



Lixiviação do hexazinone e da mistura hexazinone + diuron em colunas de solos com texturas distintas¹

Leaching of hexazinone and mixture hexazinone + diuron in columns of soils with distinct textures

**Kassio Ferreira Mendes^{2*}, Barbara Ferreira Goulart³, Ana Cássia Silva Possamai⁴,
Miriam Hiroko Inoue², Ana Karollyna Alves de Matos⁵, Monise Camila Tschope³**

Resumo - Objetivou-se avaliar a lixiviação do hexazinone isoladamente e da mistura com o diuron, em solos de texturas contrastantes, em colunas de solos sob diferentes precipitações. Utilizou-se um Latossolo Vermelho – LV, de textura argilosa e um Neossolo Quartzarênico – NQ, de textura arenosa. As unidades experimentais foram constituídas por colunas de PVC preenchidas com solos, nas doses de hexazinone (LV - 375 g ha⁻¹ e NQ - 225 g ha⁻¹) e hexazinone + diuron (LV - 396 + 1.404 g ha⁻¹ e NQ - 264 + 936 g ha⁻¹). Adotou-se o esquema fatorial 6 x 6 no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. No fator A foram avaliadas às precipitações de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 mm, e o fator B as profundidades (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 e 25-30 cm) das colunas. Posteriormente a simulação da chuva as colunas foram abertas longitudinalmente e ao longo dessas foram semeados *Cucumis sativus*. Independente da textura do solo, o hexazinone e a mistura hexazinone + diuron não ultrapassaram a camada de 10-15 cm do solo, na lâmina de 0 mm. O hexazinone e a mistura hexazinone + diuron apresentaram fitotoxicidade da espécie bioindicadora na camada de 20-25 cm em LV, e chegando até 25-30 cm no NQ, na maior lâmina simulada. Concluiu-se que não houve diferença no potencial de lixiviação do hexazinone quando em mistura com o diuron nos solos com texturas distintas, entretanto a composição textural argilosa, teor de matéria orgânica do solo e precipitações pluviométricas influenciou a lixiviação.

Palavras-chave - Herbicidas. Precipitação pluviométrica. Profundidade do solo.

Abstract - Objective to evaluate the leaching of the hexazinone and admixed with diuron, in soil of contrasting textures, in soil columns under different rainfall. The following soils were used: Red Latosol - LV, of clay texture and Quartzarenic Neosol - NQ, sandy texture. The experimental units were constituted by PVC columns filled with soil, at rates of hexazinone (LV - 375 g ha⁻¹ and NQ - 225 g ha⁻¹) and hexazinone + diuron (LV - 396 + 1,404 g ha⁻¹ and NQ - 264 + 936 g ha⁻¹). The factorial 6 x 6 in randomized block design, with three replications was adopted. Factor A evaluated the precipitation of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 mm; factor B analyzed the depths (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 and 25-30 cm) column. Posteriorly the rain simulation the columns were longitudinally opened and along these were sown *Cucumis sativus*. Independent of soil texture, the hexazinone and mixture hexazinone + diuron did not exceed 10-15 cm layer of soil, the layer of 0 mm. The hexazinone and diuron + hexazinone mixture showed phytotoxicity of species bioindicator in the layer of 20-25 cm in LV, and reaching up to 25-30 cm in NQ, the greatest layer simulated. It was concluded that there was no difference in leaching potential of hexazinone when mixture with diuron in soils with distinct textures, however the clay textural composition, organic matter content of soil and rainfall influenced the leaching.

Key words - Herbicide. Rainfall. Soil depths.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 17/09/2012 e aprovado em 06/08/2013

²Pesquisadores Científicos, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Tangará da Serra - MT, kassio_mendes_06@hotmail.com; miriamhinoue@hotmail.com

³Discentes em Agronomia na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Tangará da Serra - MT, barbarafg_tga@hotmail.com; motschope@hotmail.com

⁴Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, anacassiapossamai@hotmail.com

⁵Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu - SP, karollyna_matos1991@yahoo.com.br

Introdução

O destino de herbicidas no ambiente é governado por processos de retenção (QUEIROZ *et al.*, 2009), decomposição, degradação (MEI *et al.*, 2012), e transporte da molécula, como a volatilização, lixiviação (PASSOS *et al.*, 2011) e o escoamento superficial (LERCH e BLANCHARD, 2003), além das interações entre esses processos. As condições edafoclimáticas, no momento da aplicação e no decorrer da persistência do herbicida no solo, também afetam a dinâmica destes compostos no ambiente (QUEIROZ *et al.*, 2009).

