LIXIVIAÇÃO DO HERBICIDA ACETOCOLOR EM SOLO SUBMETIDO À SEMEADURA DIRETA E AO PREPARO CONVENCIONAL

MIGUEL VICENTE WEISS FERRI *

RIBAS ANTONIO VIDAL **

NILSON GILBERTO FLECK **

ELEMAR ANTONINO CASSOL ***

PAULO ALEXSANDRO GOMES ****

Avaliou-se a lixiviação do herbicida Acetoclor (na dose de 3360 g ha⁻¹) em Argissolo Vermelho distrófico típico, submetido à semeadura direta e ao preparo convencional. Adotou-se delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. Nas parcelas principais encontravam-se os tipos de preparo do solo (semeadura direta e convencional), nas subparcelas as épocas de avaliação (1, 7 e 21 dias após aplicação do herbicida) e nas subsubparcelas as profundidades de coleta (1-4, 6-9, 11-14 e 16-19 cm). A lixiviação do herbicida Acetoclor foi avaliada mediante bioensaio, utilizando o trigo como planta indicadora (altura e matéria seca da parte aérea das plantas). Não houve diferença na lixiviação do Acetoclor entre a semeadura direta e o preparo convencional nas avaliações do primeiro ao sétimo dias após a aplicação (DAT). A concentração do herbicida Acetoclor foi maior na profundidade de 16-19 cm em semeadura direta aos 21 DAT, sugerindo maior lixiviação do Acetoclor nesse sistema de preparo de solo no decorrer do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: ACETOCOLOR-ADSORÇÃO; DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA; SOLO-MANEJO; ACETOCOLOR-DISSIPAÇÃO.

* Engenheiro Agrônomo, Doutor, Bolsista Recém-Doutor CNPq, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (e-mail: mvwferri@bol.com.br)

** Engenheiros Agrônomos, Ph.D., Professores, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia da UFRGS (e-mail: ribas.vidal@ufrgs.br/fleck@ufrgs.br)

*** Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia da UFRGS (e-mail: cassolea@ufrgs.br).

**** Estudante da Faculdade de Agronomia da UFRGS, bolsista CNPq (e-mail: gomesrgs@bol.com.br).

1 INTRODUÇÃO

O Acetoclor, herbicida não-iônico, pertencente ao grupo químico das cloroacetamidas é utilizado no Brasil para controle (em pré-emergência) de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas em culturas como milho, soja e cana-de-açúcar. A absorção do Acetoclor ocorre principalmente pelo caulículo das plântulas (RODRIGUES e ALMEIDA, 1995). A lixiviação de herbicidas cloroacetamidas (entre os quais o Acetoclor) independe do pH do solo e pode variar conforme a estrutura, o teor de carbono orgânico, o tipo e o conteúdo de argila, além da cobertura do solo com palha (PETER e WEBER, 1985; KALITA et al., 1997).

A lixiviação constitui um dos principais processos de dissipação dos herbicidas no solo, exercendo influência direta sobre o controle das plantas daninhas, a persistência e o risco de contaminação ambiental. Propriedades intrínsecas dos herbicidas, dos solos e do clima influenciam a lixiviação, sendo mais suscetíveis os herbicidas com elevada solubilidade em água e fraca adsorção ao solo. Tais fatores favorecem o transporte dos compostos com a água que percola o solo (CHAKKA e MUNSTER, 1997; KALITA et al., 1997). A textura, a estrutura, o teor de matéria orgânica e o pH são atributos do solo que influem na lixiviação dos herbicidas. Além disso, dependendo do manejo adotado, a presença de palha em sua superfície também pode afetar a lixiviação desses compostos (KENIMER et al., 1987). A estrutura e a textura influem diretamente na infiltração da água no solo. Para determinado solo, a estabilidade e continuidade do sistema poroso podem favorecer a infiltração de água e, em função disso, a lixiviação de herbicidas. Apesar da cobertura do solo com palha também favorecer a infiltração de água, as moléculas dos herbicidas podem ser adsorvidas e reduzir sua lixiviação (SIGUA et al., 1993; ADDISCOTT e DEXTER, 1994; REDDY et al., 1995).

