

Influência da palha no controle químico de plantas daninhas no sistema de cana crua¹

Straw influence on chemical weed control in raw sugarcane system

Paulo Vinicius da Silva²; Patrícia Andrea Monquero³

Resumo - No sistema de colheita mecanizada sem a queima prévia do canavial (cana crua) é deixada sobre o solo uma camada de palha que pode superar até 20 t ha⁻¹, o que representa uma barreira para germinação e emergência de algumas espécies daninhas e pode afetar a lixiviação e eficácia dos herbicidas. Portanto, diante dessa alteração, os herbicidas utilizados na pré-emergência das plantas daninhas, no sistema de cana crua, precisam apresentar algumas características físico químicas específicas para que sejam eficazes no controle de plantas daninhas, tais como: alta solubilidade em água, baixa pressão de vapor e baixo K_{ow}. Além disto, é importante considerar a quantidade e distribuição de palha no campo e a intensidade de chuva após a aplicação dos herbicidas, já que estes fatores determinam o quanto do produto é interceptado pela palha, não atingindo o solo que é o seu destino final. Diante do exposto, a presente revisão tem como objetivo esclarecer como a palha na superfície do solo pode influenciar o controle químico das plantas daninhas e o comportamento dos herbicidas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

Palavras-chaves: persistência, mobilidade, herbicidas, precipitação

Abstract - In the mechanical harvesting system of sugarcane, without previously burning (raw sugarcane), a straw layer is left over the soil, that may overcome up to 20 t ha⁻¹, what represents a difficulty for germination and emergence of some weed species being possible to affect herbicides leaching and efficacy. This way, considering this environmental change, herbicides used for weeds control in pre-emergence conditions, in raw sugarcane system, must present some specific physicochemical characteristics to be effective on weeds control such as high solubility in water, low vapor pressure and low K_{ow}. Furthermore, it is important to consider straw amount and distribution in the field and rainfall intensity after herbicide application, since these factors determine how much of the applied product is intercepted by straw, do not reaching the soil, its final destination. According to this information, the present review aims to elucidate how straw presence on soil surface may influence the chemical weeds control and herbicides behavior in areas cultivated with sugarcane crop.

Keywords: persistence, mobility herbicides, rainfall

¹Recebido para publicação em 13/12/2013 e aceito em 05/01/2014.

²Aluno de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil. Email: paulovsi@yahoo.com.br.

³Docente do Departamento De Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil. Email: pamonque@cca.ufscar.br.

Introdução

O decreto nº 47.700 de 11.3.2003, que regulamenta a lei nº 11.241 de 19.9.2002, promoveu a mudança progressiva do sistema convencional de produção da cana-de-açúcar para a denominada cana crua, ou seja, colheita sem queima da palha. Nesse sentido, destacam-se duas alterações como as mais significativas, a primeira diz respeito à ausência da queimada e a segunda à manutenção da camada de palha na superfície do solo, que pode superar até 20 t ha⁻¹ (Correia & Durigan, 2004).

O microclima criado pela palha estimulou a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de algumas espécies daninhas (Correia & Rezende, 2002) como *Ipomoea* spp. e *Merremia* spp. (Correia & Kronka, 2010), *Euphorbia heterophylla* (Monquero et al., 2007) e, mais recentemente, *Mucuna aterrima* (Campos et al., 2010), *Luffa aegyptiaca* (Monquero; Dalla Costa; Krowosloski, 2011; Zera et al., 2012), *Ricinus communis* (Ramia et al., 2009) e *Momordica charantia* (Correia & Zeitoun, 2010; Cardozo, 2009). Essa alteração da flora infestante dos canaviais pode estar relacionada a alguns aspectos relativos às características das plantas daninhas, tais como: sementes com maior estrutura de reserva capaz de vencer a camada de palha depositada sobre o solo e com comportamento fotoblástico negativo (Ruedell, 1995; Azania et al., 2002).