O potencial de lixiviação é influenciado pelas características físico-químicas do solo e do herbicida, seja ele iônico (básico ou ácido) ou não-iônico (neuro) (INOUE *et al.*, 2003), portanto, a lixiviação excessiva contribui, em muitos casos, para que o herbicida atinja e contamine o lençol freático.

A lixiviação de herbicidas no solo pode ser determinada por modelos matemáticos (ANDRADE *et al.*, 2011), que estima o risco de contaminação do solo e da água de consumo; lisímetros instalados no campo (GRUNDMANN *et al.*, 2011), além da utilização de espécies vegetais, que apresentam alta sensibilidade ao herbicida de interesse, denominadas plantas bioindicadoras (INOUE *et al.*, 2002).

Os herbicidas hexazinone e a mistura pronta hexazinone + diuron são recomendados para o controle em pré-emergência de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. O hexazinone (grupo da triazinonas) é altamente solúvel em água (33 g L⁻¹ a 25 ° C) e móvel no solo (CELIS *et al.*, 2002). Essas características levam este a um grande potencial de lixiviação (WILKINS *et al.*, 1993), sendo considerado entre os pesticidas, o mais susceptível à contaminação de águas. Existem evidências de que as aplicações de campo do hexazinone resultaram na contaminação de águas subterrâneas, o que levanta grandes preocupações sobre a sua segurança para a saúde humana e animais selvagens (PETERSON *et al.*, 1997; KUBILIUS e BUSHWAY, 1998). Entretanto, a degradação completa do hexazinone em água, forma subprodutos não tóxicos, como o dióxido de carbono e a uréia (MEI *et al.*, 2012).

O diuron pertence ao grupo dos derivados da uréia e seu mecanismo de ação age no fotossistema II, interrompendo o processo de fotossíntese. Seu comportamento é altamente dependente em relação às características dos solos, onde a sorção do diuron está diretamente relacionada aos teores de matéria orgânica (ROCHA *et al.*, 2013), sendo o diuron pouco móvel quando adsorvido aos colóides e a matéria orgânica (DIAS *et al.*, 2003).

As misturas são utilizadas com o intuito de aumentar o espectro de controle das plantas daninhas, sendo que na mistura do hexazinone + diuron ocorre um incremento no controle do diuron, tendo este uma maior eficiência sobre as latifoliadas, e o hexazinone o controle das gramíneas (KRUSE *et al.*, 2000). A mistura destes compostos com características distintas, influencia no potencial de lixiviação, permitindo que estes permaneça em uma faixa mais profunda da camada do solo, e não apenas superficialmente, propiciando desta forma, um maior controle das plantas que emergem em maiores profundidades do solo (BLANCO, 2003). Dentro deste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a lixiviação do herbicida hexazinone isoladamente e em mistura pronta com o diuron, em solos de texturas argilosa e arenosa, por meio de colunas de solos sob diferentes precipitações.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação localizada na Universidade do Estado de Mato Grosso, no *Campus* de Tangará da Serra-MT, situada na rodovia MT 358, Km 07. As amostras de solos foram coletadas numa profundidade de 5 a 10 cm, na área agricultável, retirando os resíduos orgânicos superficiais, e estas foram provenientes dos municípios de Tangará da Serra e de Denise, MT, apresentam texturas distintas e classificadas como Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico, respectivamente, cujas características físico-químicas estão descritas na Tabela 1.

O potencial de lixiviação do hexazinone e da mistura pronta hexazinone + diuron foi avaliado através de colunas de solos. As colunas de PVC (30 cm de altura e 10 cm de diâmetro) foram parafinadas internamente, com o objetivo de se realizar a impermeabilização para uniformidade no fluxo de água, sendo a parte inferior de cada coluna vedada com sombrite para reter o solo acondicionado, que foi peneirado e seco ao ar ambiente.

