

Efeito de herbicidas nos componentes de rendimento de genótipos de cana-de-açúcar¹

Effect of herbicides on yield components of sugarcane genotypes

Leandro Galon²; Alexandre Ferreira da Silva³; Ignacio Aspiazu⁴; Evander Alves Ferreira⁵; Germani Concenço⁶; Siumar Pedro Tironi⁷; Francisco Affonso Ferreira⁸

Resumo - O método de manejo de plantas daninhas mais usado em cana-de-açúcar tem sido o químico. Porém, ocorre grande variação de tolerância dos genótipos dessa cultura aos herbicidas utilizados. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de herbicidas sobre os componentes de rendimento de genótipos de cana-de-açúcar. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, arranjado em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas alocaram-se os tratamentos; ametryn (2000 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha⁻¹), ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1463 + 37 g ha⁻¹) e a testemunha capinada. Nas subparcelas foram dispostos os genótipos de cana-de-açúcar; RB72454, RB835486, RB855113, RB855156, RB867515, RB925211, RB925345, RB937570, RB947520 e SP80-1816. Os resultados demonstram que a fitotoxicidade dos herbicidas foi maior nos genótipos RB835486 e RB855113, em relação a testemunha capinada. O diâmetro de colmos dos genótipos RB867515, RB925211 e SP8018-16 não foi afetado pelos herbicidas nas doses utilizadas. O número de nós por planta e o número de plantas de cana-de-açúcar m⁻¹ foram reduzidos pelo uso de trifloxysulfuron-sodium e ametryn + trifloxysulfuron-sodium nos genótipos RB867515, RB925211 e RB947520. A produtividade de açúcar do genótipo RB855156 foi menor ao se aplicar os herbicidas. Comparando-se todos os genótipos observou-se que o SP80-1816 e o RB867515 foram os mais tolerantes, sobressaindo-se aos demais. Com base nos resultados conclui-se que existe tolerância diferenciada dos genótipos de cana-de-açúcar aos herbicidas testados.

Palavras-chaves: *Saccharum* spp., controle químico, seletividade de herbicidas

¹ Recebido para publicação em 09/10/2013 e aceito em 01/02/2014.

² Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim, Curso de Agronomia, Av. Dom João Hoffmann, 313, Bairro Fatima, CEP.: 99700-000, Erechim, RS, BR. Email: <leandro.galon@uffs.edu.br>. (*Autor para correspondência), Bolsista em Produtividade de Pesquisa do CNPq.

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 65, Caixa Postal 285, CEP.: 35701-970, Sete Lagoa, MG, BR. Email: <alexandre.ferreira@embrapa.br>.

⁴ Professor da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Janaúba, Centro de Ciências Agrárias, Av. Reinaldo Viana, 2630, CEP.: 39440-000, Janaúba, MG, BR. E-mail: <ignacio.aspiazu@unimontes.br>.

⁵ Bolsista PNPd, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Departamento de Agronomia, Câmpus JK, Rodovia MGT 367, km 583, 5.000, Bairro Alto do Jacuba, CEP.: 39100-000, Diamantina, MG, BR. Email: <evander.alves@yahoo.com.br>.

⁶ Pesquisador da área de Herbologia da Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), BR 163, km 253,6, Zona Rural, CEP.: 79804-970, Dourados, MS, BR. E-mail: <germani.concenço@embrapa.br>.

⁷ Professor da UFFS, Câmpus Chapecó, Curso de Agronomia, Av. Fernando Machado, 108, CEP: 89802-112, Centro, Chapecó, SC, BR, Email: <siumar.tironi@gmail.com>.

⁸ Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia (DFT), Avenida P.H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP.: 36570-000, Viçosa, MG, BR. Email: <faffonso@ufv.br>.

Abstract - The most used weed control method in the sugarcane crop nowadays is the chemical. However, there is a great variation in selectivity of the genotypes regarding these products. The aim of this work was to evaluate the effect of herbicides on yield components of sugarcane genotypes. It was used a randomized blocks design, in a split-plot, with four replicates. In the plots were allocated the treatments: ametryn (2000 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium (22.5 g ha⁻¹), ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1,463 + 37 g ha⁻¹) and the weeded control. In the subplots were the sugarcane genotypes: RB72454, RB835486, RB855113, RB855156, RB867515, RB925211, RB925345, RB937570, RB947520 and SP80-1816. Results show that herbicide phytotoxicity was higher in the RB835486 and RB855113 genotypes, when compared to the weeded control. Stalk diameter of 'RB867515', 'RB925211' and 'SP8018-16' was not affected when applying herbicides. The number of nodes per plant and the number of sugarcane plants per meter were affected by the use of trifloxysulfuron-sodium and ametryn + trifloxysulfuron-sodium in 'RB867515', 'RB925211' and 'RB947520'. Sugarcane productivity of the RB855156 genotype was lower when applying the herbicides. Comparing all the genotypes among themselves and in the presence of the herbicides, it was observed that the 'SP80-1816' and the 'RB867515' were the most tolerant, standing out in relation to the others. Based on the results, it can be concluded that there is different tolerance of the sugarcane genotypes regarding the tested herbicides.

