

**LIXIVIAÇÃO DE AMETRYN E CLOMAZONE+HEXAZINONE EM
ARGISSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO**

ADRIANA TIERNO MAGALHÃES PASSOS

**LIXIVIAÇÃO DE AMETRYN E CLOMAZONE+HEXAZINONE EM
ARGISSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO**

ADRIANA TIERNO MAGALHÃES PASSOS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Salvador Simoneti Foloni

630 Passos, Adriana Tierno Magalhães
P289| Lixiviação de Ametryn e Clomazone+Hexazinone
em Argissolo Vermelho Distroférico / Adriana Tierno
Magalhães Passos – Presidente Prudente: [s.n.]
2007.
28 fls.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -
Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE,
Presidente Prudente, SP, 2007.

Bibliografia.

1. Agronomia. 2. Produção Vegetal.
I. Título

ADRIANA TIERNO MAGALHÃES PASSOS

Lixiviação de Ametryn e Clomazone+Hexazinone em Argissolo Vermelho Distroférico

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 30 de outubro de 2007.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Salvador Simoneti Foloni
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente – SP

Prof^a, Dr^a, Andréia Cristina da Silva
Pesquisadora Científica do Apta Regional da Alta Sorocabana
Presidente Prudente – SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram nos estudos. Ao meu marido Marco Antonio, que está presente em todos os momentos, com bom humor e otimismo. Ao meu filho Pedro que ainda não fazia parte da minha vida quando comecei esta etapa, mas que de certa forma me acompanhou todo este tempo.

AGRADECIMENTOS

À minha família que, em todos os momentos da realização desta pesquisa, esteve presente.

Ao professor Dr. José Salvador Foloni, pela orientação e dedicação demonstradas durante o desenvolvimento desse trabalho, por acreditar e incentivar-me na concretização deste.

À professora, Dra. Ceci Castilho, pelo auxílio inicial.

Ao estagiário que me ajudou a concretizar este trabalho, Edwards Fagan.

A todos os professores que fazem parte do corpo docente do curso de mestrado em Agronomia da UNOESTE, por trabalharem com afinco melhorando sempre a qualidade do curso perante a CAPES.

RESUMO

Lixiviação de ametryn e clomazone+hexazinone em argissolo vermelho distroférico

Objetivou-se com este trabalho avaliar a lixiviação de ametryn (3 kg ha⁻¹) e da mistura clomazone+hexazinone (1,0 + 0,25 kg ha⁻¹) em colunas de solo, textura média, por meio da percolação de 10, 20, 40, 80 e 160 mm de água. O experimento foi realizado em casa de vegetação, e a translocação dos herbicidas no perfil do solo foi avaliada por meio de planta indicadora, utilizando-se *Sorghum bicolor*. O ametryn apresentou baixa lixiviação, por outro lado, a mistura clomazone+hexazinone foi lixiviada para camadas abaixo de 20 cm de profundidade. Os efeitos dos herbicidas foram reduzidos nos primeiros 5 cm do perfil do solo quando submetidos a 160 mm de água.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., Ametryn, Clomazone, Hexazinone, Lixiviação.

ABSTRACT

Leaching of ametryn and clomazone+hexazinone in the red oxi soil

The objective of this work was the evaluation of soil translocation of two herbicides used in sugarcane (*Saccharum spp.*) under a infiltration flux of 10, 20, 40, 80 and 160 mm of water. The experiment was done in a greenhouse in columns with medium texture soil and ametryn application, at 3 kg.ha⁻¹, before emergence or a mixture of clomazone, at 1 kg.ha⁻¹, and hexazinone, at 0,25 kg.ha⁻¹. The herbicides translocation, in the soil profile was evaluated by *Sorghum bicolor* as an indicative plant. Ametryn lixiviated limitedly; on the other hand, the clomazone + hexazinone mixture was highly transposable to layers deeper than 20cm in the soil profile. The effects of clomazone + hexazinone mixture and ametryn herbicides were reduced in the first 5 cm in soil (dilution effect) when submitted to 160 mm of water. The mixture clomazone + hexazinone was more effective than ametryn in the suppression of sorghum even when submitted the excessive infiltration flux of water.

Key-words: *Saccharum spp.*, Ametryn, Clomazone, Hexazinone.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22
ANEXO	26

1 INTRODUÇÃO

De acordo com estimativa da CONAB¹, (2007), a produção brasileira de cana-de-açúcar na safra de 2007/2008, é de 527,98 milhões de toneladas, superior à safra passada em 11,20%. Deste total, 87,43% estão sendo produzidos na região Centro-Sul e 12,57% nas regiões Norte e Nordeste. A área ocupada com esta cultura neste ano agrícola é de 6,6 milhões de hectares, superior em 7,4% à safra anterior, estima-se que em São Paulo estão sendo esmagadas 278,11 milhões de toneladas (59,41% do total produzido no país).

