modelo. Desta forma, as maiores quantidades de massa do hexazinone e tebuthiuron extraídas das amostras foram 52,32% e 28,97%, respectivamente (Figura 2C e 2B). A aplicação do diuron apresentou as menores concentrações do herbicida na solução do solo. O valor mais frequente para este

herbicida nos diferentes solos, independente do tratamento utilizado, foi 6,91% (Figura 2A).

A disponibilidade do hexazinone teve grande variação entre os distintos solos, encontrando-se entre 35 e 80% do herbicida aplicado nas amostras. O comportamento moderado na distribuição da quantidade de herbicida na solução foi observado para o o tebuthiuron (16 a 58%), enquanto o diuron demonstrou menor diferença na disponibilidade do herbicida na solução do solo, variando de 2 a 15%, respectivamente.

## CONCLUSÕES

A vinhaça reduziu disponibilização do diuron e tebuthiuron nos solos, aumentando a sua concentração na solução solo. A disponibilidade do hexazinone não foi alterada em função da saturação do solo com água, água de palha ou vinhaça.

As maiores disponibilidades dos herbicidas nos diferentes solos foram para os herbicidas hexazinone e tebuthiuron, enquanto a menor foi observada para o herbicida diuron. O hexazinone e tebuthiuron demonstraram grande variação na disponibilização dos herbicidas nos diferentes solos. A menor variação na frequência de disponibilidade foi verificada para o diuron.

## AGRADECIMENTO

À CAPES pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO, F.M.G. et al. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.71-75, 2010.

CARBONARI, C.A. **Efeito da palha na disponibilidade do herbicida amicarbazone na solução do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar**. 2009. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

NICOHELLI, L.M. et al. Sorção de potássio em amostras de solo submetidas à aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.754–760, 2012.

PEÑAHERRERA-COLINA, L.A. et al. Persistência biológica de ametryn, diuron e oxyfluorfen. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, p.980-987, 2005.

RIBEIRO, B.T. et al. Electrochemical attributes of soils influenced by sugarcane vinasse. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.25-32, 2012.

SILVA, N.F. et al. Distribuição de solutos em colunas de solo com vinhaça. **Irriga**, Botucatu, Edição especial. p.340-350, 2012.