Além da influência sobre o banco de sementes e, conseqüentemente, sobre a flora infestante dos canaviais, a palha da cana-de-açúcar depositada sobre o solo pode afetar a dinâmica dos principais herbicidas pré-emergentes, podendo influenciar a eficácia desses produtos (Rossi et al., 2013).

Os herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas na cana crua devem apresentar algumas características específicas, tais como alta solubilidade, baixo coeficiente de distribuição octanol-água (K_{ow}) e baixa pressão de vapor (P) (Cristoffoleti & Ovejero, 2009). Além desses fatores ainda pode-se

mencionar a quantidade da palha, a intensidade e época da ocorrência de chuvas após a aplicação dos produtos, pois a água da chuva tornou-se a principal responsável pelo transporte do herbicida até a superfície do solo (Fornarolli et al., 1998; Maciel & Velini, 2005; Simoni et al., 2006).

A solubilidade em água exerce um importante papel na dinâmica de herbicidas pré-emergentes aplicados sobre a palha de cana de açúcar, pois esse fator indica a quantidade de herbicida que é disponibilizado na solução podendo ser absorvido pelas plantas (Christoffoleti & Ovejero 2009) e influencia na mobilidade dos herbicidas através da camada de palha. Segundo Oliveira & Brighenti (2011), quanto mais polar for o herbicida, maior será sua afinidade pela água, logo, maior sua solubilidade. Herbicidas com alta solubilidade possuem facilidade de se dissiparem no ambiente por fluxo de água e apresentam coeficientes de sorção relativamente baixos na palha (Kogan & Pérez, 2003).

Conforme apresentado na Tabela 1, os herbicidas podem ser classificados conforme a sua solubilidade em água, sendo o seu valor é expresso em miligramas do herbicida por litro de água normalmente, a 25°C e a pH 5 e 7 (Oliveira & Brighenti, 2011). O herbicida diuron é considerado de baixa solubilidade (42 ppm) necessitando de maior teor de umidade no ambiente para se movimentar e atuar, quando comparado ao hexazinone, que está classificado como extremamente solúvel (29.800 ppm) (Bouchard et al., 1985). Já os herbicidas amicarbazone, imazethapyr e imazapic apresentam alta solubilidade em água, o que facilita a transposição pela palha (Vencill, 2002).

A primeira chuva também exerce grande influência na mobilidade e eficácia dos herbicidas aplicados em cana crua, pois são os 20 mm iniciais os que apresentam a máxima capacidade de transporte (Maciel & Velini, 2005; Cavenaghi et al., 2007). Além dos

fatores mencionados o período em que a área permanece sem chuva após a aplicação do herbicida também influencia em sua mobilidade no ambiente (Jones Jr. et al., 1990; Sorenson et al., 1991). Rossi et al. (2013) observaram que a simulação de lâminas de chuva equivalentes a 20 a 35 mm iniciais é

suficiente para promover transposição maior que 99% do metribuzin quando as palhas permanecem por 0, 1 e 7 dias após a aplicação (DAA) sem chuva. No entanto, para 14 DAA são necessários 68,5 mm, e para 28 DAA a simulação de 100 mm acumulada transpõe menos que 99%.

Tabela 1: Classificação de herbicidas em relação a sua solubilidade em água.

Categoria de Solubilidade	Valores (ppm)
Insolúvel	< 1
Muito baixa	1 a 10
Baixa	11 a 50
Média	51 a 150
Alta	151 a 500
Muito alta	501 a 5000
Extremamente alta	> 5000

Fonte: Deuber, 1992.