Um dos pontos mais críticos no processo produtivo da cana-de-açúcar é a interferência negativa imposta pelas plantas daninhas, as quais podem prejudicar diretamente a cultura na mato-competição, concorrendo por água, nutrientes e luz, ou liberando aleloquímicos. Indiretamente, podem ser hospedeiras de pragas e doenças, e prejudicam fortemente as operações de colheita, causando reduções na quantidade e qualidade da matéria-prima, e diminuem o número de cortes economicamente viáveis do canavial (KUVA, 2003).

Apesar de a cana-de-açúcar ser altamente eficiente no acúmulo de matéria vegetal, por apresentar via fotossintética C₄, ela é muito afetada pela competição com as plantas daninhas, pois na maioria das situações a brotação e o crescimento inicial das soqueiras são relativamente lentos (PROCÓPIO et al., 2003).

Sendo assim, é primordial manter a lavoura de cana livre de plantas daninhas no período inicial de crescimento vegetativo até o fechamento das entrelinhas de plantio, que varia de 60 a 90 dias após o início da brotação (PROCÓPIO et al., 2003). Nesse contexto, os herbicidas aplicados em pré-emergência e/ou em pós-emergência inicial são ferramentas indispensáveis para o manejo de plantas daninhas na cultura da cana (SILVA et al., 2005).

A dinâmica de um herbicida no ambiente e o seu efeito residual na lavoura é condicionado por fatores relacionados às propriedades físico-químicas do produto utilizado (solubilidade, adsorvidade aos colóides do solo, volatilidade,

¹ CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

degradabilidade), às condições climáticas no momento da aplicação e no decorrer da persistência do herbicida no solo (precipitação pluvial, temperatura e luminosidade), e às características edáficas (disponibilidade de água no solo, granulometria e teor de matéria orgânica), dentre outros fatores. As interações entre os componentes edafoclimáticos e o produto químico utilizado, determinam a disponibilidade do herbicida no solo, e conseqüentemente sua eficiência no controle de plantas daninhas e na seletividade para a espécie cultivada (CRISTOFFOLETI; LOPEZ-OVEJERO, 2005).

Os processos de sorção e dessorção também influenciam o destino e movimentação dos herbicidas no solo. A granulometria, os minerais predominantes na fração argila e a quantidade da matéria orgânica (MO), além das condições climáticas, são fundamentais na dinâmica dos herbicidas aplicados em pré-emergência (CARTER, 2000). Para os herbicidas de elevada capacidade adsorptiva, o conteúdo de MO no solo é muito importante para definir a intensidade de lixiviação e/ou a sua disponibilização no solo (SENESI et al., 1994).

Segundo levantamento da Conab (2007), a cultura da cana-de-açúcar vem crescendo nos últimos anos basicamente nas áreas antes ocupadas por pastagens degradadas no Brasil Central. De acordo com Fontes et al. (2001), os solos tropicais, como os Latossolos e Argissolos, pela sua formação e por influência da sua mineralogia, têm predomínio de cargas dependentes de pH nas camadas superficiais, e apresentam de maneira geral boa porosidade e alta permeabilidade como características físicas desejáveis, e por outro lado, têm alta acidez e baixa capacidade de troca catiônica (CTC).

A lixiviação de herbicidas no perfil do solo sofre forte influência da quantidade e da época de ocorrência de chuvas após a aplicação do produto, como já foi constatado para a metribuzin (BANKS; ROBINSON, 1982), oryzalin (BANKS; ROBINSON, 1984) e alachlor e metolachlor (BANKS; ROBINSON, 1986). Além do regime pluvial, da adsorção aos colóides e da taxa de infiltração de água no solo, a intensidade de lixiviação de herbicidas é fortemente dependente das características físico-químicas dos produtos aplicados, principalmente da solubilidade em água (SOUZA, 1982; DEUBER, 1992).

De acordo com Gelmini (1988), é necessário que ocorra certa lixiviação nos primeiros centímetros do perfil do solo dos herbicidas aplicados em pré-emergência, para aumentar a eficiência de controle de plantas daninhas, e reduzir

possíveis perdas por erosão e foto-degradação. Por outro lado, o autor argumenta que, quando ocorre esta lixiviação descendente excessiva, podem ocorrer problemas de contaminação de lençóis freáticos, fitotoxicidade nas culturas agrícolas, e subdoses de ingredientes ativos nas camadas mais superficiais do solo, prejudicando o controle de espécies invasoras.