Keywords: *Saccharum* spp., chemical control, herbicide selectivity

Introdução

A região Sudeste é a maior produtora de cana-de-açúcar do Brasil, que participa com 62% da área total plantada. O Estado de São Paulo contribui com 54% dessa área, seguida pela região Centro-Oeste e Nordeste, ambas com 14% da área total (Conab, 2013). Nessas três regiões, a produtividade média de colmos está em torno de 70, 69 e 60 t ha⁻¹, respectivamente (Conab, 2013). Alguns fatores são limitantes ao potencial de produtividade da cultura, dentre estes destaca-se a ocorrência de plantas daninhas que competem com a cana-de-açúcar pelos recursos disponíveis no meio, vindo a limitar o desenvolvimento e consequentemente o potencial de produtividade, além de em algumas situações dificultar a colheita e afetar a longevidade do canavial (Procópio et al., 2013).

Pode-se destacar que um dos inconvenientes do uso de herbicidas é a possibilidade destes afetarem direta ou indiretamente o crescimento, desenvolvimento e a qualidade do produto final das culturas (Das et al., 2003; Rizzardi et al., 2003; Galon et al., 2009; Tironi et al., 2012). Na cana-de-

açúcar, são encontrados poucos trabalhos desenvolvidos com o intuito de avaliar a seletividade e a possível influência dos herbicidas sobre os componentes da produtividade e da qualidade tecnológica do produto colhido (Barela & Christoffoleti, 2006; Galon et al., 2009; Tironi et al., 2012). Sabe-se que as cultivares de cana-de-açúcar apresentam respostas diferenciadas aos herbicidas, sendo comuns problemas de intoxicação em genótipos mais suscetíveis, com perdas na produtividade (Ferreira et al., 2005; Galon et al., 2009; Galon et al., 2010). O comportamento diferenciado de genótipos de cana-de-açúcar diante da aplicação de herbicidas é relatado em alguns trabalhos (Velini et al., 2000; Galon et al., 2010; Procópio et al., 2013), onde foram estudadas algumas variáveis como: doses de herbicidas, genótipos de cana-de-açúcar plantados, tipos de solo, condições edafoclimáticas, estágio de desenvolvimento da cultura, dentre outros.

A seletividade a herbicidas não pode ser determinada apenas por sintomas visuais de intoxicação, pois já são conhecidos exemplos de redução de produtividade sem apresentar

efeitos visualmente detectáveis; por outro lado, existem outros que provocam injúrias acentuadas, mas que permitem a recuperação plena da cultura (Galon et al., 2010; Tironi et al., 2012; Procópio et al., 2013) sem influência na produtividade. Dessa forma, quando o objetivo for avaliar os efeitos de herbicidas sobre a cana-de-açúcar, é fundamental que, além de se observar as injúrias, outros componentes do rendimento da cultura, como número de plantas por metro, diâmetro de caule, número de nós por colmo, taxa de crescimento e a produtividade também sejam avaliados (Velini et al., 2000; Ferreira et al., 2005; Galon et al., 2010; Tironi et al., 2012).

Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar os efeitos dos herbicidas ametryn, trifloxysulfuron-sodium e ametryn + trifloxysulfuron-sodium, sobre os componentes de rendimento de genótipos de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

O experimento foi instalado a campo, na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, sediada no Município de Oratórios-MG, em Argissolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2006), cujas características físicas e químicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo da área experimental. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Camada amostrada	pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
	H ₂ O		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			
0-10 cm	5,1	4,5	33	2,15	0,2	1,5	0,7		
SB	CTC (t)	CTC (T)	v	M	MO	Argila	Areia	Silte	
	cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹		%		
	2,28	2,48	2,48	51	8,0	0,9	39	43	18

¹ Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda. pH: em água, relação 1:2,5. P-K: Extrator Mehlich 1. Ca-Mg e Al: extrator KCl – 1 mol L⁻¹. H + Al: extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0. SB: soma de bases trocáveis. CTC (t): Capacidade de troca catiônica efetiva. CTC (T): capacidade de troca catiônica a pH 7,0. v: saturação de bases. m: saturação de alumínio. MO: matéria orgânica = C.org x 1,724 – Walkley-Black.

