

# INFLUÊNCIA DA COBERTURA MORTA NO COMPORTAMENTO DOS HERBICIDAS IMAZAQUIN E CLOMAZONE<sup>1</sup>

BENEDITO N. RODRIGUES<sup>2</sup>

## RESUMO

Experimentos de campo e bioensaios em casa-de-vegetação foram realizados para se estudar a influência da cobertura morta de trigo (*Triticum aestivum* L.) no comportamento dos herbicidas imazaquin {ácido 2-[4,5 dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-3-quinolinacarboxílico} e clomazone {2-[(2-clorofenil)metil]-4,4-dimetil-3-isoxazolínidona}, aplicados em pré-emergência na

cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], no sistema de plantio direto. O clomazone mostrou evidências de ter sido interceptado pela cobertura morta. A presença da cobertura morta não influenciou na retenção do imazaquin, sendo este lixiviado da palha para o solo com as chuvas que ocorreram após a aplicação.

**Palavras-chave:** plantio direto, soja, *Glycine max*.

## ABSTRACT

### The influence of straw mulch on the behaviour of the residual herbicides imazaquin and clomazone

Field experiments and glasshouse bioassays were conducted to determine the influence of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) straw mulch on the behaviour of the herbicides imazaquin {2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-3-quinolinecarboxylic acid} and clomazone {2-[(2-chlorophenyl)methyl]-4,4-dimethyl-3-

isoxazolidinone}, which had been applied to pre-emergence soybean (*Glycine max*) in a no-till system. There was evidence that clomazone had been intercepted by the straw whilst imazaquin was leached into the soil by rain.

**Additional index words:** no-till, soybean, *Glycine max*.

## INTRODUÇÃO

A cobertura morta, constituída por resíduos vegetais, desempenha importante papel no sucesso dos diversos sistemas agrícolas: serve como camada isolante, protegendo o solo das amplitudes térmicas diurnas, reduzindo a evaporação, mantendo o solo úmido mesmo durante longo período de estiagem, enriquecendo-o em matéria orgânica e proporcionando ambiente favorável ao desenvolvimento das populações de invertebrados. Além dessas vantagens, a cobertura morta pode funcionar ainda como um valioso elemento no

controle das plantas daninhas, pois um terreno com cobertura uniforme e espessa de resíduos, apresenta infestação bastante inferior àquela que se desenvolveria se o mesmo fosse descoberto (Almeida, 1981).

As coberturas mortas, no entanto, diferem muito entre si quanto ao tempo que levam para se decompor e, também, quanto à capacidade de liberarem substâncias alelopáticas capazes de inibir a germinação das sementes de algumas espécies de plantas daninhas presentes no solo. Almeida (1988), utilizando diversas coberturas mortas, verificou que os resíduos da aveia são, depois do nabo-forageiro, os que se decompõem mais rapidamente. Porém, dada a maior massa inicial produzida mantêm, por mais tempo, maior quantidade de cobertura morta sobre o terreno. Daí, a sua superior capacidade de controlar as infestantes. Diante disso, esse mesmo autor cita também que, se algumas culturas de

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 31/03/93 e na forma revisada em 21/09/93.  
<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, PhD, Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná, TAPAR, Caixa Postal 1331, CEP 86010-970, Londrina, PR.

verão como soja, feijão e milho forem semeadas no sistema de plantio direto sobre coberturas mortas densas, de lenta decomposição e com ação alelopática; poderia haver a possibilidade de se reduzir ou até mesmo dispensar o uso de herbicidas.

Sabe-se, porém, que os mesmos herbicidas pré-emergentes recomendados no plantio convencional, em solo bem preparado, livre de torrões e restos vegetais, são utilizados também numa situação onde há grande quantidade de restos de culturas, ou seja, de coberturas mortas (Almeida & Rodrigues, 1988). Nessas condições, numa segunda hipótese, nem sempre a concentração inicialmente aplicada atingiria o solo, podendo ficar retida boa parte desses produtos na palha que cobre o terreno. Por esse motivo, alguns agricultores costumam aumentar as doses dos herbicidas pré-emergentes em plantio direto, exatamente para compensar possíveis perdas desses produtos, os quais ficariam adsorvidos à palha, não conseguindo atingir o solo.