O herbicida ametryn pertence ao grupo das Triazinas, tem caráter básico no solo, atua na inibição do fotossistema II e é facilmente absorvido por raízes e folhas (VELINI et al., 2000). Quando utilizado em pós-emergência, os sintomas visuais do ametryn evoluem geralmente para cloroses generalizadas e redução do desenvolvimento das plantas, ou podem ser mais acentuados com necroses nos pontos de contato da calda de pulverização com as folhas (PROCÓPIO et al., 2003).

Segundo Rodrigues e Almeida (2005), o clomazone é um herbicida do grupo das Isoxazolidinonas, inibe a síntese de carotenos em tecidos vegetais, e, apesar da solubilidade relativamente alta em água, é adsorvido por colóides em proporções relativamente elevadas, e por isso apresenta baixa lixiviação no perfil do solo. Por outro lado, os autores também relatam que o hexazinone, é do grupo das Triazinas e atua sobre o fotossistema II, apresenta alta mobilidade no solo com elevado potencial de lixiviação.

Segundo Inoe et al. (2003) e Rodrigues e Almeida (2005), as propriedades físico-químicas dos herbicidas utilizados no presente trabalho são: ametryn com Koc médio de 300 mL g⁻¹, Kow de 427 e solubilidade em água de 200 mg L⁻¹; clomazone com Kow de 300, Koc médio de 350 mL g⁻¹ e solubilidade de 1.100 mg L⁻¹; e hexazinone com Koc médio de 34 mL g⁻¹, Kow de 11,3 e solubilidade de 32.000 mg L⁻¹.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a lixiviação do herbicida ametryn e da mistura clomazone+hexazinone em um solo Argissolo Vermelho Distroférrico por meio da percolação de 10, 20, 40, 80 e 160 mm de água.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, em Presidente Prudente-SP, durante os meses de abril a maio de 2007. Utilizou-se uma porção de solo agrícola coletada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, de um Argissolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999). A porção de solo foi secada ao ar e passada em peneira com malha de 2 mm. As análises químicas (RAIJ et al., 2001) e granulométrica (EMBRAPA, 1997) do solo apresentaram os seguintes resultados: pH (CaCl_2 1 mol L^{-1}) 5,7; 13 g dm^{-3} de MO; 16 mg dm^{-3} de P_{resina} ; 17 mmol_c dm^{-3} de H+Al; 1,9 mmol_c dm^{-3} de K; 22; 9; 33; 44 mmol_c dm^{-3} de Ca, Mg, SB e CTC respectivamente; 75% de saturação por bases (V); 710 g kg^{-1} de areia; 80 g kg^{-1} de silte; 210 g kg^{-1} de argila. A capacidade de campo de quatro amostras do solo desestruturado (peneirado) foi determinada a -0,03 MPa no aparelho extrator de Richards (EMBRAPA, 1997), e o valor médio foi de $217 \pm 4,25$ g kg^{-1} de água.

As colunas de solo utilizadas no trabalho foram constituídas por tubos de PVC rígido com 10 cm de diâmetro interno e 40 cm de comprimento, com uma abertura longitudinal contínua de 2,5 cm de largura, vedada com fita adesiva. Tais colunas foram fechadas ao fundo com filmes de plástico contendo orifícios para permitir a drenagem livre da água percolada. O solo desestruturado foi acomodado nas colunas de PVC de tal forma que sua densidade permanecesse próxima a 1,30 g cm^{-3} , correspondente à do solo comumente encontrado no campo, e as colunas foram preenchidas até a altura de 35 cm, formando um volume de 2,75 dm^3 .

Antes da pulverização dos herbicidas, determinou-se a umidade média do solo desestruturado e seco ao ar contido nas colunas, e adicionou-se água para atingir 70% da máxima capacidade de retenção do solo, definidos por meio de pesagens. Em seguida, as colunas de solo foram envolvidas em sacos plásticos para não haver perda de água até o momento da aplicação dos tratamentos. Os herbicidas ametryn (3 kg ha^{-1}) e clomazone+hexazinone (1+0,25kg ha^{-1}) foram pulverizados por meio de equipamento manual de precisão, pressurizado com CO_2 para operar à pressão constante de 150 kPa, munido de barra com 4 bicos jato plano do tipo leque, modelo 110.02, espaçados a 0,50 m e com largura total de molhamento de 2,0 m, que proporcionaram um volume de calda equivalente a 200 L

ha⁻¹. A altura da barra de pulverização foi mantida a aproximadamente 0,50 m acima das colunas de solo, e a velocidade média de deslocamento durante a aplicação dos herbicidas foi de cerca de 1,0 m s⁻¹, calibrada de acordo com testes preliminares.

Após a aplicação dos herbicidas sobre as superfícies expostas das colunas de solo, foram feitas percolações de água destilada equivalentes a 10, 20, 40, 80 e 160 mm.