O preparo da área foi realizado pelo sistema convencional de cultivo, com aração seguida de gradagens e sulcamento, para o plantio das gemas de cana-de-açúcar com distância entre linhas de 1,40 m.

A correção do pH e a adubação foram realizadas conforme análise de solo e seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura da cana-de-açúcar (CFSEMG, 1999). A densidade de plantio foi de 18 gemas por metro de sulco (de três a cinco gemas por tolete).

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas foram aplicados os herbicidas: ametryn (2.000 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha⁻¹), a mistura comercial de ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1.463 + 37 g ha⁻¹) e mais uma

testemunha capinada. Nas subparcelas foram cultivados os genótipos de cana-de-açúcar RB72454, RB835486, RB855113, RB855156, RB867515, RB925211, RB925345, RB937570, RB947520 e SP80-1816.

Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência inicial da cana-de-açúcar, aos 70 dias após o plantio, utilizando um pulverizador costal de precisão pressurizado a CO₂, munido com barra de 2 m, acoplados a esta quatro pontas de pulverização da série TT 110.02, espaçadas de 0,5 m e calibrado para aplicar o equivalente a 150 L ha⁻¹ de calda. No momento da aplicação a temperatura era de 23 °C, a velocidade do vento, de 5 km h⁻¹ e a umidade relativa do ar de 73%.

As parcelas foram constituídas por 10 linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento, espaçadas em 1,4 m (14 x 10 m



= 140 m²), onde cada linha representava um genótipo, sendo que em todas as avaliações realizadas em cada unidade de observação, foi desconsiderado um metro de bordadura das extremidades frontais e laterais, o que dá área útil de 112 m² em cada unidade experimental.

A fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas sobre os genótipos de cana-de-açúcar foi avaliada visualmente aos 14, 45 e 60 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), de acordo com escala percentual de notas, na qual 0 correspondeu à ausência de fitotoxicidade e 100% à morte das plantas (SBCPD, 1995). As variáveis foram aferidas sempre no centro de cada unidade experimental em dez plantas de cana-de-açúcar. Aos 14, 45 e 360 DAA foram avaliados o diâmetro de colmos no colo da planta, utilizando paquímetro a 5 cm do solo. O número de nós por planta e número de plantas por metro foram avaliados aos 360 DAA. A produtividade de açúcar foi estimada aos 430 dias após o plantio, utilizando-se dez plantas com os colmos viáveis comercialmente da subparcela extrapolando-se o valor para t ha⁻¹ no momento da colheita, conforme metodologia descrita por Caldas (1998) e Fernandes (2003).

Os dados referentes a fitotoxicidade não foram transformados em porcentagem em relação a testemunha capinada, já o diâmetro do colmo, número de nós por planta, plantas por metro, e a produtividade de açúcar foram transformados em porcentagem em relação à testemunha capinada. Todos os dados foram analisados quanto à sua homocedasticidade, sendo submetidas logo em seguida à análise de variância. Após atenderem às premissas propostas anteriormente, efetuou-se o teste de agrupamento de média de Scott & Knott (1974). A probabilidade de erro aplicada em todos os testes foi de $p \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

Os efeitos fitotóxicos dos herbicidas aos 14, 45 e 60 DAA, diâmetro de colmos, número de plantas por metro aos 360 DAA e a

produtividade de açúcar apresentaram interação entre os genótipos de cana-de-açúcar e os herbicidas testados.

Os genótipos RB835486, RB855156, RB925345 e RB947520, aos 14 DAA, apresentaram maior fitotoxicidade em relação a testemunha que não recebeu aplicação de herbicidas (Tabela 2). Para o herbicida ametryn o RB72454, o RB855113, o RB855156 e o SP 80-1816 foram os mais sensíveis, em relação aos demais genótipos. Enquanto que para esse mesmo herbicida, os genótipos mais tolerantes foram o RB925345 e o RB947520 com 5,75 e 4,75% de fitotoxicidade, respectivamente. Os genótipos RB835486, RB867515, RB925211 e RB937570 apresentaram patamar intermediário de fitotoxicidade, ou seja, situaram-se entre os mais tolerantes e os mais suscetíveis, ao se aplicar o ametryn aos 14 DAA (Tabela 2). O uso de trifloxysulfuron-sodium ocasionou maior sintoma de fitotoxicidade apenas para o genótipo RB855156, enquanto que os demais genótipos não diferem entre si. Já a aplicação da mistura ametryn + trifloxysulfuron-sodium ocasionou as maiores injúrias ao RB855156 e ao RB925211 e as menores aos genótipos RB937570 e RB947520.