Posteriormente, as colunas de solos foram umedecidas por capilaridade durante 24 horas, retirando-as quando o solo se apresentava totalmente saturado até o topo da coluna. Em sequência, as colunas foram mantidas na bancada da casa-de-vegetação, por mais 24 horas para drenagem do excesso de água.

As doses dos herbicidas utilizadas foram de acordo recomendação com base na textura dos solos para cultura da cana-de-açúcar. O hexazinone foi de 375 g ha⁻¹ no LV e 225 g ha⁻¹ no NQ e da mistura pronta hexazinone + diuron de 396 + 1.404 g ha⁻¹ no LV e 264 + 936 g ha⁻¹ no NQ. Os herbicidas foram aplicados no topo das colunas de solo.

Tabela 1 - Características físico-químicas das amostras de solos utilizadas nos experimentos

Solo	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺
	(CaCl ₂)	(H ₂ O)					
LV ^{1/}	4,9	4,2	0,7	4,4	0,7	0,5	0,20
NQ ^{2/}	5,7	5,0	0,0	1,5	1,1	0,7	0,39
P	MO	CTC	V		Areia	Silte	Argila
(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(%)		----- (g kg ⁻¹) -----		
1,2	18,7	5,1	14,7		329	117	554
11,1	5,0	2,7	44,5		829	33	138

^{1/}LV = Latossolo Vermelho (textura argilosa); ^{2/}NQ = Neossolo Quartzarênico (textura arenosa). Fonte: Laboratório Agro Análise, Cuiabá, MT.

Utilizou-se pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pontas tipo leque XR110.02, mantidos à pressão de trabalho de 2 kgf cm⁻², resultando em volume de calda de 200 L ha⁻¹, com temperatura média de 35 °C e umidade relativa superior a 60%, seguindo as doses recomendadas para cada textura de solo.

Após a aplicação dos herbicidas, foram simuladas manualmente precipitações de 20, 40, 60, 80 e 100 mm, além da testemunha (zero mm), totalizando 6 lâminas d'água para cada solo.

Decorrido 24 horas, as colunas foram cortadas longitudinalmente com o auxílio de uma serra-mármora, separando-as em duas partes. Em seguida, foi semeada ao longo de cada metade da coluna, a espécie bioindicadora (*Cucumis sativus*), escolhida por apresentar maior suscetibilidade aos herbicidas em ensaios preliminares (dados não publicados). As colunas de solos foram mantidas em condições favoráveis para o desenvolvimento das plântulas mediante a aplicação de irrigações diárias.

Aos 21 dias após a semeadura (DAS), foram efetuadas às avaliações visuais do controle de plântulas de *C. sativus* nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 e 25-30 cm medidas com auxílio de uma regra milimetrada. Utilizaram-se critérios qualitativos de controle, por uma escala percentual de notas, em que 0 corresponde a nenhuma injúria na plântula e 100, equivale à morte destas (SBCPD, 1995).

Adotou-se o esquema fatorial 6 x 6 com delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os fatores estudados foram às precipitações (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mm) e profundidades (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 e 25-30 cm) das colunas. Em cada experimento foi aplicado um herbicida (hexazinone ou diuron + hexazinone) e um solo (textura argilosa ou arenosa). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade (SAEG, 2007).

Resultados e discussão

No solo de textura argilosa (LV), as lâminas de água de 0 a 100 mm apresentaram um controle de 100% nas plântulas bioindicadora (*C. sativus*), com aplicação do hexazinone isolado, na camada superficial (0-5 cm) (Tabela 2). Nas lâminas de 0 a 20 mm evidenciou-se uma lixiviação até a camada de 10-15 cm, com 20 a 30% de controle da espécie, destacando o arraste vertical das moléculas de hexazinone abaixo da camada de 10-15 cm de profundidade na lamina de 40 mm (Tabela 2). Para as lâminas de 60 a 100 mm, a mobilidade das do herbicida foi até a camada de 20-25 cm de profundidade nas colunas de LV (Tabela 2).

Os valores obtidos estão de acordo com a literatura, demonstrando que o hexazinone possui potencial de contaminação de águas subterrâneas, uma vez que o índice de GUS é > 2,8 (5,3-5,7), indicando provável lixiviação (QUEIROZ *et al.*, 2009).