Estudos anteriores, relativos à lixiviação de herbicidas em solos sob semeadura direta e preparo convencional demonstraram acentuada variação nos resultados. Para GISH et al. (1995) e WEED et al. (1995) a lixiviação de herbicidas foi maior no preparo convencional, enquanto que FERNANICH et al., 1996; WATTS e HALL, 1996, encontraram maior lixiviação na semeadura direta. A variabilidade espacial inerente às condições edafo-climáticas específicas dos locais de estudo tem sido responsabilizada pela discrepância.

Nos solos sob semeadura direta, a manutenção da estabilidade da estrutura (com possibilidade de ocorrência de fluxo preferencial, devido à presença de macroporos), pode favorecer a lixiviação de herbicidas no solo (ISENSEEE et al., 1990), enquanto que a presença de cobertura com palha e o aumento no teor superficial de matéria orgânica, devido ao incremento da adsorção, são considerados como fatores de redução da lixiviação de herbicidas (SCHEUNERT et al., 1992; REDDY et al., 1995). Além disso, a matéria orgânica incrementa a atividade e a biomassa microbiana, o que reduz a persistência dos herbicidas no solo por favorecer sua degradação e/ou transformação biológica. Ambos, adsorção e degradação biológica diminuem a concentração das moléculas dos herbicidas na solução do solo e a intensidade do transporte por lixiviação (LAVY et al., 1996; STEARMAN et al., 1997). Desta maneira, processos de natureza física, química e biológica estão envolvidos na lixiviação dos herbicidas no solo. A forma com que atuam no tempo pode variar entre solos e sistemas de preparo. Normalmente, os estudos comparam a lixiviação dentro de cada sistema de preparo, numa condição edafo-climática específica.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a lixiviação do herbicida Acetoclor em solo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional em diferentes épocas após aplicação desse herbicida no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com o Acetoclor aplicado em solo sob semeadura direta e preparo convencional foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul/RS (região fisiográfica da Depressão Central do Estado). A concentração do herbicida no solo por bioensaio foi determinada no laboratório do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Utilizou-se solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico e adotou-se manejo de semeadura direta (6 anos consecutivos), além do preparo convencional (14 anos consecutivos). Na área de semeadura direta, a vegetação foi controlada com aplicação do herbicida Glifosato a 1080 g ha⁻¹, três dias antes da aplicação dos tratamentos. No momento da implantação do experimento a semeadura direta apresentava 4 t ha⁻¹ de cobertura do solo com palha de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.).

O herbicida Acetoclor, 2-cloro-n-(etoximetil)-n-(2-etil-6-metil-fenil) acetamida, foi avaliado na dose de 1440 g ha⁻¹ de ingrediente ativo. Sua aplicação foi realizada com pulverizador costal pressurizado à pressão de 200 kPa, bicos tipo leque 8002, distanciados em 0,50 m na barra de 1,5 m e volume de calda de 220 L ha⁻¹.

Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos distribuídos em parcelas subsubdivididas. Nas parcelas principais encontrava-se o preparo de solo, ou seja, semeadura direta e preparo convencional. Nas subparcelas, as épocas de avaliação, 1, 7 e 21 dias após a aplicação de Acetoclor (DAT) e nas subsubparcelas as profundidades de coleta, 1-4, 6-9, 11-14 e 16-19 cm. Em cada época foram coletados solos das áreas de semeadura direta e preparo convencional sem herbicida (testemunha) para verificar a lixiviação do herbicida Acetoclor. A percolação de Acetoclor no solo foi incentivada pela irrigação de 20 mm/h de água no primeiro dia e aos 14 e 21 DAT. Além disso, aos 6 DAT ocorreu precipitação pluvial de 22 mm.

