

Informativo Agroservice

O autor:
Julio Cesar Felipin Trevisoli
Coordenador de Agroservice

SEMEANDO
O FUTURO
DESDE 1856



Cuidados com Residual de Herbicidas no Solo “Carryover” no Sistema de Produção.

1- Introdução

A persistência de herbicidas no solo pode prolongar o controle de plantas daninhas, porém, alguns herbicidas podem persistir mais do que o desejado e causar prejuízos para a cultura subsequente. Os fatores que influenciam no residual de herbicidas no solo são: características físicas e biológicas do solo, condições ambientais, distribuição e volume total de precipitação, características, dosagem, frequência e intervalo de aplicação do(s) herbicida(s) e a sensibilidade da cultura a ser cultivada (CURRAN, 2001), (HARTZLER, 2020), (IKLEY; JOHNSON, 2018).

2- Qual a influência das características físicas e biológicas do solo para o carryover de herbicidas?

Solos com alto teor de argila e matéria orgânica tendem a apresentar alto potencial para persistência de herbicidas, pois ocorrem menores taxas de lixiviação, e as partículas dos herbicidas podem ser adsorvidas na superfície da matéria orgânica, não sendo esta totalmente disponibilizada para as plantas e, posteriormente, liberada no solo a medida em que ocorre o processo de degradação da matéria orgânica (CURRAN, 2001).

O pH do solo também pode influenciar na persistência de herbicidas. Solos com alto pH podem favorecer a persistência de triazinas (ex.: atrazina) e sulfonilureas (ex.: clorimuron, metsulfuron, nicosulfuron), e solos com pH abaixo de 6 podem favorecer a persistência de imidazolinonas (ex.: imazetapir, imazaquin) (CURRAN, 2001) (IKLEY; JOHNSON, 2018).

O revolvimento do solo próximo dos dias de plantio da cultura subsequente pode favorecer problemas de persistência de herbicidas no solo, trazendo partículas de herbicidas que estavam em profundidade mais próxima da superfície e em contato com a semente.

Um dos fatores mais importantes para o processo de degradação das partículas dos herbicidas no solo é a presença de microrganismos. Um solo fértil, bem aerado e com pH próximo de neutro favorece o crescimento de microrganismos no solo e, consequentemente, ajuda a quebrar a persistência das moléculas de herbicidas (CURRAN, 2001).

3- Condições do ambiente podem potencializar o Carryover?

As condições do ambiente são componentes importantes que podem influenciar nos danos causados nas plantas por residual de herbicida no solo. Geralmente, a degradação de herbicidas no solo aumenta à medida que a temperatura e a umidade do solo aumentam, pois amplia a degradação química e microbiana (CURRAN, 2001). Portanto, problemas com carryover de herbicidas podem ser maiores quando seguidos de uma safra com problemas relacionados à seca (ex: safra de soja verão com seca pode ocasionar problemas de carryover no milho safrinha subsequente); Bem como temperaturas mais baixas durante o inverno diminuem a atividade microbiana, tornando o processo de degradação de herbicidas no solo mais lento.

4- Característica dos Herbicidas

A composição química e o tempo de decomposição dos herbicidas, juntamente com a dose de aplicação, são fatores que afetam a persistência de resíduos fitotóxicos de herbicidas no solo. Existem alguns grupos químicos de herbicidas e ingredientes ativos que apresentam altos riscos de persistirem no solo e causarem injúrias em culturas sensíveis, sendo eles: triazinas (atrazina), fenilureias (diuron), sulfonilureias (clorimuron, metsulfuron, nicosulfuron), imidazolinonas (imazaquin, imazetapir), dinitroanilinas (trifluralina), isoxazolidinonas (clomazona) e difeniléteres (fomesafen).