Esse fato tem chamado a atenção de diversos pesquisadores. Estudos realizados por Pastana (1972) nos EUA mostraram que quando atrazine foi aplicado em solo com cobertura morta de aveia, o peso da matéria seca das plantas daninhas que ali se desenvolveram foi maior que em solo sem cobertura morta, sugerindo que parte do produto ficou retida na palha. A redução do peso da matéria seca das infestantes, em solo com cobertura, foi conseguida com o aumento da dose do produto. Bauman (1977) verificou que, em aplicações de atrazine sobre restos de centeio, 30% a menos do produto atingiu o terreno do que quando pulverizado diretamente em terra nua.

A origem e a quantidade da cobertura morta podem influir na capacidade de um herbicida residual em atingir o solo no sistema de plantio direto. Lowder & Weber (1979) citam que a retenção do atrazine pelos restos vegetais de milho e aveia pode explicar, em parte, a necessidade de se utilizar doses mais altas do herbicida sobre essas coberturas mortas do que em plantio convencional; citam também que mais atrazine foi removida por chuva dos restos vegetais de aveia do que de milho. Banks & Robinson (1982) verificaram que, com o aumento da quantidade de cobertura morta de trigo, há uma correspondente redução na quantidade de metribuzin que consegue atingir o solo no sistema de plantio direto de soja.

Outros fatores citados por alguns autores, que exercem grande influência na retenção dos herbicidas pela palha, são a quantidade e a época das chuvas que ocorrem após a aplicação. Banks & Robinson (1986) obtiveram um aumento na quantidade de metolachlor, alachlor e acetochlor na superfície do solo, sob a cobertura morta de trigo, coin o aumento na quantidade de água de irrigação. Lowder & Weber (1979) verificaram que, quando 100 mm de água são aplicados imediatamente após a aplicação do atrazine, 87% do herbicida é removido da cobertura morta, mas, se forem aplicados ao 7º dia, são removidos 77% do produto.

Alguns autores, no entanto, citam que a solubilidade em água é a principal característica que confere maior ou menor capacidade de um herbicida em atingir o solo no sistema de plantio direto. Comparando os herbicidas metolachlor e alachlor, Streck & Weber (1982) verificaram que o primeiro foi menos interceptado pela cobertura morta de

trigo, possivelmente por ser mais solúvel que o segundo; sendo solúveis em água, quando da primeira chuva após a aplicação, são lavados da palha para o solo (Almeida, 1992).

Outra característica que pode exercer essa influência é a volatilidade. O clomazone, por exemplo, sendo relativamente volátil (Almeida & Rodrigues, 1988), poderia ter sua volatilidade ainda mais acentuada quando aplicado sobre cobertura morta do que em solo nu (Thelan *et al.*, 1986), reduzindo em mais de 40% a quantidade do produto que atinge o solo no sistema de plantio direto (Mills *et al.*, 1989).

Dentro dessa linha de pesquisa, delineou-se o presente trabalho, cujo objetivo foi estudar o comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone quando aplicados sobre cobertura morta de trigo, no sistema de plantio direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento foi realizado com o herbicida imazaquin (Scepter, 150 g/l), cuja solubilidade em água a 25°C é de 60 ppm e a pressão de vapor a 45°C é de  $2.10^{-8}$  mm Hg (Almeida & Rodrigues, 1988). O experimento foi instalado no Centro Experimental do IAPAR em Londrina, PR, local que possui as seguintes características: clima Cfa da escala de Koeppen, solo tipo Latossolo-Roxo distrófico, com horizonte A moderado, de textura argilosa (81% de argila, 8% de silte e 11% de areia), fase floresta tropical perenifólia e relevo suave ondulado (LRd<sub>1</sub>). A análise desse solo revelou os seguintes dados: C = 1,77%; P = 9,3 ppm; Al<sup>+3</sup> = 0,12; Ca<sup>+2</sup> = 3,25; Mg<sup>+2</sup> = 1,77; K<sup>+</sup> = 0,40 (m.e./100 g de solo) e pH = 4,9. A cultura de inverno utilizada foi o trigo, colhido com colheitadeira automotriz, equipada com picador de palha, semeando-se a soja, como cultura de verão, no sistema de plantio direto.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, coin parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes quantidades de cobertura morta: 0, com hastes, 750, 1500, 3000 e 6000 kg/ha de matéria seca. Os subtratamentos foram constituídos pelas doses do herbicida imazaquin, aplicado a 0, 0,075, 0,1125 e 0,15 kg/ha, correspondendo respectivamente às doses zero, 50% N, 75% N e 100% N (onde N = dose normal). Na quantidade "zero" de palha, esta foi rastelada e as hastes remanescentes de trigo foram cortadas e retiradas da parcela, deixando o solo totalmente descoberto. No tratamento "com hastes", a palha foi rastelada e retirada da parcela, mas as hastes de trigo não foram cortadas. Nos demais tratamentos todas as parcelas foram rasteladas, a palha foi pesada e redistribuída manualmente.