Ferreira et al., (2005) observaram que o genótipo RB855113 apresentou valores de fitotoxicidade ao ametryn + trifloxysulfuron-sodium, aplicado na dose de 2 kg ha⁻¹ aos 60 dias após a brotação das gemas, superiores a 40% aos 27 DAA, atingindo 44,4% aos 34 DAA. O mesmo genótipo e herbicida testados por Ferreira et al., (2005) foi utilizado no presente trabalho para se ter um padrão de sensibilidade, já que o RB855113 é classificado como não tolerante. Barros & Leonel (2001) e Freitas et al. (2004) ao trabalharem com o genótipo RB72454 tratado com trifloxysulfuron-sodium e a mistura deste produto com ametryn, não observaram efeitos de fitotoxicidade. A tolerância de um genótipo a herbicidas, além de atributos genéticos, pode ser influenciada por fatores edafoclimáticos e

estádio de desenvolvimento da cultura (Azania et al., 2006; Concenço & Galon, 2011).

Tabela 2. Porcentagem de fitotoxicidade de genótipos de cana-de-açúcar, aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Herbicidas			
	Testemunha capinada	ametryn (2000 g ha ⁻¹)	trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)
RB 72454	0,00 aC ¹	9,25 aA	5,25 bB	8,00 bA
RB 835486	0,00 aB	7,75 bA	6,00 bA	6,50 bA
RB 855113	0,00 aD	11,00 aA	4,50 bC	7,00 bB
RB 855156	0,00 aB	9,25 aA	9,25 aA	11,00 aA
RB 867515	0,00 aC	6,50 bA	4,50 bB	7,00 bA
RB 925211	0,00 aC	8,00 bA	5,25 bB	9,25 aA
RB 925345	0,00 aB	5,75 cA	6,75 bA	6,50 bA
RB 937570	0,00 aC	7,25 bA	5,50 bB	4,25 cB
RB 947520	0,00 aB	4,75 cA	5,25 bA	5,50 cA
SP 80-1816	0,00 aC	10,50 aA	6,25 bB	7,75 bB
C.V. (%) parcela			18,7	
C.V. (%) subparcela			27,4	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Os resultados demonstraram, aos 45 DAA (Tabela 3), que os genótipos de cana-de-açúcar apresentaram as maiores porcentagens de fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas, ao se comparar com as demais avaliações de fitotoxicidade efetuadas no período (14 e 60 DAA). Para o ametryn, os genótipos mais afetados foram RB855156 e RB947520 com 10,25 e 15,00% de injúria. Sob aplicação de trifloxysulfuron-sodium os genótipos que mais sofreram danos foram RB72454, RB855156, RB925211, RB925345 e SP80-1816 que não diferiram significativamente entre si, apenas em relação aos demais. Os genótipos RB925211 e o RB947520 foram os mais sensíveis ao ametryn + trifloxysulfuron-sodium.

Velini et al. (2000) estudaram a mistura composta de oxyfluorfen + ametryn aplicado em dez genótipos de cana-de-açúcar, e verificaram variação nos efeitos de fitotoxicidade entre os genótipos, sendo o SP80-1842 o que apresentou maior injúria. No entanto, os mesmos autores não observaram diferenças entre os tratamentos com ou sem o uso de herbicidas em termos de produtividade

de colmos, teor de sacarose nos colmos e produtividade de açúcar.

Aos 60 DAA, foi possível observar que a cana-de-açúcar conseguiu se recuperar das injúrias causadas pelos herbicidas, sendo constatado menor grau de fitotoxicidade para todos os genótipos avaliados (Tabela 4). Para o ametryn e trifloxysulfuron-sodium aplicados isoladamente não foram observadas diferenças entre os genótipos (Tabela 4). A mistura desses herbicidas causou maior fitotoxicidade nos genótipos RB855156, RB925211, RB925345 e RB947520.