Em relação ao K_{ow} , quanto maior o seu valor, maior será a sua afinidade pelo octanol, ou seja, maior a lipofilicidade do herbicida. De modo geral, os valores de K_{ow} apresentam correlação inversa com a solubilidade em água e direta com a persistência do produto no ambiente ($> K_{ow}$, $>$ sorção, $>$ persistência). Ou seja, quanto mais solúvel em água um produto for, menor será a sua tendência a sofrer retenção pela palha e, conseqüentemente, menor será a sua persistência no ambiente (Oliveira & Brighenti, 2011). Por conseguinte valores muito baixos de K_{ow} favorecem a sua lixiviação pela palhada, contribuindo para que uma maior quantidade do produto chegue ao destino final que é o solo (Cristoffoleti & Ovejero, 2009).

A palha de cana de açúcar é um material vegetal fibroso rico em biopolímeros, como a lignina e a celulose, características essas que favorecem a interação desse resíduo da colheita com moléculas orgânicas (Vaughan & Ord, 1985). Logo a aplicação de herbicidas pré-emergentes sobre a palha resulta em uma interação na qual quanto maiores os valores de K_{ow} maior a sua retenção pela palha,

diminuindo o seu transporte até o solo, e afetando eficácia dos herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Esse comportamento acontece, pois herbicidas lipofílicos ou não polares (valores de $K_{ow} > 1000$) são fortemente aderidos a materiais com alto teor de lipídios, como por exemplo, a palha de cana-de-açúcar, apesar desse processo poder ser reversível. Já herbicidas hidrofílicos ou polares (valores de $K_{ow} < 10$) apresentam baixa afinidade a matérias lipídicos e, conseqüentemente, baixa adsorção a palha, em virtude da sua alta solubilidade (Cristoffoleti & Ovejero, 2009).

Os herbicidas podem ser classificados em relação a sua lipofilicidade, conforme apresentado na Tabela 2. Alguns desses produtos classificados como mediantemente lipossolúveis (amicarbazone $K_{ow} = 1,23$ e sulfentrazone $K_{ow} = 9,8$) e hidrofílicos (imazapic $K_{ow} = 0,16$) são frequentemente utilizados no sistema de cana crua (Rodrigues & Almeida, 2011). Tofoli et al. (2009), estudando a dinâmica do herbicida tebuthiuron (classificado como muito lipofílico, com $K_{ow} = 671$) em palha de cana de açúcar, observaram

que quanto maior a quantidade de palha, menor é a proporção do produto que a transpõe. Sendo que na presença de quantidades superiores a 5 t ha⁻¹ a interceptação desse herbicida foi quase total (lixiviação pela palha inferior a 10%). Notou-se que quanto maior o período de permanência desse produto sobre a palha, menor foi a sua transposição até o solo, independentemente da quantidade de chuva simulada. A maior lixiviação foi observada na simulação de chuva aos 0 DAA, sendo que a mobilidade do tebutiuron reduziu gradativamente a medida que o produto permaneceu mais tempo sobre a palha. Esse comportamento foi observado na quantidade de 10 t ha⁻¹ de palha e com simulação de 65 mm de chuva.

Já a pressão de vapor (P), representa a pressão exercida por um vapor em equilíbrio com um líquido, a uma determinada temperatura. Esta característica indica o grau de volatilização da molécula, ou seja, sua tendência de se perder para a atmosfera na forma de gás. Nesse sentido, herbicidas com alto potencial de volatilização devem ser evitados na aplicação sobre a palha de cana-de-açúcar, pois quando aplicados nessas condições são interceptados pela superfície da palha ficando vulneráveis à volatilização e/ou fotólise, até serem lixiviados para o solo (Locke & Bryson, 1997). Os herbicidas podem ser classificados em relação a sua tendência a sofrerem volatilização (Tabela 3).

Tabela 2: Classificação da lipofilicidade dos herbicidas em função dos valores de K_{ow}.

Log K _{ow}	K _{ow}	Lipofilicidade
< 0,1	< 1	Hidrofílico
0,1 a 1	1 a 10	Mediamente lipossolúvel
1 a 2	10 a 100	Lipofílico
2 a 3	100 a 1000	Muito Lipofílico
>3	> 1000	Extremamente lipofílico

Fonte: Vidal, 2002.