As subparcelas tiveram as dimensões de 3 x 6 = 18 m<sup>2</sup>. Lateralmente a cada subparcela foram deixadas duas entrelinhas de soja não tratadas, que foram utilizadas como termo de comparação nas avaliações visuais. Cada subparcela foi constituída por seis linhas espaçadas de 0,5 m. Nas cabeceiras das parcelas foram deixados arruamentos de 1,0 m de largura para trânsito dentro do ensaio. A área útil de cada subparcela foi de 2 x 5 = 10 m<sup>2</sup>. A cabeceira da subparcela (3 x 1 = 3 m<sup>2</sup>) foi utilizada apenas para amostragem de solo para bioensaio.

A cultivar de soja utilizada foi a "Paranagoiana", semeada mecanicamente com semeadeira de plantio direto "Jumil 2200 PD" de 5 linhas, densidade de 20 sementes/metro linear, espaçamento de 0,5 m, profundidade de 0,05 m, aplicando-se no sulco de semeadura 300 kg/ha de adubo fórmula 00-30-10. O herbicida imazaquin foi aplicado em pré-emergência, imediatamente após a semeadura da soja, com pulverizador de pressão constante (CO<sub>2</sub>), munido com barra de 6 bicos Teejet Flat Spray 80.02, distanciados 0,5 m entre si (3 m de alcance), vazão de 200 l/ha. As condições climáticas quando da aplicação do produto encontram-se na Tabela 1.

Foram realizadas avaliações visuais de cobertura do solo pelas plantas daninhas no subtratamento sem herbicida, e de fitotoxicidade à cultura e controle de plantas daninhas nos demais subtratamentos. Considerou-se o valor 30 como o máximo de fitotoxicidade na cultura e o valor 70 como o mínimo de controle de plantas daninhas aceitável na prática. As principais espécies infestantes deste experimento foram capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch) e trigo (*Triticum aestivum* L.) este, na forma de tigueria, ocorrendo ainda, mais tarde, o picão-preto (*Bidens pilosa* L.)

O experimento foi levado à produção, tendo-se também calculado o peso da biomassa fresca das plantas daninhas. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No dia 3 de janeiro de 1987, com o solo retirado das subparcelas através de trado manual, na profundidade de zero a 0,05 m, realizou-se um bioensaio em casa de vegetação, utilizando-se milho (*Zea mays* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) como plantas-testes.

Um segundo experimento foi realizado com o herbicida clomazone (Gamit, 500 g/l), cuja solubilidade em água a 20-27°C é de 1100 ppm e a pressão de vapor a 25°C é de 1,44.10 mm Hg (Almeida & Rodrigues, 1988). O experimento foi instalado no Centro Experimental do IAPAR em

Londrina, PR, em local com as mesmas características do 1º experimento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes quantidades de cobertura morta: 0, 375, 750, 1500, 3000 e 6000 kg/ha de matéria seca. Os subtratamentos foram constituídos pelas doses do herbicida clomazone, aplicado a 0, 0,5, 0,75 e 1,0 kg/ha, correspondendo respectivamente às doses zero, 50% N, 75% N e 100% N (onde N= dose normal). A metodologia adotada na distribuição da palha e as dimensões das parcelas e subparcelas foram idênticas àquelas do 1º experimento.