Considera-se que a recuperação da cana-de-açúcar aos 60 DAA (Tabela 4) foi um processo rápido, já que essa cultura apresenta ciclo de desenvolvimento longo, de um a um ano e meio, dependendo se for cana-planta ou cana de ano ou cana soca. Corroborando com esse trabalho outros autores, ao aplicarem herbicidas sobre a cana-de-açúcar, também observaram que à medida que essa vai se desenvolvendo os sintomas de fitotoxicidade vão diminuindo, sendo que em alguns casos já aos 45 DAA houve plena recuperação da cultura aos efeitos tóxicos dos produtos (Velini

et al., 2000; Souza et al., 2009; Meschede et al., 2012).

Tabela 3. Porcentagem de fitotoxicidade de genótipos de cana-de-açúcar, aos 45 dias após a aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Herbicidas			
	Testemunha capinada	ametryn (2000 g ha ⁻¹)	trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)
RB 72454	0,00 Ac ¹	8,00 bA	10,50 aA	4,75 cB
RB 835486	0,00 aB	7,75 bA	9,00 bA	6,00 cA
RB 855113	0,00 aB	6,50 cA	8,00 bA	7,75 cA
RB 855156	0,00 aC	10,25 bB	13,75 aA	9,25 bB
RB 867515	0,00 aB	7,00 cA	5,50 bA	5,55 cA
RB 925211	0,00 aC	5,75 cB	13,25 aA	11,75 aA
RB 925345	0,00 aC	4,25 cB	12,75 aA	10,50 bA
RB 937570	0,00 aC	8,75 bA	7,50 bA	4,50 cB
RB 947520	0,00 aC	15,00 aA	11,25 aB	13,50 aA
SP 80-1816	0,00 aD	9,25 bB	12,75 aA	6,25 cC
C.V. parcela (%)			30,62	
C.V. subparcela (%)			31,16	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Porcentagem de fitotoxicidade de genótipos de cana-de-açúcar, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Herbicidas			
	Testemunha capinada	ametryn (2000 g ha ⁻¹)	trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)
RB72454	0,00 aC ¹	3,00 aB	7,75 aA	3,00 bB
RB835486	0,00 aB	5,50 aA	4,75 aA	4,50 bA
RB855113	0,00 aB	4,00 aA	5,50 aA	4,75 bA
RB855156	0,00 aC	3,00 aB	6,75 aA	6,50 aA
RB867515	0,00 aB	3,00 aA	5,25 aA	3,75 bA
RB925211	0,00 aC	3,75 aB	5,75 aA	7,00 aA
RB925345	0,00 aC	3,75 aB	6,25 aA	6,25 aA
RB937570	0,00 aB	4,00 aA	4,00 aA	3,00 bA
RB947520	0,00 aC	5,00 aB	5,75 aB	7,75 aA
SP80-1816	0,00 aB	4,25 aA	3,75 aA	4,25 bA
C.V. parcela (%)			35,29	
C.V. subparcela (%)			43,58	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Isso ocorre possivelmente devido ao modo de ação diferenciado desses herbicidas no metabolismo da cultura (Silva et al., 2007). O ametryn pertence ao grupo dos inibidores do FS II na fotossíntese, e seus danos à cana-de-açúcar correspondem à clorose seguida de necrose, iniciando-se pelos bordos das folhas (Velini et al., 2000). Os mesmos autores relatam ainda que em aplicações de pós-

emergência os sintomas podem apresentarem restritos ou serem mais acentuados nos pontos de contato da calda herbicida com as folhas, ou ainda é comum também esse produto apresentar eficiente absorção radicular. Já o herbicida trifloxysulfuron-sodium é classificado como inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS), participando da biossíntese dos aminoácidos de cadeia

ramificada valina, leucina e isoleucina e, conseqüentemente, inibindo proteínas essenciais às plantas suscetíveis (Rizzardì et al., 2002). Desse modo, as plantas sensíveis quando tratadas com o trifloxysulfuron-sodium podem apresentar sintomas de amarelecimento inicial das folhas, paralisação do crescimento e a morte das mesmas em uma a três semanas (Rodrigues & Almeida, 2011).

Espeçula-se ainda que a recuperação da cana-de-açúcar após os 60 DAA esteja relacionada com as condições climáticas, ou seja, com o aumento da temperatura e à ocorrência de chuvas, assim o metabolismo da cultura fica mais acelerado o que gera maior desenvolvimento das plantas. Desta forma, a cana-de-açúcar consegue metabolizar as moléculas dos herbicidas e, conseqüentemente, refletindo na diminuição dos sintomas de fitotoxicidade (Souza et al., 2009).