Tabela 3: Categoria de volatilização em função da pressão de vapor (P) expressa em duas unidades de medida.

Categoria	Pressão de Vapor	
	(mm Hg)	(Pa) Pascal
Não volátil	< 10 ⁻⁸	< 10 ⁻⁶
Pouco volátil	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻³
Mediante volátil	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	10 ⁻² - 10 ⁻¹
Muito volátil	> 10 ⁻²	> 1

Fonte: Ross & Lembi, 1999.

A interação dessas três características físico-químicas dos herbicidas associadas a presença de palha na superfície do solo afetam a mobilidade e dinâmica dos herbicidas em cana crua, conforme observa-se na Figura 1.

As características físico-químicas solubilidade em água (S), pressão de vapor (P) e coeficiente octanol água (Kow) dos principais herbicidas utilizados na cultura da cana de açúcar podem ser observadas na Tabela 4.

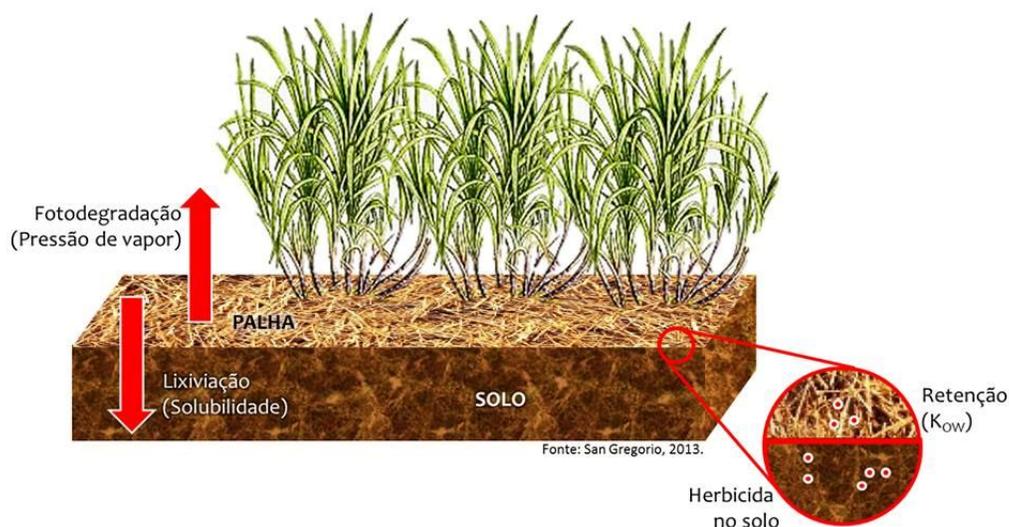


Figura 1. Comportamento de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre a palha de cana de açúcar.

Tabela 4. Principais características físico-químicas de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar.

Herbicidas utilizados no sistema de cana crua			
Herbicidas	Solubilidade (mg/L)	Pressão de Vapor (Pa 25°C)	K_{ow}
Imazapic	2150	< 1,0 x 10 ⁻⁷	0,01
Imazapyr	11272	< 1,0 x 10 ⁻⁷	1,3
Amicarbazone	4600	< 1,3 x 10 ⁻⁶	17,0
Clomazone	1100	< 1,92 x 10 ⁻²	350
S- Metolachlor	480	< 1,73 x 10 ⁻³	794
Alachlor	200	< 2,13 x 10 ⁻³	794
Ametryn	200	< 1,12 x 10 ⁻⁴	427
Diuron	42	< 9,2 x 10 ⁻⁶	589
Trifuralin	0,3	< 1,47 x 10 ⁻²	118,000
Pendimethalin	0,275	< 1,25 x 10 ⁻³	152,000
2,4 D	600	< 5,5 x 10 ⁻⁷	-
MSMA	1,040,000	-	< 1
Paraquat	-	< 10 ⁻⁵	4,5
Isoxaflutole (IFT)	6	< 7,5 x 10 ⁻⁹	208,9
Isoxaflutole (DKN)	326	-	2,5
Tebuthiuron	2500	< 2,7 x 10 ⁻⁴	676,1
Hexazinone	33000	< 2,7 x 10 ⁻⁵	11,2
Sulfentrazone	490	< 1,7 x 10 ⁻⁷	30,2
Mesotrione	2200	< 7,5 x 10 ⁻⁹	Sem informação
Metribuzin	1100	< 7,5 x 10 ⁻⁷	44,7

Fonte: Rodrigues & Almeida, 2011.