A cultivar de soja utilizada foi a "Paraná", semeada mecanicamente com semeadeira de plantio direto "Lavrale", densidade de 35 sementes/metro linear, espaçamento de 0,5 m, profundidade de 0,05 m, aplicando-se no sulco de semeadura 300 kg/ha de adubo fórmula 04-30-10. O herbicida clomazone foi aplicado em pré-emergência, imediatamente após a semeadura da soja, com o mesmo equipamento utilizado no 1º experimento. As condições climáticas quando da aplicação do produto encontram-se na Tabela 2.

Foram realizadas avaliações visuais de cobertura do solo pelas plantas daninhas no subtratamento sem herbicida, e de fitotoxicidade à cultura e controle de plantas daninhas nos demais subtratamentos, considerando-se o mesmo critério utilizado no 1º experimento. As principais espécies infestantes deste experimento foram capim-marmelada e picão-preto.

Este segundo experimento foi levado à produção, sendo os dados submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No dia 11 de dezembro de 1987, com o solo retirado das subparcelas através de trado manual, na profundidade de zero a 0,05 m, realizou-se um bioensaio em casa-de-vegetação, utilizando-se alface, milho e trigo como plantas testes. Os dados do bioensaio também foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1. Condições climáticas quando da aplicação do imazaquin (1º experimento).

Data de aplicação	Temperatura (°C)			U. R. ar (%)	Chuva (mm) <sup>1</sup>			Estado do tempo	Vento
	Mín.	Méd.	Máx.		-7 dias	0	+7 dias		
02/10/86	13,8	22,0	30,4	51,6	17,6	0	0	claro	E

<sup>1</sup> A primeira chuva após a aplicação ocorreu dia 10/10/86; no dia 11/10/86 foram aplicados 15,0 mm de água por aspersão.

TABELA 2. Condições climáticas quando da aplicação do clomazone (2º experimento).

Data de aplicação	Temperatura (°C)			U. R. ar (%)	Chuva (mm) <sup>1</sup>			Estado do tempo	Vento
	Mín.	Méd.	Máx.		-7 dias	0	+7 dias		
27/11/87	17,0	24,0	31,4	51,1	27,0	0	42,1	nublado	W

<sup>1</sup> Foram aplicados 22 mm de água por aspersão imediatamente após a aplicação do clomazone, ao final da tarde. Este valor não está computado nos 42,1 mm até sete dias depois.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1º experimento

Verificou-se que o imazaquin não provocou fitotoxicidade à soja. Quanto ao controle do picão-preto (Tabela 3), aos 36 dias após a aplicação, observou-se que, em todos os tratamentos, independentemente da dose do imazaquin, o controle foi satisfatório (acima do nível 70). Aos 64 dias, no entanto, já se podia observar um controle insuficiente na dose menor (0,075 kg/ha i.a.), pois nova infestação estava ocorrendo. Notou-se também, a essa altura, que no tratamento com quantidade "zero" de cobertura morta, mesmo à dose maior (0,15 kg/ha i.a.), o controle foi insuficiente, o que não ocorreu nos outros tratamentos com essa dose.

A Tabela 1 mostra que não ocorreram chuvas nem se fez irrigação até 7 dias após a aplicação do imazaquin. No entanto, a precipitação ocorrida ao 8º dia (9,7 mm) e a irrigação efetuada ao 9º dia (15,0 mm), além das irrigações subsequentes, foram suficientes para arrastar o produto da palha para o solo. Este fato pode justificar o ocorrido no controle efetuado pelo produto nas três espécies citadas. Portanto, pelos dados apresentados, presume-se que a quantidade de palha não exerceu influência na atuação do

imazaquin, fato também observado com atrazine por Erbach & Lovely (1975) e com metolachlor, por Streck & Weber (1982).