A intensidade de percolação de água nas colunas de solo foi mantida aproximadamente constante para todas as unidades experimentais, para que não houvesse transbordamentos. As colunas de solo permaneceram sob drenagem livre por tempo que variou em torno de 6 a 48 h, de acordo com a lâmina aplicada, e em seguida foram posicionadas no sentido horizontal para a semeadura da planta bioindicadora *Sorghum bicolor*, com germinação de 98% (Brasil, 1992). Foram colocadas 10 sementes a cada 5 cm longitudinais das colunas de solo, numa profundidade padrão de 2,5 cm, e fez-se a cobertura das sementes com areia grossa lavada.

Fez-se a opção pelo sorgo como planta bioindicadora por apresentar sensibilidade relativamente elevada aos herbicidas utilizados no presente experimento. De acordo com Caetano et al. (1995), embora não exista uma única espécie capaz de ser considerada adequada para avaliar a presença de variados tipos de herbicidas no solo, o sorgo tem sido constantemente utilizado em trabalhos de pesquisa para este fim.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso, com quatro repetições, no esquema fatorial 2 x 5 + testemunha, sem herbicida, constituído pelos seguintes tratamentos: pulverizações em pré-emergência dos herbicidas ametryn e mistura de clomazone+hexazinone, em colunas de solo que receberam 10, 20, 40, 80 e 160 mm de água, em comparação ao tratamento testemunha (sem adição de herbicida).

Durante o cultivo do sorgo foram feitas regas diárias para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. Foram contadas de dois em dois dias as plantas sobreviventes a cada 5 cm longitudinais de coluna de solo, considerando-se nestas determinações somente as plantas vivas, mesmo as que apresentavam acentuados sintomas visuais de toxicidade. Aos vinte dias após a semeadura, realizou-se a coleta da parte aérea vegetal, também a cada 5 cm de

coluna, cortando-as rente à superfície do solo, e em seguida levando-as à secagem em estufa de aeração forçada a 60° C até atingirem massa constante.

Foram feitas análises de regressão linear e não-linear, e ajustaram-se equações matemáticas significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, cujos modelos apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R^2). Fez-se também um estudo de análise de variância e utilizou-se o teste t a 5% de probabilidade para comparar as médias dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na figura 1-a, que na camada de 0-5 cm de profundidade nas colunas de solo, o ametryn controlou o bioindicador, em comparação ao tratamento testemunha (sem herbicida), para todas as condições de chuva simulada. Na profundidade de 5-10 cm das colunas de solo, o efeito da ametrina só foi expressivo quando foram percolados 160 mm de água, evidenciando a baixa solubilidade deste herbicida (Figura 1-c).

Segundo Prata et al. (2001), a baixa solubilidade e a reduzida velocidade de degradação do ametryn, aumenta a sua persistência no solo, demandando atenção no comportamento desta molécula em relação a prováveis problemas ecológicos na contaminação de corpos d' água, principalmente devido à translocação horizontal do herbicida provocada por escoamentos superficiais de água (erosão hídrica).

Na profundidade de 10-20 cm no solo, o ametryn prejudicou o sorgo somente nas colunas que receberam 160 mm (Figura 1-e). Este resultado está de acordo ao encontrado por Vivian et al. (2007), em que a eficácia do ametryn permaneceu na camada de 0 a 10 cm de profundidade no solo.

Observa-se nas figuras 1 e 2 que a lixiviação da mistura clomazone+hexazinone foi muito mais expressiva abaixo de 10 cm de profundidade no solo do que o do ametryn, principalmente quando foram percolados 160 mm de água.

Os resultados apresentados nas figuras 1 e 2 apontam consistentemente para a mistura clomazone+hexazinone, com maior potencial de lixiviação no solo de textura média (utilizado no presente trabalho), que é característico de extensas áreas de lavoura canavieira no Brasil Central, cujas condições climáticas apresentam comumente períodos chuvosos com precipitações acumuladas superiores a 200 mm em poucas semanas no verão, de acordo com relatos de Inoue et al. (2003).