Estudos realizados por Cason *et al.* (2010), com hexazinone (391 g ha⁻¹) em solo de textura argilosa indicaram que a simulação de 20 mm de chuva provocou fitointoxicação (> 80%) nas plantas de *C. sativus* até 15-20 cm de profundidade nas colunas do solo. Já na simulação de 40 mm de chuva, os autores verificaram maior potencial de lixiviação, chegando até a camada de 20-25 cm de profundidade, com uma fitotoxicidade de 90%.

Nas amostras de solo com textura arenosa (NQ), observou-se que não houve mobilidade aparente das moléculas de hexazinone abaixo da camada de 10-15 cm, com a utilização da lâmina de 0 mm (Tabela 3). Nas colunas que receberam as lâminas de 20 e 40 mm, foram detectados o herbicida até a profundidade de 20-25 cm, porém o controle satisfatório (≥ 86,6%) foi até a camada de 10-15 cm (Tabela 3). Nas lâminas de 60 a 100 mm apresentou uma movimentação vertical das moléculas de hexazinone em todas as extensões da coluna, ou seja, até a camada de 25-30 cm (Tabela 3).

Tabela 2 - Porcentagem de controle das plântulas de *Cucumis sativus* cultivadas em amostras de Latossolo Vermelho (textura argilosa), nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação de hexazinone (375 g ha⁻¹) e simulação de diferentes precipitações

Profundidade na coluna (cm)	Lâmina aplicada (mm)					
	0	20	40	60	80	100
0-5	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa
5-10	86,6 Bc	90,0 Bb	90,0 Bb	90,0 Bb	93,3 Aa	96,6 Aa
10-15	20,0 Cd	30,0 Cc	33,3 Cc	43,3 Cb	46,6 Bb	63,3 Ba
15-20	0,0 Dc	0,0 Dc	0,0 Dc	13,3 Db	16,6 Cb	23,3 Ca
20-25	0,0 Dc	0,0 Dc	0,0 Dc	3,3 Eb	6,6 Db	10,0 Da
25-30	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Ea	0 Da	0,0 Ea

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. C.V. = 18,09%.

Dousset *et al.*, (2004) observaram que após 160 mm de chuva simulada aplicadas ao longo de 12 dias em colunas de solos (0-20 cm) com teores de argila variando entre 86 a 156 g kg⁻¹ e carbono orgânico de 98 a 347 g kg⁻¹, em casa de vegetação, 2-11% do hexazinone aplicado foi lixiviado. A maior mobilidade deste herbicida pode estar relacionada com o menor coeficiente de sorção em relação ao teor de carbono orgânico do solo (K_{oc} de 19-300 L kg⁻¹). Outro fator que pode explicar a elevada lixiviação de hexazinone no solo é a sua elevada persistência (47-91 dias) (CALDERÓN *et al.*, 2004).

Os menores teores de matéria orgânica - MO (5,0 g dm⁻³) e argila (13,8%) presentes no NQ, em relação ao LV (18,7 g dm⁻³ e 55,4%, respectivamente), tem interferido na maior lixiviação da molécula ao longo do perfil do NQ (Tabela 2 e 3). Os dados corroboram com Calderón *et al.* (2004), que verificaram intensa lixiviação em solos arenosos onde o teor de MO é baixa, como a maior mobilidade em solo com 1,36% de MO do que em solo com 3,15% de MO. Vale destacar, que o teor de MO tem grande influencia na sorção do diuron, herbicida não-iônico, visto que solos com maiores teores de MO, apresentaram maiores coeficientes de sorção (ROCHA *et al.*, 2013), logo, proporcionam menor lixiviação do diuron.