A Tabela 4 mostra os valores da produção da soja nesse experimento. Observa-se que houve aumento da produção, com o aumento das doses do tratamento. No entanto, não houve diferenças significativas de produção dentro de cada tratamento, quando se comparam as doses 0,075, 0,1125 e 0,15 kg/ha, sem diferença estatística entre si. Isso demonstra que, nas condições em que o experimento foi conduzido, poder-se-ia utilizar doses menores do produto, sem reflexo na produção.

No bioensaio realizado em casa de vegetação, onde foram utilizados milho e alface como plantas-testes, observou-se aos 10 dias após a instalação do mesmo que o produto não provocou fitotoxicidade no milho (Tabela 5). No entanto, nítidos sintomas de encarquilhamento e necrose das folhas foram observados no alface, independentemente do tratamento de onde o solo foi retirado. Isso demonstra que o produto manteve ainda sua residualidade nos primeiros 0,05 m do solo a ponto de afetar uma cultura sensível como o alface, tendo sido passados, a essa altura, 93 dias entre a aplicação no campo e a instalação do bioensaio. Estes dados também confirmam a hipótese de que o imazaquin não teria ficado retido de forma significativa na cobertura morta.

**TABELA 3. Porcentagem de controle de *Bidens pilosa* com diferentes doses de imazaquin, em diferentes quantidades de cobertura morta.**

Cobertura morta (kg/ha)	36 DDA <sup>1</sup>				64 DDA			
	Dose (kg/ha)							
	0	0,0750	0,1125	0,1500	0	0,0750	0,1125	0,1500
0	0	b 77 b	a 89 a	a 91 b	0	a 50 c	a 58 c	a 61 b
hastes	0	b 87 ab	b 90 a	a 98 ab	0	b 73 a	b 78 b	a 98 a
750	0	b 83 ab	a 97 a	a 98 ab	0	b 63 abc	a 88 a	a 94 a
1500	0	b 82 ab	ab 89 a	a 97 ab	0	c 51 c	b 65 c	a 95 a
3000	0	b 77 b	a 94 a	a 97 ab	0	c 56 bc	b 87 ab	a 94 a
6000	0	b 92 a	ab 96 a	a 99 a	0	b 68 ab	b 78 ab	a 95 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

<sup>1</sup> Dias depois da aplicação.

**TABELA 4. Produção de soja (kg/ha) do ensaio com diferentes doses de imazaquin, em diferentes quantidades de cobertura morta.**

Cobertura morta (kg/ha)	Dose (kg/ha)			
	0	0,0750	0,1125	0,1500
	b	ab	a	a
0	693 a	1117 a	1272 b	1466 a
	b	ab	ab	ab
hastes	834 a	1180 a	1298 b	1657 a
	b	ab	a	a
750	770 a	1163 a	1528 ab	1575 a
	b	a	a	a
1500	643 a	1285 a	1471 ab	1529 a
	b	ab	a	a
3000	870 a	1299 a	1578 ab	1554 a
	b	a	a	a
6000	890 a	1556 a	1806 a	1778 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

## 2º experimento

Analisando-se a Tabela 6, verifica-se que houve redução do controle do picão-preto com o aumento da quantidade de cobertura morta, independentemente da dose de clomazone utilizada. Com isso, fica evidente que apenas uma parte do produto atingiu o solo. Deve-se levar em consideração que foram aplicados 22 mm de água por aspersão em todo o experimento, imediatamente após a aplicação do herbicida e que, até aos 25 dias depois da aplicação (época da avaliação visual) choveu 154,2 mm, além da irrigação por aspersão efetuada. Presume-se que esta quantidade de água seria suficiente para arrastar o produto para o solo, o que certamente não aconteceu. Estes dados, estão de acordo com os obtidos por Mills *et al.* (1989) com o próprio clomazone, por Banks & Robinson (1982) com metribuzin e por Banks & Robinson (1984) com oryzalin.

Pela Tabela 7 observa-se que houve aumento na produção da soja com o aumento da dose do produto em todas as quantidades de cobertura morta testadas. No entanto, não houve diferença significativa entre essas quantidades, dentro de cada dose de clomazone estudada.