A lixiviação de Acetoclor foi determinada mediante bioensaio, utilizando-se o trigo (*Triticum aestivum* L.) como planta indicadora da presença do herbicida no solo. Com exceção da coleta aos 21 DAT, que foi realizada logo após a irrigação, as demais coletas foram efetuadas 24 horas após a ocorrência da irrigação. A lixiviação do Acetoclor foi avaliada pela coleta de colunas de 20 cm de solo, com tubos de PVC de 50 mm de diâmetro, seguida de armazenamento a 5 °C. As colunas foram cortadas longitudinalmente na região terço-superior, permitindo a semeadura das sementes pré-germinadas de trigo no solo presente no interior das mesmas. O desenvolvimento das plantas ocorreu em câmara de crescimento a 20°C, fotoperíodo de 12 horas e umidade controlada. A presença do herbicida Acetoclor lixiviado foi avaliada aos 10 dias da emergência, usando-se a percentagem de redução da altura e matéria seca da parte aérea de plantas em relação à testemunha sem herbicida.

A concentração do herbicida Acetoclor foi determinada comparando-se o crescimento das plantas de trigo no solo coletado a campo (tratado com esse herbicida) com curvas de resposta obtidas pelo crescimento do trigo em solo tratado com Acetoclor nas doses correspondente a 0; 52; 105; 210; 420; 840; 1680 e 3360 g ha⁻¹. Após a aplicação, o solo foi agitado com o objetivo de homogeneizar a distribuição de Acetoclor no mesmo. Em seguida, foram semeadas cinco sementes pré-germinadas de trigo em 250 g de solo tratado com as diferentes doses do herbicida Acetoclor e acondicionadas no interior de potes plásticos. O desenvolvimento das plantas ocorreu em câmara de crescimento nas mesmas condições ambientais do bioensaio.

A densidade, a macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total do solo (nas profundidades de 1-4, 6-9, 11-14 e 16-19 cm), a condutividade hidráulica saturada (nas profundidades de 1-9 e 11-19 cm) no solo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional foram avaliadas conforme metodologias descritas no **Manual de Métodos de Análise de Solo** da EMBRAPA (1979). O carbono orgânico total do solo foi analisado de acordo com TEDESCO et al., 1995.

Na análise estatística foi utilizado software estatístico SANEST (ALVES et al., 1993), sendo consideradas as porcentagens de redução da altura e a produção de matéria seca das plantas indicadoras da presença de Acetoclor em relação à testemunha, para todas as profundidades avaliadas. Esses dados sofreram transformação arco seno $\sqrt{x / 100}$ ao serem submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 mostram diferenças entre o solo sob semeadura direta e preparo convencional para as características físicas e químicas do solo avaliadas. Ocorreu maior densidade e microporosidade na profundidade de 0-5 cm na semeadura direta. Observou-se, também, menor densidade do solo na profundidade de 15-20 cm nesse sistema de preparo. A porosidade total e a macroporosidade foram maiores no preparo convencional na profundidade de 0-5 cm e na semeadura direta a 15-20 cm. A condutividade hidráulica saturada mostrou-se maior na profundidade de 0-10 cm no preparo convencional e de 10-20 cm na semeadura direta (Tabela 1). O preparo convencional do solo, que elevou a porosidade total e a macroporosidade na profundidade de 0-5 cm, pode ter favorecido a condutividade hidráulica saturada na profundidade de 0-10 cm. A ausência de preparo do solo e a conseqüente manutenção da estabilidade da estrutura, aliada com menor densidade do solo na profundidade de 15-20 cm, podem ter favorecido a condutividade hidráulica saturada a 10-20 cm na semeadura direta.

A semeadura direta apresentou maior teor de carbono orgânico total na profundidade de 0-10 cm, quando comparada ao preparo convencional. A presença de resíduos vegetais na superfície do solo contribuiu para elevar o teor superficial de carbono orgânico total na semeadura direta. Estudos envolvendo o efeito do preparo do solo sobre as características físicas e químicas, em diferentes profundidades, demonstraram que a semeadura direta normalmente promove aumento na densidade e no teor de carbono orgânico nas camadas superficiais do solo. Já o preparo convencional do solo promove aumento na macroporosidade e na redução da densidade do mesmo (BLEWIS et al., 1983; DICK, 1983; SHIPITALO et al., 2000).