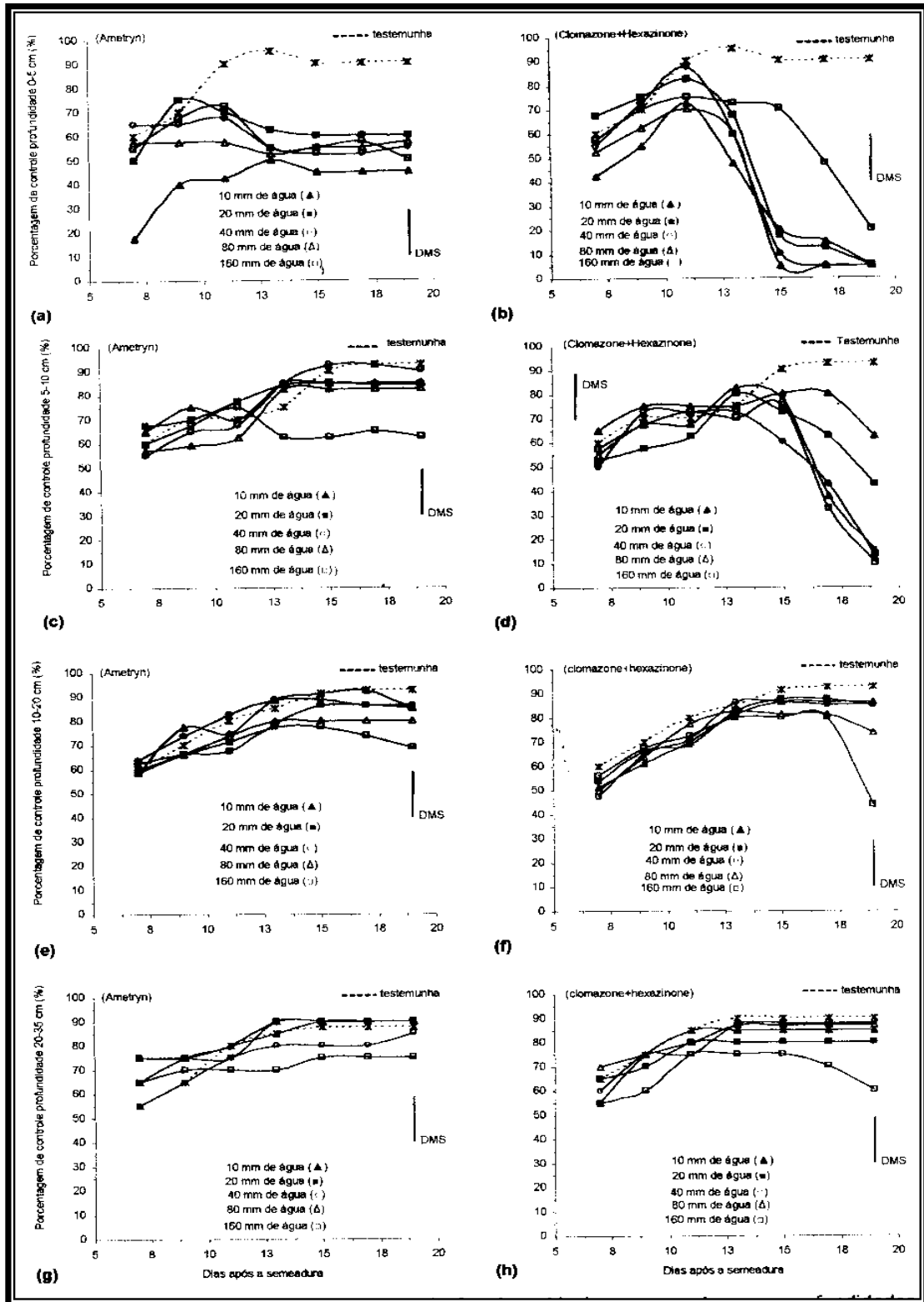


FIGURA 1 - Porcentagem de controle de plantas de *Sorghum bicolor* com ametryn nas profundidades de 0-5 cm (a), 5-10 cm (c), 10-20 cm (e), 20-25 cm (g) e clomazone + hexazinone nas profundidades 0-5 cm (b), 5-10 cm (d), 10-20 cm (f), 20-25 cm (h), em razão da percolação de 10, 20, 40, 80 e 160 mm de água, mais a testemunha (ausência de herbicida). DMS: Diferença mínima significativa pelo teste t a 5% de probabilidade

Segundo recomendações, a mistura clomazone+hexazinone é indicada para aplicações em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar, na época de seca-seca, em períodos de baixos índices pluviométricos, principalmente durante os meses de inverno no Brasil Central. A solubilidade do clomazone em água é de 1100 mg L⁻¹ e a do hexazinone de 32000 mg L⁻¹, muito superiores ao ametryn que é de 200 mg L⁻¹ (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Quanto maior for a solubilidade de um determinado herbicida, maior será o seu poder de dissociação na solução do solo para que haja controle efetivo de plantas daninhas, influenciando fortemente o manejo químico em áreas agrícolas. Por outro lado, um herbicida de alta solubilidade tem maior potencial de lixiviação no perfil do solo, porém, é preciso considerar também outros fatores, como por exemplo, o Kow e Koc do herbicida em questão (GOSS, 1992).

O coeficiente de partição octanol-água, comumente denominado de Kow, refere-se ao grau de afinidade da molécula de herbicida pelas fases polar (representada pela água) ou apolar (representada pela substância 1-octanol). Por ser uma medida da lipofilicidade de moléculas, esta propriedade é utilizada para medir a atividade de herbicidas na solução do solo, ou seja, o quanto da molécula está livre em água (fase polar) ou associada a outras substâncias orgânicas em solução (fase apolar) (OLIVEIRA et al., 2001).