Para confirmar a hipótese de que apenas parte do produto atingiu o solo, basta observar os dados obtidos no bioensaio (Tabelas 8 e 9). Em todos os casos houve redução do sintoma de fitotoxicidade nas plantas-testes utilizadas

**TABELA 5. Porcentagem de fitotoxicidade no milho e no alface aos 10 dias após a semeadura do bioensaio<sup>1</sup> com imazaquin, em solo coletado de zero a 0,05 m de profundidade.**

Cobertura morta (kg/ha)	Dose (kg/ha)	Milho	Alface
	0	0	0
0	0,0750	0	0
	0,1125	0	45
	0,1500	0	1
	0	0	0
hastes	0,0750	0	0
	0,1125	0	4
	0,1500	0	4
	0	0	0
750	0,0750	0	0
	0,1125	0	4
	0,1500	0	4
	0	0	0
1500	0,0750	0	0
	0,1125	0	9
	0,1500	0	25
	0	0	0
3000	0,0750	0	0
	0,1125	0	6
	0,1500	0	9
	0	0	0
6000	0,0750	0	0
	0,1125	0	17
	0,1500	0	31
	0	0	0
6000	0,0750	0	6
	0,1125	0	39
	0,1500	0	33

<sup>1</sup> Bioensaio instalado 93 dias após a aplicação do imazaquin no campo.

(alface, milho e trigo), com o aumento da quantidade de cobertura morta, sintoma este evidenciado por "branqueamento" característico do clomazone. O sintoma ficava mais evidente, à medida que se aumentava a dose do produto, independentemente da quantidade de palha utilizada.

## Considerações finais

Dos dois herbicidas utilizados no presente trabalho, apenas o clomazone mostrou evidências de ter sido interceptado pela cobertura morta, com isto reduzindo a quantidade de produto que teria atingido o solo. Este produto é mais solúvel que o imazaquin, tendo 1100 ppm contra 60 ppm do

**TABELA 6. Porcentagem do controle de *Bidens pilosa* com diferentes doses de clomazone, em diferentes quantidades de cobertura morta.**

Cobertura morta (kg/ha)	25 DDA <sup>1</sup>			
	Dose (kg/ha)			
	0	0,50	0,75	1,00
0	0	a 93 ab	a 97 a	a 97 a
375	0	a 95 a	a 96 a	a 97 a
750	0	b 83 c	a 95 a	a 97 a
1500	0	b 88 bc	a 96 a	a 98 a
3000	0	b 88 bc	b 84 b	a 97 a
6000	0	a 64 d	a 68 c	a 70 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

<sup>1</sup> Dias depois da aplicação.

**TABELA 7. Produção da soja no experimento com diferentes doses de clomazone em diferentes quantidades de cobertura morta.**

Cobertura morta (kg/ha)	Dose (kg/ha)			
	0	0,50	0,75	1,00
0	b 342 ab	a 1163 ab	a 1344 a	a 1420 a
375	b 239 b	a 1038 ab	a 1315 a	a 1225 a
750	b 265 b	b 841 b	a 1540 a	a 1675 a
1500	b 231 b	a 1210 ab	a 1721 a	a 1657 a
3000	b 855 a	a 1511 a	a 1513 a	a 1640 a
6000	b 697 ab	ab 1152 ab	a 1553 a	a 1373 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

**TABELA 8. Porcentagem de fitotoxicidade em alface, em bioensaio com clomazone<sup>1</sup>, com solo retirado de zero a 0,05 m de profundidade.**

Cobertura morta (kg/ha)	7 DDS <sup>2</sup>				17 DDS			
	Dose (kg/ha)							
	0	0,50	0,75	1,00	0	0,50	0,75	1,00
0	0	a 38 a	a 54 a	a 39 b	0	a 27 a	a 36 a	a 35 b
375	0	c 4 cd	b 23 b	a 68 a	0	c 4 c	b 17 bc	a 68 a
750	0	ab 26 ab	b 17 b	a 38 b	0	b 12 b	b 12 cd	a 32 b
1500	0	c 2 d	b 19 b	a 49 ab	0	b 2 c	b 7 d	a 26 b
3000	0	c 11 bcd	b 32 b	a 61 a	0	b 12 b	a 27 ab	a 32 b
6000	0	b 12 bc	ab 18 b	a 32 b	0	a 1 c	a 5 d	a 5 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

<sup>1</sup> Bioensaio instalado 14 dias após a aplicação do clomazone no campo.