Para a variável altura de plantas de trigo ocorreu interação entre o preparo de solo, a época de coleta e a profundidade do solo (Tabela 2). Comparada ao preparo convencional, ao primeiro DAT, a semeadura direta apresentou menor redução na altura de plantas na profundidade de 1 a 9 cm. Supõe-se que a presença da palha na superfície do solo pode ter adsorvido o herbicida Acetoclor e contribuído para a manifestação desse resultado. A palha e/ou resíduos de sua decomposição podem adsorver herbicidas e reduzir sua lixiviação, segundo ADDISCOTT e DEXTER (1994) e REDDY et al. (1995), o que poderia explicar tal resultado. Também não se observou, ao primeiro DAT, diferença de altura de plantas nas profundidades superiores a 11 cm (Tabela 2), sugerindo que a lixiviação do herbicida Acetoclor apresentou com igual intensidade em ambos os sistemas de manejo estudados. Normalmente, acentuada lixiviação de herbicidas ocorre quando a precipitação pluvial acontece logo após a aplicação desses compostos no solo (EDWARDS et al., 1992). Desta forma, a irrigação de 20 mm h⁻¹ realizada 24 horas após a aplicação de Acetoclor contribuiu para o observado neste trabalho. Tal resultado assume importância quando se comparam sistemas de manejos de solos. Dependendo da época em que ocorre a irrigação, a água que percola o solo pode suplantar a influência das características químicas e físicas sobre a lixiviação de herbicidas.

Aos 7 DAT, a redução na altura de plantas de trigo variou entre as formas de preparo, somente na profundidade de 1 a 4 cm (Tabela 2). Novamente, a presença da palha na semeadura direta pode ter contribuído para a manifestação desse resultado. Aliada à presença da palha, a adsorção ao solo e/ou degradação biológica do herbicida Acetoclor também podem ter concorrido para tal resultado. O maior teor superficial de carbono orgânico total (Tabela 1) suporta essa hipótese, pois seu incremento no solo favorece a adsorção e normalmente reduz a lixiviação de herbicidas. Ao entrar em contato com o solo, as moléculas dos herbicidas estão sujeitas a processos de retenção, transferência ou transformação que determinam sua atividade biológica e persistência no mesmo (LAVY et al., 1996; STEARMAN et al., 1997). Desta forma, supõe-se que o observado aos 7 DAT decorra da interação entre lixiviação, degradação biológica e adsorção do herbicida Acetoclor ao solo e à palha.

TABELA 1 - DENSIDADE, MACRO, MICRO E POROSIDADE TOTAL, CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL, EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE COLETA EM SOLO SOB SEMEADURA DIRETA E PREPARO CONVENCIONAL

Profundidade do solo (cm)	Densidade do solo (g cm ⁻³)	Macroporosidade (m ³ m ⁻³)	Microporosidade (m ³ m ⁻³)	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	Condutividade hidráulica saturada (cm h ⁻¹)	Carbono orgânico total (mg g ⁻¹)						
Sistemas de preparo de solo												
	SD	PC	SD	PC	SD	PC	SD	PC				
0 - 5	1,64 ^{Ca}	1,34 ^{Db}	0,19 ^{Ab}	0,28 ^{Aa}	0,17 ^B ^{Ca}	0,14 ^{Db}	0,36 ^{ABb}	0,42 ^{Aa}	15,1 ^{Aa}	12,8 ^{Ab}		
5 - 10	1,66 ^{BCa}	1,59 ^{Ca}	0,22 ^{Aa}	0,20 ^{Ba}	0,16 ^{Ca}	0,16 ^{Ca}	0,38 ^{Aa}	0,36 ^{Ba}	15,8 ^{Ab}	11,8 ^{Ba}	24,1 ^{Aa}	10,4 ^{Bb}
10 - 15	1,72 ^{ABa}	1,71 ^{Ba}	0,18 ^{Ba}	0,18 ^{Ca}	0,18 ^{Aa}	0,17 ^{Ba}	0,36 ^{Ba}	0,35 ^{Ba}	8,8 ^{Cb}	12,2 ^{Ba}		
15 - 20	1,76 ^{Ab}	1,82 ^{Aa}	0,16 ^{Ca}	0,13 ^{Db}	0,18 ^{ABa}	0,18 ^{Aa}	0,34 ^{Ca}	0,31 ^{Cb}	11,1 ^{Ba}	5,1 ^{Bb}	8,5 ^{Ca}	8,6 ^{Ca}
CV (%)	1,9	5,0	2,1	2,5	18,0	4,3						