Por sua vez, o coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (Koc), determina a quantidade sorvida de uma dada substância por unidade de carbono orgânico, índice que serve para comparar a disponibilização de produtos fitossanitários no solo (VIEIRA et al., 1999). Segundo Nicholls (1998), quanto menor for o valor de Kow, maior será o potencial de lixiviação do herbicida. Em contrapartida, quanto maior for o Koc do herbicida, maior será sua sorção ao solo, portanto, nos solos ricos em matéria orgânica raramente ocorrem perdas excessivas de herbicidas por lixiviação, porém, há menor disponibilização dos ingredientes ativos na solução do solo, o que pode comprometer o controle químico (GOSS, 1992).

De acordo com Piasarolo (2006), na interação entre as moléculas oriundas de produtos fitossanitários e a fase sólida do solo, estão envolvidos processos de adsorção e absorção, em que a adsorção é definida como a retenção superficial de moléculas aos colóides do solo, e a absorção refere-se à transferência das substâncias contidas na solução do solo para dentro dos colóides e

microrganismos. Sendo assim, devido às dificuldades práticas de se separar as moléculas que sofreram adsorção e absorção, o termo sorção é utilizado para expressar as quantidades de ingredientes ativos que ficam presas ao solo.

Nos primeiros 10 cm de profundidade das colunas de solo, a mistura clomazone+hexazinona foi muito mais efetiva na supressão da gramínea indicadora (Figuras 1-b, 1-d e 2-b), em relação a ametrina (Figuras 1-a, 1-c e 2-a). No entanto, observa-se que na camada mais superficial das colunas de solo, 0-5 cm de profundidade, o efeito do clomazone+hexazinona foi reduzido quando foram percolados 160 mm de água, evidenciando que houve uma "diluição" da mistura de herbicidas em razão do excesso de água aplicada (Figuras 1-b e 2-b). De acordo com as solubilidades e valores de Koc e Kow das moléculas que compõem a mistura utilizada, sugere-se que houve uma segregação dos herbicidas no perfil do solo, ou seja, o clomazone atuou mais fortemente nos primeiros centímetros do perfil, e a hexazinona foi o principal causador da supressão do sorgo nas camadas mais profundas abaixo de 10 cm nas colunas de solo.

Segundo Goss (1992), herbicidas cujos valores de Koc estão abaixo de 300 mL g^{-1} , apresentam maior probabilidade de perdas em razão de escoamentos superficiais de água. Em contrapartida, de acordo com Armas et al. (2005), moléculas que têm Koc relativamente baixo, são menos sorvidas aos colóides, repercutindo em uma maior propensão à lixiviação no perfil do solo, como é o caso do hexazinone.

As percolações de água acima de 40 mm proporcionaram maiores supressões das plantas de sorgo nas camadas superficiais de 5-10 cm das colunas de solo (Figuras 1-d e 1-f), para a mistura clomazone+hexazinone, mostrando que é necessário que ocorra uma quantidade relativamente elevada de chuva para que o controle em pré-emergência de plantas daninhas seja mais eficiente ao longo da camada arável (profundidade de 0-20 cm).

E quando se aprofundou mais ainda no perfil do solo, ou seja, na camada abaixo de 20 cm de profundidade (Figura 1-h), a precipitação de 160 mm sobre o clomazone+hexazinone foi a que proporcionou o maior efeito supressivo sobre a gramínea indicadora, evidenciando o alto potencial de lixiviação desta mistura de herbicidas.

Portanto, a recomendação da mistura de herbicidas clomazone e hexazinone, para períodos com menores precipitações pluviais, se deve ao fato do

clomazone apresentar solubilidade relativamente baixa e maior sorção aos colóides do solo, e o hexazinone ter maior solubilidade e menor sorção, favorecendo a dinâmica de controle de plantas daninhas com dois ingredientes ativos de características distintas.

Na figura 2 observa-se que o excesso de água percolada no solo, com lâminas da ordem de 160 mm, reduziu expressivamente o efeito supressor dos herbicidas ametryn e clomazone+hexazinone nas camadas mais superficiais das colunas de solo, evidenciando a necessidade de se destacar nos critérios de recomendação, o potencial de lixiviação dos herbicidas, principalmente na lavoura canaveira que apresenta condições muito variadas de precipitação pluvial no decorrer dos períodos de controle químico de plantas daninhas em talhões de cana-planta (de ano, de ano-e-meio e de inverno) e cana-soca (seca e úmida).