<sup>2</sup> Dias depois da semeadura.

**TABELA 9. Porcentagem de fitotoxicidade em milho, em bioensaio com clomazone<sup>1</sup>, com solo retirado de zero a 0,05 m de profundidade.**

Cobertura morta (kg/ha)	7 DDS <sup>2</sup>				17 DDS			
	Dose (kg/ha)							
	0	0,50	0,75	1,00	0	0,50	0,75	1,00
0	0	a 46 a	a 46 a	a 49 bc	0	a 45 a	ab 33 a	b 25 b
375	0	c 4 c	b 37 ab	a 58 ab	0	c 4 bc	b 32 a	a 54 a
750	0	a 24 b	a 22 bc	a 32 cd	0	b 9 b	ab 15 b	a 25 b
1500	0	c 5 c	b 22 bc	a 71 a	0	b 1 c	ab 7 bc	a 17 b
3000	0	b 10 c	b 12 cd	a 30 d	0	b 7 bc	b 11 bc	a 24 b
6000	0	a 6 c	a 7 d	a 11 e	0	a 2 c	a 4 c	a 4 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo que letras sobre os números referem-se a efeitos de subtratamentos (doses) dentro de cada tratamento (quantidade de cobertura morta) ou comparação na horizontal, e letras ao lado dos números referem-se a efeitos de tratamentos dentro de cada subtratamento, ou comparação na vertical.

<sup>1</sup> Bioensaio instalado 14 dias após a aplicação do clomazone no campo.

<sup>2</sup> Dias depois da semeadura.

imazaquin. Da mesma forma, o clomazone é mais volátil, com valores da ordem de  $10^4$  mmHg, contra  $10^{-8}$  mmHg do imazaquin (Almeida & Rodrigues, 1988).

Com esses dados, poder-se-ia concluir que quanto maior a solubilidade em água e maior a volatilidade de um produto, tanto menor é a capacidade de um herbicida pré-emergente, residual, em atingir o solo no sistema de plantio direto, hipóteses também sugeridas por Streck & Weber (1982) e por Mills *et al.* (1989), respectivamente. Estes resultados são, em alguns casos, condizentes com os obtidos por alguns autores, como por Erbach & Lovely (1975) com atrazine em cobertura morta de milho, Streck & Weber (1982) com metolachlor e Mills *et al.* (1989) com clomazone, ambos em cobertura morta de trigo. Por outro lado, no entanto, são conflitantes com os obtidos por Pastana (1972) com atrazine em cobertura morta de aveia e Crutchfield *et al.* (1985) com metolachlor em cobertura morta de trigo.

Outros pesquisadores, utilizando produtos diferentes, obtiveram resultados ora condizentes, ora conflitantes com essa hipótese. Banks & Robinson (1982), utilizando metribuzin (1200 ppm de solubilidade e  $10^{-5}$  mmHg de pressão de vapor), e Banks & Robinson (1984), utilizando oryzalin (2,5 ppm e  $10^{-7}$  mmHg, respectivamente), verificaram que a cobertura morta de trigo interceptou ambos os produtos, reduzindo a quantidade que efetivamente atingiu o solo.

Diante desses dados, a hipótese mais provável é que a capacidade de um herbicida residual em atingir o solo, no sistema de plantio direto, não depende apenas da solubilidade em água e da volatilidade do produto. Outros fatores

também poderiam influir no comportamento desses herbicidas no solo, tais como quantidade e origem da cobertura morta, quantidade e época da primeira irrigação ocorrida após a aplicação do produto, assim como as irrigações subsequentes, condições climáticas prevalentes durante e após a aplicação, entre outros. Além disso, algumas características relacionadas ao próprio solo como textura, por exemplo, poderiam também influir na maior ou menor adsorção do produto aos colóides (Hassall, 1982). Esse fato poderia, conseqüentemente, influir na lixiviação do produto para as camadas mais profundas do solo com a água de irrigação, reduzindo, neste caso, o teor do produto na camada superficial do solo que é utilizada, na maioria dos trabalhos, em análises cromatográficas de resíduos ou em bioensaios com plantas-testes.