Diversos trabalhos têm sido realizados objetivando demonstrar que a palha pode reter herbicidas aplicados em pré-emergência afetando sua mobilidade e eficácia no controle de plantas daninhas no sistema de cana crua (Simoni et al., 2006; Cavenaghi et al., 2007; Monquero et al., 2007; Monquero et al., 2009; Tofoli et al., 2009; Toledo et al., 2009; Rossi et al., 2013).

Toledo et al. (2009), estudando a eficácia do amicarbazone no controle de *Ipomoea grandifolia*, *Urochloa decumbens*, *Merremia cissoides* e *Euphorbia heterophylla* no sistema de cana-crua, através da aplicação diferentes doses de amicarbazone (1,05; 0,875; 0,700 e 0,525 kg ha⁻¹) diretamente sobre 5 t de palha ha⁻¹, no solo com posterior cobertura de 5 t ha⁻¹ de palha e diretamente no solo sem cobertura de palha, concluíram que o amicarbazone é uma excelente alternativa para o manejo dessas plantas daninhas em cana-crua, pois obtiveram excelente controle aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.

Toledo et al. (2012), estudando a transposição do herbicida diuron + hexazinone + sulfometuron (1,5 kg p.c. ha⁻¹) em diferentes quantidades de palha (ausência; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t ha⁻¹) verificaram que esse herbicida é interceptado em quantidades mínimas de palha, sendo que na presença de 1 t ha⁻¹ ocorreu interceptação de 70% a 72% do produto aplicado. Em quantidades superiores a 2,5 t ha⁻¹, a interceptação foi superior a 93%. Os resultados obtidos, demonstram que a eficácia de controle do herbicida diuron + hexazinone + sulfometuron pode ser afetada pela presença de palha na superfície do solo e, conseqüentemente, pelo sistema de colheita mecanizado.

Negrisoni et al. (2011), avaliando os efeitos da cobertura de palha e da simulação de chuva sobre a eficácia de clomazone + hexazinone (880 + 220 g ha⁻¹) no controle das plantas daninhas *Urochloa decumbens*, *I. grandifolia*, *I. hederifolia* e *E. heterophylla*,

constataram que para *U. decumbens*, os melhores tratamentos foram aqueles em que o herbicida foi aplicado diretamente no solo, recebendo ou não uma camada de palha após a sua aplicação, ou quando a aplicação sobre a camada de palha foi acompanhada por uma simulação de chuva. Para a espécie *E. heterophylla*, foram obtidos níveis de controle superiores a 98%, quando ocorreram precipitações posteriores à aplicação do herbicida. De modo geral, os tratamentos com a aplicação do herbicida, na ausência ou presença de palha, e posterior chuva apresentaram controle total da espécie *I. hederifolia* aos 35 DAA. Todos os tratamentos mostraram excelente controle para a espécie *I. grandifolia*.

Monquero et al. (2007) estudaram o comportamento dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn, imazapic, imazapyr e diuron + hexazinone aplicados em pré-emergência de *E. heterophylla* sobre cinco quantidades de palha de cana-de-açúcar (0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹) verificaram que à medida que se aumentou a quantidade de palha, houve redução na eficácia dos herbicidas. Com 15 t ha⁻¹ de palha, o controle foi considerado satisfatório (90%) apenas para diuron + hexazinone e trifloxysulfuron-sodium + ametryn, e na presença de 20 t ha⁻¹ nenhum herbicida foi eficaz.