SD = semeadura direta.

PC = preparo convencional.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem pelo teste Tukey (P > 0,05).

Condutividade hidráulica saturada (0-10 e 10-20 cm de profundidade do solo).

CV = Coeficiente de variação.

TABELA 2 - REDUÇÃO DE ALTURA DE PLANTAS DE TRIGO (%) PELO ACETOCLOL EM FUNÇÃO DO PREPARO, ÉPOCA DE AVALIAÇÃO E PROFUNDIDADE DE COLETA DE SOLO

	Semeadura direta			Preparo convencional		
	-----Época de avaliação-----					
Profundidade coleta (cm)	1 DAT	7 DAT	21 DAT	1 DAT	7 DAT	21 DAT
1 - 4	t 55 ^{Aa}	r 23 ^{Ab}	f 0,0 ^{Cc}	T 80 ^{Aa}	R 35 ^{Ab}	F 26 ^{Ab}
6 - 9	t 28 ^{Ba}	r 29 ^{Aa}	f 7 ^{BCb}	T 41 ^{Ba}	r 20 ^{Bb}	f 8 ^{Bc}
11 - 14	t 14 ^{Cb}	r 28 ^{Aa}	f 13 ^{Bb}	t 12 ^{Cab}	r 23 ^{Ba}	f 7 ^{Bb}
16 - 19	t 10 ^{Cb}	r 22 ^{Aa}	F 26 ^{Aa}	t 7 ^{Cb}	r 17 ^{Ba}	f 5 ^{Bb}
CV (%) - Sistema de preparo do solo				4,9		
CV (%) - Época de avaliação				13,5		
CV (%) - Profundidade de coleta				17,6		

DAT = Dias após aplicação de Acetoclor.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey (P > 0,05).

Médias antecedidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey (P > 0,05).

CV = Coeficiente de variação.

A redução na altura de plantas, aos 21 dias DAT, foi mais acentuada no preparo convencional na profundidade de 1-4 cm e na semeadura direta a 16-19 cm (Tabela 2). Da mesma forma que o observado aos 7 DAT, o resultado na semeadura direta (profundidade de 1-4 cm) também pode ser devido à ação conjunta da adsorção ao solo e à palha, lixiviação e degradação biológica. Além disso, a maior redução na altura de plantas na semeadura direta (16-19 cm) sugere incremento da lixiviação do herbicida Acetoclor com o decorrer do tempo. A manutenção da estabilidade da estrutura, com possível ocorrência de fluxo preferencial devido à presença de macroporos podem incrementar a lixiviação de herbicidas no solo (ISENSEE et al., 1990; HALL e MUMMA, 1994). Maior condutividade hidráulica saturada, observada na semeadura direta na profundidade do solo de 11 a 19 cm (Tabela 1), pode ter favorecido a lixiviação do herbicida Acetoclor e explicar tal resultado. A condutividade hidráulica saturada pode ser considerada como parâmetro indicativo do tamanho, da estabilidade e da continuidade do sistema poroso do solo e assim determinar as taxas de infiltração e o fluxo de água no mesmo (BLEWINS et al., 1993; CRAWFORD, 1994).