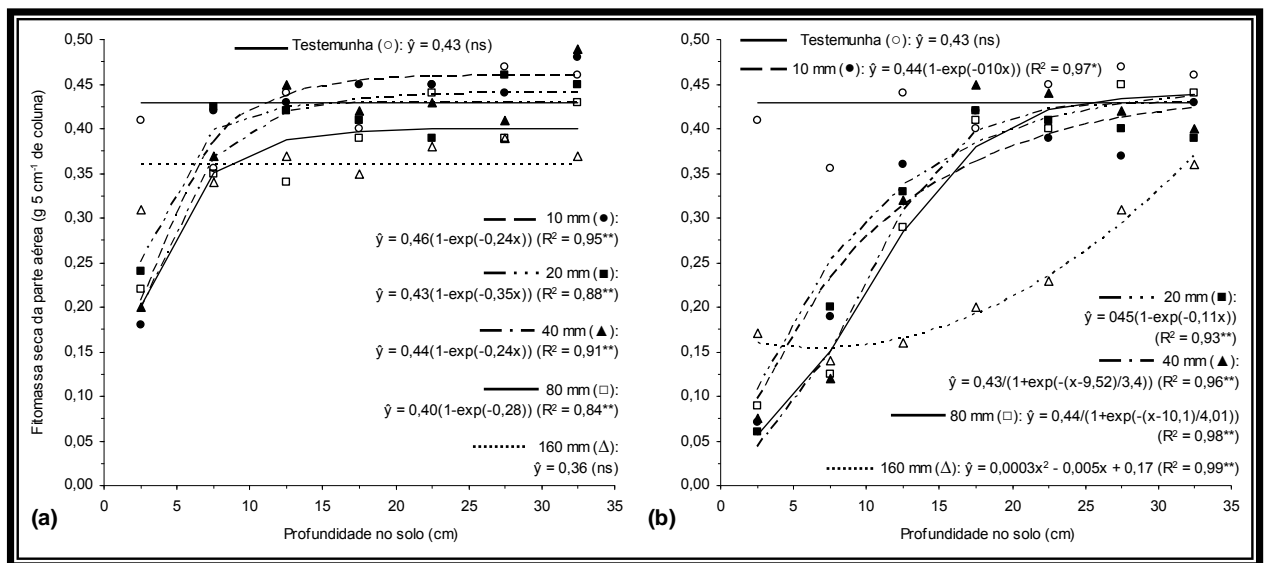


FIGURA 2 - Fitomassa seca de *Sorghum bicolor* coletado a cada 5cm ao longo das colunas de solo que receberam ametryn (a) e a mistura de clomazone+hexazinone (b), em razão de percolação de 10, 20, 40, 80 e 160 mm, mais o tratamento testemunha (ausência de herbicida). * e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo

Segundo Rao et al. (1983), existem duas situações críticas relacionadas à dinâmica da água e à persistência de herbicidas pré-emergentes no solo: tem-se o escoamento superficial de água denominado de erosão hídrica, que constitui na translocação horizontal de agroquímicos presentes na superfície do

terreno arrastados pela enxurrada, contaminando corpos d' água superficiais; e a lixiviação em profundidade no perfil do solo, que é a translocação descendente do herbicida que contamina corpos d' água subsuperficiais.

No trabalho de Pfeuffer e Rand (2004), fizeram-se monitoramentos ambientais de produtos fitossanitários de 1992 e 2001 no sul da Flórida nos EUA, e revelou-se que os herbicidas ametrina e atrazina foram as moléculas mais comumente encontradas em águas superficiais. Os autores alegaram que a ametrina e a atrazina são largamente utilizadas em culturas gramíneas, como o arroz, trigo, cana-de-açúcar, milho, etc., e apresentam solubilidade relativamente baixa, e por isso são comumente encontradas em corpos d' águas presentes em regiões agrícolas.

Trabalhos disponíveis na literatura indicam que a lixiviação de produtos fitossanitários no perfil do solo tem implicações diretas no potencial de contaminação de recursos hídricos do subsolo, já que, uma vez retirado das camadas superficiais do solo agrícola, onde há maior teor de MO e atividade microbiana, a sua persistência no ambiente pode ser intensamente prolongada (PRATA et al., 2000; ALBUQUERQUE et al., 2001).

4 CONCLUSÕES

1. O ametryn apresentou baixa mobilidade no solo, por outro lado, a mistura clomazone+hexazinone foi lixiviada para camadas abaixo de 20 cm de profundidade no perfil.

2. Os efeitos dos herbicidas ametryn e a mistura clomazone+hexazinone foram reduzidos nos primeiros 5 cm do perfil do solo, quando submetidos a 160 mm de água.