Negrisoni et al. (2009), verificaram que o herbicida oxyfluorfen aplicado na presença de 5 t ha⁻¹ de palha foi efetivo no controle das plantas daninhas *U. decumbens*, *I. grandifolia*, *I. quamoclit* e *M. cissoides*. Esses resultados demonstram que esse herbicida tem potencial de utilização no sistema de cana crua, pois é capaz de transpor a camada de palha e atingir o seu alvo de ação o solo.

Brunharo et al. (2012), aplicando os herbicidas amicarbazone nas doses de 1,8; 1,44 e 2,16 kg ha⁻¹ e imazapic nas doses de 0,220; 0,176 e 0,264 kg ha⁻¹, sobre as quantidades de palha equivalentes 6, 8, 10 e 12 t ha⁻¹, constataram que para *Luffa aegyptiaca*, o

herbicida amicarbazone na dose de 1.260 g ha⁻¹ associada as quantidades de 6, 8 e 12 t ha⁻¹ de palha e a dose de 1.512 g. ha⁻¹ combinada com 10 e 12 t ha⁻¹ de palha, foram eficazes no controle dessa espécie. Para o herbicida imazapic, notou-se redução de massa seca de *L. aegyptiaca* a partir da dose de 0,220 kg ha⁻¹ independente da quantidade de palha presente na superfície do solo. Já a *I. hederifolia* foi eficientemente controlada em todas as doses de amicarbazone e imazapic associadas a todas as quantidades de palha. A espécie *B. pilosa* foi altamente susceptível a ambos os herbicidas, apresentando níveis de controle superiores a 95% em todos os tratamentos.

Santos et al. (2009), realizando a aplicação a campo dos herbicidas imazapic (119 g ha⁻¹), imazapic (91 g ha⁻¹) + [diuron+hexazinone] (799,5+100,5 g ha⁻¹), imazapic+sulfentrazone (91+500 g ha⁻¹) e tebuthiuron (750 g ha⁻¹) + [diuron+hexazinone] [702+198 g ha⁻¹], na presença de 20 t ha⁻¹ ou ausência de palha, observaram que para *I. grandifolia* na presença de palha, todos os tratamentos herbicida apresentaram 100% de controle, não sendo observadas diferenças significativas entre os mesmos.

Simoni et al. (2006), trabalhando com os herbicidas imazapic (S= 2200 mg/L) e sulfentrazone (S= 110 mg/L) aplicados na ausência e sobre 10 e 20 t ha⁻¹ de palha, verificaram que o imazapic teve bom desempenho no controle de tiririca, tanto na ausência quanto na presença de palha, independentemente da intensidade de chuva (10 e 20 mm). Já a intensidade de chuva de 10 mm não foi suficiente para transpor o sulfentrazone quando aplicado sobre 20 t ha⁻¹ de palha, sendo necessário 20 mm de chuva para que o efeito fosse observado.

A interceptação de herbicidas pela palha de cana-de-açúcar é influenciada pelo período em que o produto permanece sobre a palha até que ocorram as primeiras precipitações, afetando a sua mobilidade e a eficácia no controle químico de plantas

daninhas no sistema de cana crua. Rossi et al. (2013) constataram que a aplicação de metribuzin na presença de 5 t ha⁻¹ de palha resultou em uma retenção superior a 90%, ao passo que, a partir da presença de 7,5 t ha⁻¹ de palha sobre o solo a interceptação do produto foi próxima a 100%. Outra observação relevante no trabalho foi que quanto maior o período de permanência do metribuzin sobre a palha de cana-de-açúcar, maiores são as quantidades de chuva necessárias para que ocorresse a transposição deste herbicida. Além disso, após 28 dias de permanência do metribuzin sobre a palha foi necessária uma simulação de chuva de 100 mm para a transposição de 98,39% do produto, em contraposição, aos 0 dias de permanência, valores superiores a 99% de transposição foram obtidos mediante a uma precipitação de 22,5 mm de chuva. Esses resultados demonstram que quanto maior o tempo de permanência do herbicida metribuzin sobre a palha de cana-de-açúcar maior é a sua retenção.