Em geral, a maioria dos herbicidas são compostos por processos químicos ou microbianos do solo (IKLEY; JOHNSON, 2018). Sempre que temos condições de estiagem, o processo de decomposição das partículas de herbicidas pode durar mais, pois muitos processos microbianos e químicos que degradam herbicidas são impulsionados pelo volume de precipitação e umidade, e esses processos desaceleram ou param completamente em condições de solo seco e/ou frio.

5- Como minimizar os problemas por carryover de herbicidas?

- Ler os rótulos dos herbicidas e verificar as recomendações, principalmente, em períodos de seca. No rótulo da maioria dos produtos, estão descritos os períodos de carência para plantio de culturas de sucessão. Por exemplo, a cultura do milho não deve ser plantada em sucessão à aplicação de Imazaquin em intervalos inferiores a 300 dias após aplicação. Após a aplicação de clorimuron-ethyl na cultura da soja, deve-se esperar no mínimo 60 dias para o plantio da cultura do milho (IKLEY; JOHNSON, 2018);
- Selecionar herbicidas que tenham baixo potencial de fitotoxicidade para cultura subsequente (CURRAN, 2001);
- Manter registros dos produtos aplicados, data de aplicação e doses utilizadas, principalmente de herbicidas com potencial de causar danos por carryover;
- Fazer aplicações antecipadas para controle de plantas daninhas, evitando, assim, aplicações tardias (IKLEY; JOHNSON, 2018);
- Evitar superdosagem e sobreposição de barras (CURRAN, 2001);
- Ter o conhecimento que as condições da área são favoráveis à persistência dos herbicidas aplicados. Evite plantar as culturas sensíveis ou então faça um bioensaio, plantando uma pequena quantidade de semente na área e avalie se o bioensaio apresentou problemas de fitotoxicidade de herbicida (no caso do milho, esperar no mínimo até V4 para fazer a avaliação do bioensaio) (CURRAN, 2001);
- Manter o pH do solo em 6.5-7.0 reduz o potencial de carryover de herbicidas no solo (IKLEY; JOHNSON, 2018);
- Reduzir, ao mínimo, os estresses sofridos pelas plantas, garantindo bons níveis de pH através da correção da fertilidade e sem problemas de compactação do solo. Evitar plantios em solos com temperaturas frias e encharcados (JOHNSON; STRACHAN, 2020).



Figura 1. Injúria de residual atrazina nas folhas da cultura da soja.



Fonte: Ikley; Johnson (2018).



Fonte: Ikley; Johnson (2018).

Figura 2. Injúria de residual de atrazinanas folhas da cultura da soja.

Figura 3. Fitotoxicidade nas folhas da culturada soja provocada pelo residual de herbicida mesotriona.



Fonte: A: Ikley; Johnson (2018)



Fonte: B: KWS Agroservice (2017).

Figura 4. Fitotoxicidade nas folhas da cultura do milho provocada pelo residual de herbicida fomesafen.



Fonte: KWS Agroservice (2017).

Figura 5. Fitotoxicidade na raiz da cultura do milho provocada pelo residual do herbicida fomesafen.



Fonte: KWS Agroservice (2017).



Figura 6. Fitotoxicidade na cultura do milho (folhas brancas e plântulas mortas) provocada pelo residual do herbicida clomazone.



Fonte: KWS Agroservice (2017).

Figura 7. Fitotoxicidade nas folhas da cultura do milho provocada pelo residual do herbicida clorimuron.

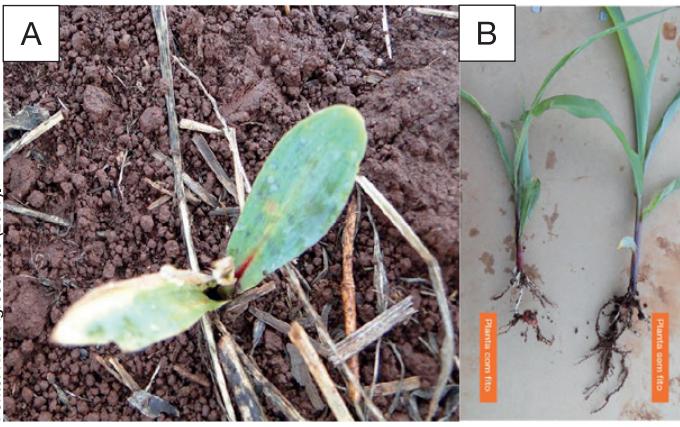


Figura 8. Fitotoxicidade nas folhas da cultura (A) e nas raízes (B) da cultura do milho provocada pelo residual do herbicida diclosulam.