Outro fato que também deve merecer atenção é a ação conjunta dos herbicidas residuais com a ação física (apenas como cobertura) ou biológica (por alelopatia) exercida pela cobertura morta no controle das plantas daninhas. Nesse caso, as pesquisas deveriam ser direcionadas no sentido de se estudar esses fatores tanto separadamente como de forma integrada, devido a grande variação de características que existe, tanto dos herbicidas quanto das coberturas mortas.

Diante do exposto, sugere-se que os estudos sobre o comportamento dos herbicidas residuais no sistema de plantio direto devam ser intensificados, principalmente nas condições de clima tropical, como é o caso do Brasil. Para isso, uma importante ferramenta já utilizada por alguns autores é a análise cromatográfica de resíduos dos herbicidas na palha e

no solo, que, somada às avaliações de campo e aos bioensaios, completa uma metodologia que pode nos fornecer importantes subsídios, visando às recomendações de uso de herbicidas, tanto no sistema de plantio direto como no convencional.

Os resultados obtidos permitem concluir que:

1. A capacidade de um herbicida pré-emergente, residual, em atingir o solo no sistema de plantio direto varia conforme o produto.
2. Essa capacidade é dependente de fatores inerentes não só ao próprio produto, como também à cobertura morta e às condições ambientais prevaescentes durante e após a aplicação de cada um deles.
3. Dos herbicidas estudados, o clomazone mostrou evidências de ter sido interceptado pela cobertura morta; o mesmo não ocorreu em relação ao imazaquin.

## LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, F.S. A alelopatia e as plantas. Londrina, IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALMEIDA, F.S. Controle de ervas. **In:** Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, PR. Plantio direto no Estado do Paraná. Londrina, 1981. p. 101-44. (Circular IAPAR, 23).
- ALMEIDA, F.S. Herbicidas residuais em diferentes sistemas de preparo do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 27(4): 596-601, 1992.
- ALMEIDA, F.S. & RODRIGUES, B.N. Guia de Herbicidas. 2ª ed. Londrina, Ed. dos autores, 1988. 603 p.
- BANKS, P.A. & ROBINSON, E.L. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum*) straw and irrigation. **Weed Science**, Champaign, 34: 607-611, 1986.
- BANKS, P.A. & ROBINSON, E.L. The influence of straw mulch on the soil reception and persistence of metribuzin. **Weed Science**, Champaign, 30: 164-168, 1982.
- BANKS, P.A. & ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. **Weed Science**, Champaign, 32: 269-272, 1984.
- BAUMAN, T.T. Amount and persistence of atrazine in soil with three tillage systems. Dissertation Abstracts International, v.37, n.10, p.4794-4795, 1977.
- CRUTCHFIELD, D.A.; WICKS, G.A.; BURNSIDE, O.C. Effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch level on weed control. **Weed Science**, Champaign, 34: 110-114, 1985.
- ERBACH, D.C.; LOVELY, W.G. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. **Weed Science**, Champaign, 23: 512-515, 1975.
- HASSALL, K.A. The chemistry of pesticides. Basel, Verlag Chemie, 1982. 372p.
- LOWDER, S.W. & WEBER, J.B. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. Proceedings Southern Weed Science Society, v.32, p.303-307, 1979.
- MILLS, J.A.; WITT, W.W.; BARRETT, J. Effects of tillage on the efficacy and persistence of clomazone in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, 37: 217-222, 1989.
- PASTANA, F.I. Efeito da retenção de um herbicida pela cobertura morta do solo, no controle das ervas daninhas e na produção do milho com cultivo mínimo. Bragantia, Campinas, 31: 259-274, 1972.
- STREK, H.J. & WEBER, J.B. Adsorption, mobility and activity comparisons between alachlor (Lasso) and metolachlor (Dual). Proceedings Southern Weed Science Society, v.35, p.332-8, 1982.
- THELAN, K.D.; KELLS, J.J.; PENNER, D. Rotational crop response and volatilization with FMC-57020. Proc. North Cent. Weed Control Conf. v.41, p.48. 1986.