Para a variável matéria seca da parte aérea ocorreu interação entre o preparo de solo e a profundidade de coleta (Tabela 3). Comparada ao preparo convencional, a semeadura direta proporcionou menor redução na matéria seca na profundidade de 0 a 4 cm e maior entre 16 a 19 cm. A menor redução na produção de matéria seca, na profundidade de 0 a 4 cm, pode ser relativa à presença da palha na superfície do solo, ao incremento da adsorção ao solo e à palha, bem como à degradação biológica do Acetoclor. Já o resultado obtido na profundidade de 16 a 19 cm pode estar relacionado com a maior lixiviação do herbicida. Tal resultado sugere maior lixiviação do herbicida Acetoclor na semeadura direta, quando comparada ao preparo convencional.

Ocorreu, também, interação entre a época de avaliação e a profundidade de coleta do solo para a variável matéria seca da parte aérea (Tabela 4), indicando que a intensidade da lixiviação do herbicida

pode ter variado no decorrer do tempo. Em geral, a redução da altura de plantas diminui no tempo (principalmente na superfície do solo) sugerindo efeito da degradação e/ou transformação biológica como fator de dissipação do herbicida Acetoclor no solo. Aos 21 DAT observou-se maior concentração do Acetoclor na profundidade de 16-19 cm e na semeadura direta, indicando maior lixiviação do herbicida nesse sistema de manejo de solos.

TABELA 3 - REDUÇÃO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE TRIGO (%) PELO ACETOCLOL EM FUNÇÃO DO PREPARO E PROFUNDIDADE DE COLETA DE SOLO

Profundidade de coleta (cm)	-----Preparo do solo-----	
	Semeadura direta	Preparo convencional
1 – 4	14 ^{Ab}	41 ^{Aa}
6 – 9	20 ^{Aa}	25 ^{ABa}
11 – 14	23 ^{Aa}	12 ^{BCa}
16 – 19	26 ^{Aa}	8 ^{Cb}
CV (%) Preparo do solo	10,8	
CV (%) Profundidade de coleta	30,8	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey (P > 0,05).
CV = Coeficiente de variação.

TABELA 4 - REDUÇÃO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (%) EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE AVALIAÇÃO APÓS APLICAÇÃO DO HERBICIDA ACETOCLOL E PROFUNDIDADE DE COLETA DE SOLO

Profundidade de coleta (cm)	-----Época de avaliação-----		
	1 DAT	7 DAT	21 DAT
1 – 4	55 ^{Aa}	24 ^{ABb}	8 ^{ABc}
6 – 9	31 ^{Ba}	43 ^{Aa}	3 ^{Bb}
11 - 14	17 ^{Bb}	42 ^{Aa}	3 ^{Bc}
16 - 19	15 ^{Ba}	17 ^{Ba}	16 ^{Aa}
CV (%) Época de avaliação	9,9		
CV (%) Profundidade de coleta	30,8		

DAT = dias após aplicação do Acetoclor.
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey (P>0,05).
CV = Coeficiente de variação.

A curva de calibração de Acetoclor não indicou diferença de atividade desse herbicida entre o solo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional. A curva de calibração é composta por

três segmentos lineares, sendo verificado maior efeito herbicida do Acetoclor nas doses compreendidas entre 0 e 210 g ha⁻¹ de ingrediente ativo (Figura 1). Utilizando-se a curva de calibração e a porcentagem de redução de altura de plantas nas diferentes épocas de avaliação (Tabela 2) determinou-se a biodisponibilidade de herbicida Acetoclor no solo sob semeadura direta e preparo convencional (Tabela 5).

Conforme discutido para as variáveis altura e matéria seca da parte aérea das plantas, independente do sistema de preparo, a presença do herbicida Acetoclor variou nas diferentes profundidades do solo avaliadas durante o tempo. Supõe-se que tais variações na profundidade de 0-10 cm decorram da interação de processos de retenção, transferência ou transformação das moléculas de herbicidas no solo, tais como adsorção ao solo e à palha, lixiviação e degradação e/ou transformação biológica.