Figura 9. Fitotoxicidade nas folhas da cultura do milho provocada pelo residual do herbicida diclosulam.



Figura 10. Fitotoxicidade nas folhas da cultura do milho provocada pelo residual do herbicida Imazetapir.

Quadro 1. Intervalos entre a aplicação de herbicidas e a semeadura das culturas de soja, milho, trigo e feijão

Herbicidas	Nome comercial	Intervalo entre aplicação e semeadura (em dias)			
		Milho	Trigo	Soja	Feijão
24D	Aminol, DMA806	0	0	7	10
Atrazina	Gesaprim, Primóleo	0	90	90	90
Bentazon	Basagran	0	0	0	0
Carfentrazone	Aurora	0	0	0	0
Chlorimuron	Classic	60	60	0	60
Clethodim	Select, Poquer	7	7	0	0
Clomazone	Gamit	150	150	0	150
Cloransulan	Pacto	30	30	0	—
Diclosulan	Spider	90	90	0	90
Fluazifop	Fusilade	14 a 21	14 a 21	0	0
Flumioxazin	Flumyzin	0	0	0	0
Fomesafen	Flex	150	150	0	0
Glifosato	Roundup	0	0	0	0
Glufosinato	Finale	0	0	0	0
Haloxifop	Verdict R	20	20	0	0
Imazamox+bentazon	Amplo	60	60	0	0
Imazaquin	Scepter	300	120	0	90
Imazethapyr	Pivot, Vezir	100	120	0	90
Iodosulfuron	Hussar	90	0	90	90
Isoxaflutole	Provence	0	70	70	70
Lactofen	Naja	0	0	0	0
Mesotrione	Callisto	0	90	90	90
Metribuzin	Sencor	90	90	0	120
Metsulfuron	Ally	70	0	60	70
Nicosulfuron	Sanson, Accent	0	60	30	30
Paraquat	Gramocil	0	0	0	0
Saflufenacil	Heat	0	0		30 a 42
S-metolachlor	Dual Gold	0	60	0	0
Sulfentrazone	Boral	90	90	0	90
Tembotriione	Soberan	0	65	65	30

Fonte: GIRALDELI (2020) - Blog Aegro, retirado da Fundação ABC (2020).

*Verifique a seletividade de cada cultivar ou híbrido. Sempre consulte a bula e um engenheiro(a) agrônomo(a).

Quadro 2. Persistência relativa e importância dos fatores de persistência para cada grupo de herbicidas.