3. A mistura clomazone+hexazinona foi superior ao ametryn na supressão da gramínea indicadora, mesmo quando houve percolação excessiva de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. A. et al. Mineralização e sorção de atrazina em Latossolo Roxo sob cultivo convencional e plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 179-188, 2001.
- ARMAS, E. D. et al. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, v. 28, p. 975-982, 2005.
- BANKS, P. A.; ROBINSON, E. L. Soil reception and activity of acetochlor and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum*) straw and irrigation. **Weed Science**, v. 34, p. 607-611, 1986.
- _____. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. **Weed Science**, v. 36, p. 405-410, 1984.
- _____. The influence of straw mulch on the soil reception on persistence of metribuzin. **Weed Science**, v. 30, p. 164-168, 1982.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análises de sementes**. 1992. 365 p.
- CAETANO, L. C. S. et al. Adsorção e lixiviação do herbicida napropamida em dois Latossolos. **Ciência Prática**, v. 19, p. 129-134, 1995.
- CARTER, A. D. Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. **Weed Science**, v. 40, p. 113-122, 2000.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ OVEJERO, R. F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: BASF, 2005. 49 p.
- CONAB. **Produção de cana cresce e safra se mantém histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 15 jun. 07.
- DEUBER, R. Botânica das plantas daninhas. In: DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 31-73.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 627-646, 2001.

GELMINI, G. A. **Herbicidas: indicações básicas**. 2 ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1988. 334 p.

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technology**, v. 6, p.701-708, 1992.

INOUE, M. H.; et al. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná. **Planta Daninha**, v.21, p. 313-323, 2003.

KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e capim colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v. 21, p. 37-44, 2003.

NICHOLLS, P. H. Organic contaminants in soils and groundwaters. In: JONES, K.C. (Ed). **Organic contaminants in the environment: environmental pathways and effects**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 87-132.

OLIVEIRA, M. F. ET AL. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 37-41, 2001.

PFEUFFER, R. J.; RAND, G. M. South Florida ambient pesticide monitoring program. **Ecotoxicology**, v. 13, p. 195-205, 2004.

PIASAROLO, L. **Influência da polaridade de pesticidas não-iônicos sobre sua sorção em um latossolo**. 2006. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PRATA, F.; LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica. **Revista Biociência**, v. 6, p. 17-22, 2000.

_____.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação e sorção de ametrina em dois solos com aplicação de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 975-981, 2001.

PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 150 p.

RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

RAO, P. S. C.; JESSUP, R. E.; DAVIDSON, J. M. Mass Flow and Dispersion. In: GROVER, R. (ed.). **Environmental Chemistry of Herbicides**. vol. 1. Boca Raton: CRC Press, 1983. 21-44 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2005. 592 p.

SENESI, N.; BRUNETTI, G.; L A CAVA, P. Adsorption of alachlor by humic acids from sewage and amended and nonamended soils. **Soil Science**, v. 157, p. 176-184, 1994.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas**. Viçosa: DFT/UFV - ABEAS, 2005. 203 p.

SOUZA, I. F. Comportamento dos herbicidas no solo. **Informe Agropecuário**, v. 8, p. 38-44, 1982.

VELINI, E. D.; et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryn, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 123-134, 2000.

VIEIRA, E. M.; et al. Estudo da adsorção/dessorção do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em solo na ausência e presença de matéria orgânica. **Química Nova**, v. 22, p. 305-308, 1999.

VIVIAN, R.; et al. Persistência e lixiviação de ametryn e trifloxysulfuron-sodium em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, p. 111-124, 2007.

ANEXO

Fotos do Experimento realizado



FOTO 1: Preparação do Solo



FOTO 2: Pulverização dos herbicidas



FOTO 3 – Percolação de água nos vasos



FOTO 4: Avaliação dos resultados

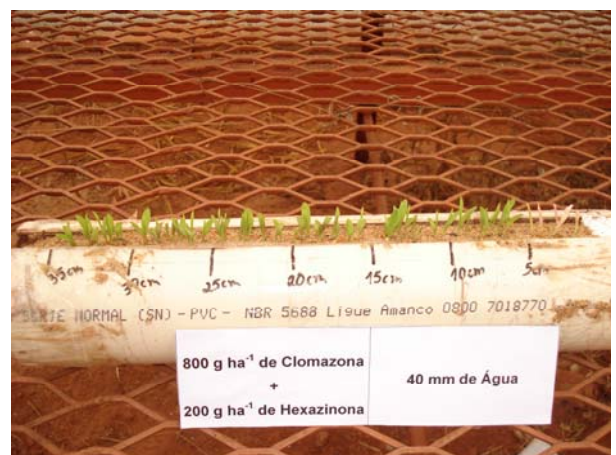


FOTO 5: Resultado do experimento após 40 mm de precipitação



FOTO 6: Resultado do experimento após 160 mm de precipitação