No solo de textura argilosa (LV), a camada superficial (0-5 cm) apresentou um controle de 100% da plântula bioindicadora (*C. sativus*), com lâminas de água de 0 à 100 mm, após aplicação da mistura pronta hexazinone + diuron (Tabela 4). Na lâmina de 0 à 40 mm observou-se que o maior controle da espécie bioindicadora ficou concentrado 0-10 cm no perfil do LV. As lâminas de 60 e 80 mm proporcionaram controle semelhante até a camada de 10-15 cm, salientando a efetividade de 0-10 cm de profundidade (Tabela 4). A intensidade da lixiviação foi mais pronunciado à medida que se aumentou a quantidade

de chuva simulada, sendo que nas lâminas de 60, 80 e 100 mm as plantas bioindicadora apresentaram fitotoxicidade até a camada de 20-25 cm de profundidade (Tabela 4).

Em estudo desenvolvido por Monquero *et al.* (2008) com a mistura hexazinone + diuron (330 + 1.170 g ha⁻¹) ao simular 80 mm de chuva sobre solos com texturas argilosa (Latossolo Vermelho distrófico com MO de 22 g dm⁻³ e 51% de argila) e média Latossolo Vermelho distroférico com MO de 36 g dm⁻³ e 15% de argila), verificaram que a mistura atingiu a camada de 30 cm com aproximadamente 25 e 60% de controle, respectivamente. O hexazinone apresenta alta solubilidade (33 g L⁻¹ a 25 °C), necessitando de menos umidade no solo para se movimentar quando comparado ao diuron (0,042 g L⁻¹ a 25 °C) (BOUCHARD *et al.*, 1985).

Nas amostras de solo com textura arenosa (NQ), observou-se que houve alta mobilidade das moléculas de hexazinone + diuron até a camada de 0-10 cm, com a simulação de chuva com lâmina de 0 à 40 mm (Tabela 5). Nas colunas de NQ que receberam as lâminas de 60 e 80 mm, evidenciaram-se grande quantidade de controle das plântulas de *C. sativus* aos herbicidas até a camada de 10-15 cm. A elevada redução (100%) do bioindicador a mistura atingiu a camada de 15-20 cm com as simulações de lâminas 100 mm, atingindo até a última camada da coluna avaliada (25-30 cm), apresentando redução em cerca de 47% (Tabela 5), destacando a maior lixiviação da mistura em NQ do que em LV. Tal fato indica que a mistura pode apresentar certo poder de contaminação dos lençóis freáticos.

Vale ressaltar, que o diuron aplicado isolado é relativamente persistente no solo, com meia-vida entre 1 mês a 1 ano (FIELD *et al.*, 2003; CABRERA *et al.*, 2007) e por ser uma molécula não-iônica (neutra), a sorção do diuron é governada principalmente pela fração

Tabela 3 - Porcentagem de controle das plântulas de *Cucumis sativus* cultivadas em amostras de Neossolo Quartzarênico (textura arenosa), nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação de hexazinone (225 g ha⁻¹) e simulação de diferentes precipitações

Profundidade na coluna (cm)	Lâmina aplicada (mm)					
	0	20	40	60	80	100
0-5	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
5-10	96,6Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
10-15	20,0Bd	86,6Bc	90,0Bb	93,3Aa	96,6Aa	100,0Aa
15-20	0,0Be	30,0Cd	73,3Cc	76,6Bc	83,3Bb	93,3Aa
20-25	0,0Bd	13,3Dc	16,6Dc	60,0Cb	73,3Ba	76,6Ba
25-30	0,0Bc	0,0Dc	0,0Dc	30,0Db	33,3Cb	46,6Ca

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. C.V. = 9,03%.

Tabela 4 - Porcentagem de controle das plântulas de *Cucumis sativus* cultivadas em amostras de Latossolo Vermelho (textura argilosa), nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação da mistura pronta hexazinone + diuron (396 + 1.404 g ha⁻¹) e simulação de diferentes precipitações

Profundidade na coluna (cm)	Lâmina aplicada (mm)					
	0	20	40	60	80	100
0-5	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
5-10	86,6Bb	86,6Bb	90,0Bb	93,3Aa	93,3Aa	96,6Aa
10-15	10,0Cd	20,0Cc	33,3Cc	43,3Bb	46,6Bb	63,3Ba
15-20	0,0Dd	0,0Dd	3,3Dd	6,6Cc	16,6Cb	23,3Ca
20-25	0,0Dc	0,0Dc	0,0Dc	3,3Cc	6,6Db	20,0Ca
25-30	0,0Da	0,0Da	0,0Da	0,0Da	0,0Da	0,0Da

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. C.V. = 20,62%.