Modo de ação	ACCase Inibidor (acetyl CoA carboxylase)	
Grupo Químico	Arloxyphenoxypropionates, cyclohexanediones (Group 1)	
Exemplos	Fusilade, Poast, Select	
Persistência Relativa	Curta - Moderada	
Risco de rotação	Maior risco de rotação para culturas monocotiledôneas (grama); em geral, as preocupações de rotação são relativamente baixas e as restrições, geralmente, são de 120 dias ou menos	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa - Moderada	
Lixiviação	Baixa	
Decomposição Microbiana	Alta	
Decomposição Química	Baixa - Moderada	
Foto de composição	Baixa - Alta	Poast se decompõe na superfície do solo
Modo de ação	ALS inibidor (acetolactate synthase)	
Grupo Químico	Imidazolinones (Group 2)	
Exemplos	Pivot	
Persistência Relativa	Moderada - Longa	
Risco de rotação	O risco aumenta à medida que o pH do solo diminui; persistência dependente das condições ambientais após a aplicação; várias hortaliças são sensíveis a níveis baixos de herbicidas imidazolinonas.	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa	Matéria orgânica e teor de argila importante
Lixiviação	Baixa	Depende do pH do solo
Decomposição Microbiana	Muito Alta	Pobre decomposição anaeróbica
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Baixa	
Modo de ação	ALS inibidor (acetolactate synthase)	
Grupo Químico	Sulfonylureas (Group 2)	
Exemplos	Accent, Sanson	
Persistência Relativa	Curto a longo, dependendo do herbicida, ambiente do solo e clima	
Risco de rotação	O risco aumenta à medida que o pH do solo aumenta; várias hortaliças são sensíveis a níveis baixos de herbicidas sulfonylureias residuais	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa	
Lixiviação	Baixa - Moderada	
Decomposição Microbiana	Moderada - Alta	Importante quando a decomposição química é baixa
Decomposição Química	Muito Alta	Diminui à medida que o pH do solo aumenta
Foto de composição	Baixa	
Modo de ação	Carotenoides	
Grupo Químico	Isoxazolidinone (Group 11), triketone (Group 28)	
Exemplos	Callisto, Command	
Persistência Relativa	Moderada - Longa	
Risco de rotação	Para culturas selecionadas bastante sensíveis a baixos níveis de herbicidas, possuem longas restrições rotacionais.	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa	
Lixiviação	Baixa	
Decomposição Microbiana	Alta	Mecanismo de degradação primária
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Baixa	

Modo de ação	Inibidor Sintase EPSP (Group 9)	
Grupo Químico	Glicine	
Exemplos	Glifosato	
Persistência Relativa	Moderado	
Risco de rotação	Embora a persistência seja moderada, a atividade do herbicida é mínima após o contato com o solo; risco de rotação mínimo	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Muito Alta	Não depende particularmente do tipo de solo ou pH
Lixiviação	Baixa	
Decomposição Microbiana	Alta	
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Baixa	
Modo de ação	Inibidor do Fotossistema I	
Grupo Químico	Bipyridylums (Group 22)	
Exemplos	Gramoxone, Diquat	
Persistência Relativa	Muito longa	
Risco de rotação	Embora a persistência seja muito longa, esses herbicidas estão tão fortemente ligados ao solo que não são biologicamente ativos; risco rotacional mínimo;	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Muito Alta	Adsorção à argila extremamente rápida e forte
Lixiviação	Baixa	
Decomposição Microbiana	Baixa	
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Moderada	
Modo de ação	Inibidor do Fotossistema II	
Grupo Químico	Triazines, uracils (Group 5)	
Exemplos	Atrazine, Sencor, Sinbar	
Persistência Relativa	Moderada - Longa	
Risco de rotação	As restrições rotacionais podem ser superiores a 2 anos em alguns casos; o risco rotacional, geralmente, aumenta em pH mais alto do solo	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa - Alta	mais alto em baixo pH (triazinas)
Lixiviação	Moderada - Alta	Maior risco em pH mais alto (devido à menor Adsorção)
Decomposição Microbiana	Moderada - Alta	
Decomposição Química	Baixa - Moderada	Mais rápida em baixo pH
Foto de composição	Baixa	
Modo de ação	Inibidor do Fotossistema II	
Grupo Químico	Benzothiadiazines, nitriles (Group 6)	
Exemplos	Basagran	
Persistência Relativa	Muito curta	
Risco de rotação	Baixo risco de rotacional	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa	
Lixiviação	Moderado	
Decomposição Microbiana	Alta	Maioria da degradação
Decomposição Química	Baixa	
Foto decomposição	Baixa	