Negrisoni et al. (2007) observaram que a aplicação de tebuthiuron sobre a palha de cana-de-açúcar resultou em excelente controle de *I. grandifolia*, quando ocorreu precipitação de 20 mm 24 horas após a pulverização do herbicida. Já Cavenaghi et al. (2007), constataram que a interceptação quase que total do herbicida amicarbazone pela palha de cana-de-açúcar em quantidades de palha iguais ou superiores a 5 t ha⁻¹, demonstrando que o herbicida precisa de chuva após a sua aplicação para transpor a camada de palha e atingir o solo. Na quantidade de 5 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, a lâmina de 2,5 mm lixiviou 40% do produto aplicado, enquanto para 10, 15 e 20 t ha⁻¹ de palha, a mesma lâmina lixiviou 33, 25 e 25%, respectivamente, demonstrando que o incremento de palha sobre o solo resultou em diminuição da transposição do produto. Em relação as lâminas de água aplicadas, objetivando a lixiviação do amicarbazone da palha para o solo, os autores constataram que a simulação de chuva de 20 mm lixiviou 76%,

75%, 63% e 58% da quantidade total aplicada para 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, respectivamente. A partir da lâmina de água de 20 mm observou-se maior transposição do produto e o aumento da quantidade de palha na superfície do solo resulta na diminuição da lixiviação desse herbicida. Além disso, a quantidade de amicarbazone lixiviada pelas lâminas de chuva diminuiu com o aumento do intervalo de tempo entre a aplicação e a primeira chuva.

Conclusões

O incremento de palha na superfície do solo pode afetar a eficácia de herbicidas pré-emergentes em sistemas de produção de cana crua, pois pode aumentar a retenção dos herbicidas diminuindo sua transposição da camada de palha para o solo. Além disso, observa-se também que para a maioria dos herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, quanto maior for o intervalo entre a aplicação e a ocorrência de chuvas menor será a lixiviação até o solo, reduzindo a eficácia de controle das plantas daninhas. Portanto, esse comportamento depende das características físico-químicas dos herbicidas, condições ambientais, quantidade de palha e intervalo de tempo entre a aplicação e a ocorrência de chuvas.

Referências

- AZANIA, A.A.P.M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.207-212, 2002.
- BOUCHARD, D. C.; LAVY, T. L.; LAWSON, E. R. Mobility and persistence of hexazinone in a forest watershed. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.2, p.229-233, 1985.
- BRUNHARO, C. et al. Eficácia dos herbicidas imazapic e amicarbazone aplicado em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar para o controle de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.3, p.276-283, 2012.
- CARDOZO, N.P. et al. Área foliar de duas trepadeiras infestantes de cana-de-açúcar utilizando dimensões lineares de folhas. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.683-687, 2009.
- CAVENAGHI, A.L. et al. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic[®]) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.831-37, 2007.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n.1, p. 11-17, 2004.
- CORREIA, N.M.; REZENDE, P.M. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. Lavras: Editora UFLA, 2002. 55 p. (**Boletim Agropecuário**, 51).
- CORREIA, N.M.; ZEITOUN, V. Controle químico de melão-de-são-caetano em área de cana-soca. **Bragantia**, v.69, n.2, p.329-337, 2010.
- CORREIA, N.M.; KRONKA JR., B. Controle químico de plantas dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia* em cana-soca. **Planta Daninha**, v.28, n.esp, p.1143-1152, 2010.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2009. 72p.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: Fundamentos**. 1ª ed., v.1, Jaboticabal, FUNEP, 1992. 431p.
- KOGAN, A.M.; PÉREZ, J.A. Herbicidas: Fundamento Fisiológicos y Bioquímicos del Modo de Acción. **Ediciones Universidad Católica de Chile**, Santiago, Chile, 2003, 333 p.
- FORNAROLLI, D.A. et al. Influência da cobertura morta no comportamento do