Tabela 5 - Porcentagem de controle das plântulas de *Cucumis sativus* cultivadas em amostras de Neossolo Quartzarênico (textura arenosa), nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação da mistura pronta hexazinone + diuron (264 + 936 g ha⁻¹) e simulação de diferentes precipitações

Profundidade na coluna (cm)	Lâmina aplicada (mm)					
	0	20	40	60	80	100
0-5	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
5-10	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
10-15	13,3Bd	76,6Bc	83,3Bb	93,3Aa	100,0Aa	100,0Aa
15-20	0,0Bf	20,0Ce	43,3Cd	73,3Bc	83,3Bb	100,0Aa
20-25	0,0Bd	23,3Cc	26,6Dc	60,0Cb	73,3Ba	76,6Ba
25-30	0,0Bc	0,0Dc	0,0Ec	23,3Db	43,3Ca	46,6Ca

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. C.V. = 5,77%.

orgânica do solo, influenciando a sua biodisponibilidade e susceptibilidade à lixiviação (YANG e SHENG, 2003; LOGANATHAN *et al.*, 2009). O diuron é pouco móvel no solo, atingindo no máximo a camada de 0-20 cm de profundidade em campo (EL IMACHE *et al.*, 2009) e em coluna (LANDRY *et al.*, 2004), devido ao elevado K_{oc} (145-917 L kg⁻¹) (LIYANAGE *et al.*, 2006).

Conclusões

Concluiu-se que houve semelhança no potencial de lixiviação do hexazinone e a mistura hexazinone + diuron, nos solos avaliados. O hexazinone e a mistura hexazinone + diuron atingiram maiores profundidades no Neossolo Quartzarênico em relação ao Latossolo Vermelho, sendo que a composição textural argilosa e teor de matéria orgânica do solo influenciou a lixiviação. Em maiores lâminas d'água simuladas apresentou maior lixiviação, independente do herbicida e do solo.

Literatura científica citada

- ANDRADE, A. S.; REIS, M. R.; DRUMOND, L. C. D.; CAIXETA, S. P.; RONCHI, C. P. Potencial de lixiviação de herbicidas em solos agrícolas na região do Alto Paranaíba (MG). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.21, p.95-102, 2011.
- BLANCO, F. M. G. Controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2003. p. 83-89.
- BOUCHARD, D. C.; LAVY, T. L.; LAWSON, E. R. Mobility and persistence of hexazinone in a forest watershed. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.2, p.229-233, 1985.
- CABRERA, A.; COX, L.; VELARDE, P.; KOSKINEN, W. C.; CORNEJO, J. Fate of diuron and terbuthylazine in soils amended with two-phase olive mill waste. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.12, p.4828-4834, 2007.
- CALDERÓN, M. J.; ORTEGA, M.; HERMOSÍN, M. C.; GARCÍA-BAUDÍN, J.; CORNEJO, J. Hexazinone and simazine dissipation in forestry field nurseries. **Chemosphere**, v.54, n.1, p.1-8, 2004.
- CASON, J. B.; SABBAG, R.; STOREL, P.; SILVA, V. P. G.; SILVA, P. V.; MONQUERO, P. A. Lixiviação e persistência de diuron+hexazinone+sulfometuron, hexazinone, sulfometuron e diuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Viçosa: SBCPD, 2010. p. 3396-3400.
- CELIS, R.; HERMOSÍN, M. C.; CARRIZOSA, M. J.; CORNEJO J. Inorganic and organic clays as carriers for controlled release of the herbicide hexazinone. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.8, p.2324-2330, 2002.
- DIAS, N. M. P.; REGITANO, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.293-300, 2003.
- DOUSSET, S.; CHAUVIN, C.; DURLET, P.; THÉVENOT, M. Transfer of hexazinone and glyphosate through undisturbed soil columns in soils under Christmas tree cultivation. **Chemosphere**, v.57, n.4, p.265-272, 2004.
- EL IMACHE, A.; DAHCHOUR, A.; ELAMRANI, B.; DOUSSET, S.; POZZONNI, F.; GUZZELLA, L. Leaching of diuron, linuron and their main metabolites in undisturbed field lysimeters. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.44, n.1, p.31-37, 2009.
- FIELD, J. A.; REED, R. L.; SAWYER, T. E.; GRIFFITH, S. M.; WINGINGTON JR., P. J. Diuron occurrence and distribution in soil and surface and ground water associated with grass seed production. **Journal of Environmental Quality**, v.32, n.1, p.171-179, 2003.
- GRUNDMANN, S.; DOERFLER, U.; MUNCH, J. C.; RUTH, B.; SCHROLL, R. Impact of soil water regime on degradation and plant uptake behaviour of the herbicide isoproturon in different soil types. **Chemosphere**, v.82, n.10, p.1461-1467, 2011.
- INOUE, M. H.; MARCHIORI JR., O.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; TORMENA, C. A. Calagem e o potencial de lixiviação de imazaquin em colunas de solo. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.125-132, 2002.
- INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR., R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; TORNISIELO, V. L.; CONSTANTIN, J. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.313-323, 2003.
- KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores do EPSPS: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.2, p.139-146, 2000.
- KUBILIUS, D. T.; BUSHWAY, R. J. Determination of hexazinone and its metabolites in groundwater by capillary electrophoresis. **Journal of Chromatography A**, v.793, n.2, p.349-355, 1998.
- LANDRY, D.; DOUSSET, S.; ANDREUX, F. Laboratory leaching studies of oryzalin and diuron through three undisturbed vineyard soil columns. **Chemosphere**, v.54, n.6, p.735-742, 2004.
- LERCH, R. N.; BLANIARD, P. E. Watershed vulnerability to herbicide transport in northern Missouri and southern Iowa streams. **Environmental Science and Technology**, v.37, n.24, p.5518-5527, 2003.