Modo de ação	Inibidor do Fotossistema II	
Grupo Químico	Ureas (Group 7)	
Exemplos	Diuron	
Persistência Relativa	Moderado	
Risco de rotação	Algumas culturas bastante sensíveis a resíduos de herbicidas de ureia, mesmo em níveis baixos;	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Moderado	Depende do tipo de solo e matéria orgânica
Lixiviação	Moderado	Maior em solos arenosos
Decomposição Microbiana	Alta	Mecanismo de degradação primária
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Baixa	
Modo de ação	Inibidor Protox PPO (protoporphyrinogen oxidase)	
Grupo Químico	Diphenylethers, triazolinone (Group 14)	
Exemplos	Cobra, Goal, Flex	
Persistência Relativa	Curto - Longo	
Risco de rotação	Restrições de rotação longas após a aplicação	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Moderada - Alta	
Lixiviação	Baixa - Moderada	
Decomposição Microbiana	Moderada - Alta	
Decomposição Química	Baixa	
Foto de composição	Baixa - Alta	
Modo de ação	Síntese Auxinas	
Grupo Químico	Benzoic acids, phenoxyacetic acids, pyridines (Group 4)	
Exemplos	Tordon, 2,4-D	
Persistência Relativa	Muito curta -curta, longa (Tordon)	
Risco de rotação	Restrições de rotação, em geral, são curtas, com exceção de alguns, como por exemplo, o Tordon, que pode persistir e permanecer ativo no solo; dicotiledôneas (folhas largas) em maior risco	
Fator de Persistência	Importância Relativa	Notas
Adsorção	Baixa	Máxima adsorção em pH baixo
Lixiviação	Baixa - Alta	
Decomposição Microbiana	Alta	Temperatura e umidade do solo são importantes
Decomposição Química	Baixa	
Fotodecomposição	Baixa	

Fonte: Colquhoun, (2006)

6- Referências Bibliográficas

COLQUHOUN, Jed. 2006. Herbicide Persistence and Carryover. University of Wisconsin-Extension. Disponível em:<http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/A3819.pdf>. Acesso em: 20 maio de 2022.

CURRAN, William. Persistence of herbicides in soil. Penn State Extension, Agronomy Facts 36. p. 1-4, 2001. Disponível em: www.extension.psu.edu. Acesso em: 20 maio de 2022.

GIRALDELI, Ana Lígia. O BLOG DO AEGRO. Disponível em: [https://blog.aegro.com.br/residual-de-herbicidas/](http://blog.aegro.com.br/residual-de-herbicidas/). Acesso em: 04 de jun. de 2022.

HARTZLER, Bob. Herbicide Carryover Concerns for 2020. Iowa State University Integrated Crop Management, 2020. Disponível em: [https://crops.extension.iastate.edu/](http://crops.extension.iastate.edu/). Acesso em: 20 maio de 2022.

IKLEY, Joe; JOHNSON, Bill. Factors affecting herbicide carryover in 2018. Purdue University Extension Pest & Crop Newsletter, v. 13, 2018 Disponível em: [https://extension.entm.purdue.edu](http://extension.entm.purdue.edu). Acesso em: 20 maio de 2022.

JOHNSON, Dave; STRACHAN, Stephen. How to mitigate herbicide carryover injury following drought. Pioneer (USA), 2020. Disponível em: [https://www.pioneer.com/us/agronomy/Mitigating-Herbicide-Carryover-Injury-Following-Drought.html](http://www.pioneer.com/us/agronomy/Mitigating-Herbicide-Carryover-Injury-Following-Drought.html). Acesso em: 20 maio de 2022.

KWS – AGRO SERVICE, 2017. Manual de atendimento a reclamações. Disponível em: <https://www.agservice.com.br/rep/index.php>. Acesso em: 25 maio de 2022.



Julio Cesar Felipin Trevisoli
Coordenador de Agroservice

Revisão:
Wagner de Paula Gusmão dos Anjos
Coordenador de Serviços Agronômicos KWS Sementes

Edição:
Departamento de Marketing KWS Sementes



KWS SEMENTES
Patos de Minas | MG
NAC (34) 3818.2009
sac@kws.com
kws-sementes.com.br
 @kwsbrasil