TABELA 5 - PRESENÇA DO HERBICIDA ACETOCLOR NO SOLO EM FUNÇÃO DO PREPARO, ÉPOCA DE AVALIAÇÃO E PROFUNDIDADE DE COLETA

Profundidade	Semeadura direta			Preparo convencional		
	-----Época de avaliação-----					
	1 DAT	7 DAT	21 DAT	1 DAT	7 DAT	21 DAT
	-----Acetoclor (g ha ⁻¹)-----					
1 - 4 cm	149±20*	62±15	0,0	591±10	96±25	72±19
6 - 9 cm	78±29	80±4	19±6	112±19	56±20	22±9
11 - 14 cm	37±13	79±3	35±5	35±12	62±7	19±6
16 - 19 cm	28±7	61±11	72±10	18±2	46±6	14±2

DAT = Dias após aplicação do herbicida Acetoclor.

* Intervalo de confiança a 5% pelo teste t.

FIGURA 1 - PERCENTAGEM DE REDUÇÃO DA ALTURA DA PLANTAS DE TRIGO EM FUNÇÃO DE DOSES DO HERBICIDA ACETOCLOR - PORTO ALEGRE, RS

* Significativo a 5% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

Não foi verificada diferença na lixiviação do Acetochlor entre a semeadura direta e o preparo convencional nas avaliações realizadas do primeiro aos 7 DAT. Excluindo-se os efeitos da época de avaliação, a lixiviação desse herbicida foi maior na semeadura direta. A concentração de Acetochlor na superfície do solo (1-4 cm) foi menor na semeadura direta, indicando que (além da lixiviação) a adsorção ao solo e à palha e a degradação biológica podem ter favorecido a dissipação do herbicida nesse sistema de manejo do solo. Esse resultado decorre do incremento no teor superficial de carbono orgânico total, da presença da palha na superfície do solo e da maior condutividade hidráulica saturada na profundidade de 10-20 cm, observada na semeadura direta.

ABSTRACT

LEACHING OF ACETOCHLOR HERBICIDE IN SOIL SUBMITTED TO DIRECT TILLAGE AND CONVENTIONAL PREPARATION

The Acetochlor herbicide leaching (in dose of 3360 g ha⁻¹) in a Typical Paleudult soil submitted to direct tillage and to conventional preparation was evaluated. The experimental design of casualized blocks with three replications was adopted. In the main portions the soil preparation types were found (direct and conventional tillage), in the sub-portions the evaluation periods (1, 7 and 21 days after herbicide application), and in the sub-portions the samplings depth (1-4, 6-9, 11-14 and 16-19 cm). The Acetochlor leaching was evaluated through a bioassay by utilizing wheat as indicator plant (height and dry-matter of plant aerial parts). It wasn't found difference in Acetochlor leaching between direct tillage and conventional preparation in the evaluations of the first to the seventh days after application (DAA). The Acetochlor concentration was higher in the depth of 16-19 cm in direct tillage in 21DAA, suggesting greatest leaching of Acetochlor in this system of soil preparation with the elapse of time.

KEY-WORDS: ACETOCHLOR-ADSORPTION; BIOLOGICAL DEGRADATION; SOIL MANAGEMENT; ACETOCHLOR-DISSIPATION.