- LIYANAGE, J. A.; WATAWALA, R. C.; ARAVINNA, A. G. P.; SMITH, L.; KOOKANA, R. S. Sorption of carbofuran and diuron pesticides in 43 tropical soils of Sri Lanka. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.5, p.1784-1791, 2006.
- LOGANATHAN, V. A.; FENG, Y.; SHENG, G. D.; CLEMENT, T. P. Crop-residue-derived char influences sorption, desorption and bioavailability of atrazine in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.73, n.3, p.967-974, 2009.
- MEI, M.; DA, Z.; XU, R.; CHEN, Y.; ZHANG, H.; QU, S. Photocatalytic degradation of hexazinone and its determination in water via UPLC-MS/MS. **Journal of Hazardous Materials**, v.221-222, p.100-108, 2012.
- MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; AMARAL, L. R.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C.; INACIO, E. M. Lixiviação de clomazone+ametryn, diuron+hexazinone e isoxaflutole em dois tipos de solo. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.685-691, 2008.
- PASSOS, A. T. M.; FOLONI, J. S. S.; FAGAN, E. R. Lixiviação no solo de herbicidas em razão da percolação de água. **Científica**, v.39, n.1/2, p.85-93, 2011.
- PETERSON, H. G.; BOUTIN, C.; FREEMARK, K. E.; MARTIN, P. A. Toxicity of hexazinone and diquat to green algae diatoms, cyanobacteria and duckweed. **Aquatic Toxicology**, v.39, n.2, p.111-134, 1997.
- QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; GOMES, M. A. F.; ROSA, M. A. Comportamento do herbicida hexazinone em área de recarga do aquífero Guarani cultivada com cana-de-açúcar. **Química Nova**, v.32, n.2, p.378-381, 2009.
- SAEG, **Sistema para análise estatísticas, versão 9,1**: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa: UFV, 2007.
- ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; BORGES, L. G. F. C.; SILVA, L. O. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. Sorção e desorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.231-238, 2013.
- SBCPD, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.
- WILKINS, R. N.; TANNER, G. T.; MULHOLLAND, R.; NEARY, D. G. Use of hexazinone for understory restoration of a successional-advanced xeric sandhill in Florida. **Ecological Engineering**, v.2, n.1, p.31-48, 1993.
- YANG, Y. N.; SHENG, G. Y. Pesticide adsorptivity of aged particulate matter arising from crop residue burns. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.17, p.5047-5051, 2003.