- herbicida atrazine. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.97-107, 1998.
- HERNANDEZ, D.D.; ALVES, P.L.C.A.; MARTINS, J.V.F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.419-426, 2001.
- JONES JR., R.E.; BANKS, P.A.; RADCLIFFE, D.E. Alachlor and metribuzin movement and dissipation in a soil profile as influenced by soil surface condition. **Weed Science**, n.6, v.38, p.589-597, 1990.
- LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide-soil interaction in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, v.45, n.2, p.307-320, 1997.
- MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas em sistemas de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.471-481, 2005.
- MONQUERO, P.A. et al. Eficácia de herbicidas em diferentes épocas sobre *B. pilosa* e *I. quamoclit* em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.563-570, 2009.
- MONQUERO, P.A. et al. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.613-619, 2007.
- MONQUERO, P.A.; DALLA COSTA, V.; KROWOSLOSKI. Saflufenacil no controle de *Luffa aegyptiaca*, *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.176-182, 2011.
- NEGRISOLI, E. et al. Associação do herbicida tebuthiuron com a cobertura de palha no controle de plantas daninhas no sistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.621-628, 2007.
- NEGRISOLI, E. et al. Eficácia do herbicida oxyfluorfen com a cobertura de palha no controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.197-203, 2009.
- NEGRISOLI, E. et al. Influência da palha e da simulação de chuva sobre a eficácia da mistura formulada clomazone + hexazinone no controle de plantas daninhas em área de cana-crua. **Planta Daninha**, v.29, n.1, p. 169-177, 2011.
- OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN. J. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Editora Omnipax, v.1, p.263-304, 2011.
- RAMIA, V.V. et al. Manejo Químico de *Ricinus communis* utilizando herbicidas seletivos À cana-de-açúcar. **STAB**, v.28, n.1, p.38-41, 2009.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.
- ROSS, M.A.; LEMBI, C.A. **Applied weed science**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 452 p.
- ROSSI, C.V.S. et al. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.223-230, 2013.
- RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta: **Fundacep Fecotrigo**, 1995. 134 p.
- SANTOS, G. et al. Eficácia e seletividade do herbicida imazapic isolado ou associado a outros herbicidas com e sem cobertura de palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.75-84, 2009.
- SIMONI, F. et al. Eficácia de imazapic e sulfentrazone sobre *Cyperus rotundus* em diferentes condições de chuva e palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.769-778, 2006.
- SORENSEN, B.A.; SHEA, P.J.; ROETH, F.W. Effects of tillage, application time and

rate on metribuzin dissipation. **Weed Science**, v.31, n.6, p.333-345, 1991.

TOFOLI, G.R. et al. Dinâmica do tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v.27, n.4, p.815-821, 2009.

TOLEDO, R.E.B. et al. Eficácia do herbicida amicarbazone aplicado sobre a palha ou no solo no controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.319-326, 2009.

TOLEDO, R.E.B. et al. Transposição e interceptação do herbicida Front[®] pela palha de cana-de-açúcar. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Anais...** Campo Grande, MS, 2012. p.264-269. CD-ROM

VAUGHAN, D.; ORD, B.G. Soil organic matter: a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility. In: MARTINUS, E.A.; JUNK, R., eds. **Soil organic matter and biological activity**. Boston, 1985, 469 p.

VENCILL, W.L. **Herbicide handbook**. Lawrence: Weed Science Society of America, 8.ed , 2002, 493 p.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2002. 89 p.

ZERA, F.S. et al. Tolerância de *Luffa aegyptiaca* a Herbicidas Utilizados em Cana-de-Açúcar. **STAB**, v.30, n.1, p.50-52, 2012.