REFERÊNCIAS

- 1 ADDISCOTT, T.M.; DEXTER, A.R. Tillage and crop residue management effects on losses of chemicals from soils. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 125-168, 1994.
- 2 ALVES, M.I.F.; MACHADO, A.A.; ZONTA, E. P. Tópicos especiais de estatística experimental utilizando o SANEST (Sistema de análise estatística para microcomputadores). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 5., e REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 38., , Porto Alegre-RS, 1993. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS - Instituto de Matemática, 1993. 110 p.
- 3 BLEWINS, R.L.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W.; FRYE, W.W. Influence of conservation tillage on soil properties. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 38, n. 1, p. 301-305, 1983.
- 4 DICK, W.A. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 47, n. 1, p. 102-107, 1983.
- 5 CHAKKA, K.B., MUNSTER, C.L. Atrazine and nitrate transport to the brazos river floodplain aquifer. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 40, n. 3, p. 615-621, 1997.
- 6 CRAWFORD, J.W. The relationship between structure and the hydraulic conductivity of soil. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 493-502, 1994.
- 7 EDWARDS, W.M.; SHIPITALO, M.J.; DICK, W.A.; OWENS, L.B. Rainfall intensity affects transport of water and chemicals through macropores in no-till soil. **Journal of Soil Science Society of American**, Madison, v. 56, n. 1, p. 52-58, 1992.
- 8 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- 9 FERMANICH, K.J.; BLAND, W.L.; LOWERY, B.; MCSWEENEY, K. Irrigation and tillage effects on atrazine and metabolite leaching from a sandy soil. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 25, n. 5, p.1291-1299, 1996.
- 10 HALL, J.K.; MUMMA, R.O. Dicamba mobility in conventionally tilled and non-tilled soil. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 3-17, 1994.

- 11 GISH, T.J.; SHIRMOHAMMADI, A.; VYRAVIPILLAI, R.; WIENHOLD, B.J. Herbicide leaching under tilled and no-tilled fields. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 59, n. 2, p. 895-901, 1995.
- 12 ISENSEE, A.R.; NASH, R.G.; HELLING, C.S. Effects of conventional vs. no-tillage on pesticides leaching to shallow groundwater. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 19, n. 2, p. 434-440, 1990.
- 13 KALITA, P.K.; KANWAR, R.S.; BAKER, J.L.; MELVIN, S.W. Groundwater residues of atrazine and alachlor under water-table management practices. **Transaction of the ASAE**, Saint Joseph, v. 40, n. 3, p. 605-614, 1997.
- 14 KENIMER, A.L.; MOSTAGHINI, S.; YONG, R.W.; DILLAHA, T.A.; SCHONHOLTZ, V.O. Effects of residue cover on herbicide losses from conventional and no-tillage systems. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 30, p. 953-959, 1987.
- 15 LAVY, T.L.; MATTICE, J.D.; MASSEY, J.H.; SKULMAN, S.A.; GBUR, E.E.; BARRETT, M.R. Long-term in situ leaching and degradation of six herbicides aged in subsoils. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 25, n. 5, p. 1268-1279, 1996.
- 16 PETER, C.J.; WEBER, B.J. Adsorption, mobility and efficacy of alachlor and Acetochlor as influenced by soil properties. **Weed Science**, Champaign, v. 33, n. 3, p. 874-881, 1985.
- 17 REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M.; LOCKE, M.A. Chlorimuron adsorption, desorption, and degradation in soils from conventional tillage and no-tillage systems. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 24, p. 760-767, 1995.
- 18 RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de Herbicidas**. 3.ed. Londrina, 1995. 675 p.
- 19 SCHEUNERT, I.; MANSOUR, M.; ANDREUX, F. Binding of organic pollutants to soil organic matter. **International Journal Environmental Analytic Chemistry**, v. 46, n. 1, p. 189-199, 1992.
- 20 SHIPITALO, M.J.; DICK, W.A.; EDWARDS, W.M. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 3-4, p. 167-183, 2000.
- 21 SIGUA, G.C.; ISENSEE, A.R.; SADEGHI, A.M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. **Soil Science**, Madison, v. 156, p. 225-232, 1993.
- 22 STEARMAN, G.K.; WELLS, J.M. Leaching and runoff of simazine, 2,4-D, and bromide from nursery plots. **Journal Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 52, n. 1, p. 137-144, 1997.
- 23 TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1995. 173 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- 24 WATTS, D.W.; HALL, J.K. Tillage and application effects on herbicides leaching and runoff. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 241-257, 1996.
- 25 WEED, D.A.J.; KANWAR, R.S.; STOLTENBERG, D.E.; PFEIFFER, R.L. Dissipation and distribution of herbicides in the soil profile. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 24, n. 1, p. 68-79, 1995.