Constatou-se ainda que o cultivar SP80-1842 apresentou alta sensibilidade a oxyfluorfen + ametryn, sendo observado índice de fitotoxicidade superior a 44% (Velini et al., 2000). Os mesmos autores também observaram tolerância diferencial de genótipos de cana-de-açúcar ao aplicarem a mistura dos herbicidas oxyfluorfen + ametryn, o que corrobora aos

resultados encontrados no presente estudo. Rolim et al. (2001) observaram que o cultivar SP81-3250 apresentou maiores sintomas visuais de fitotoxicidade após aplicação da mistura de thiazopir + ametryn. Ferreira et al. (2005) estudaram 15 genótipos de cana-de-açúcar e verificaram sensibilidade diferencial ao ametryn + trifloxysulfuron-sodium, sendo o RB855113 o mais sensível mesmo nas menores doses, e que SP80-1842, SP80-1816, SP79-1011 e RB957689 apresentaram 21,16; 11,17; 16,60 e 24,17%, de fitotoxicidade, respectivamente, aos 34 DAA. Para as características diâmetro do colmo aferidas aos 14 e 45 DAA e o número de nós por plantas determinado aos 360 DAA não foi observada interação entre os herbicidas e os genótipos.

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura não avaliaram a influência de herbicidas sobre o diâmetro dos colmos de cana-de-açúcar. Entretanto, nesse estudo foi possível observar que esse é um parâmetro onde pode ser observado algumas diferenças. Os genótipos RB855156 e o SP80-1816 aos 45 DAA apresentaram os menores valores de diâmetro do colmo após a aplicação dos herbicidas, diferindo dos demais (Tabela 5).

Tabela 5. Percentagem em relação a testemunha capinada (100%) do diâmetro de colmos de genótipos de cana-de-açúcar aos 14 e 45 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Diâmetro do colmo (%)	
	14 DAA	45 DAA
RB72454	95,28 a ¹	91,80 a
RB835486	89,22 a	87,84 a
RB855113	94,41 a	88,26 a
RB855156	91,67 a	80,62 b
RB867515	95,73 a	93,13 a
RB925211	95,31 a	89,79 a
RB925345	91,66 a	88,13 a
RB937570	95,57 a	89,56 a
RB947520	86,41 a	92,63 a
SP80-1816	95,52 a	75,66 b
C.V. (%)	11,57	18,12

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Para o diâmetro de colmos, avaliados aos 360 DAA, constatou-se que o genótipo RB947520 foi o mais afetado com redução de aproximadamente 12% dessa variável sem diferir dos genótipos RB835486, RB855113, RB925345 e RB927570 ao ser tratado com o ametryn (Tabela 6). Ao se aplicar trifloxysulfuron-sodium sobre o RB855156 observou-se decréscimo de 16,68% no diâmetro do colmo, seguindo pelos genótipos RB72454 e RB925345 com reduções de aproximadamente 8%, respectivamente. Quando foi utilizada a mistura ocorreu redução de 12,18% em RB937570, diferindo dos demais genótipos avaliados.

Quanto ao número de nós por planta, não houve diferença entre plantas tratadas com o ametryn e aquelas que não receberam herbicidas (Tabela 7). Todavia, o trifloxysulfuron-sodium e o ametryn + trifloxysulfuron-sodium provocaram redução de aproximadamente 2% na variável em estudo, diferindo inclusive da aplicação do ametryn. Essa variável não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os genótipos avaliados.

Em relação ao número de plantas por metro não foram constatadas diferenças entre os genótipos para o ametryn (Tabela 8). Os genótipos tratados com o trifloxysulfuron-sodium demonstraram diferenças, sendo o maior efeito observado para o RB925211 com perdas de aproximadamente 30%, diferindo significativamente do RB835486, RB867515, RB925345, RB937570 e RB947520. O genótipo RB925211, ao ser tratado com ametryn + trifloxysulfuron-sodium, apresentou o menor número de plantas por metro (cerca de 31% em relação a testemunha capinada), porém não diferindo significativamente do RB867515 e RB947520, os quais apresentaram decréscimos aproximados de 22 e 18%, respectivamente. Observou-se ainda que os genótipos RB867515, RB925211 e RB947520 foram os mais afetados pelo trifloxysulfuron-sodium e pela mistura formulada. O ametryn aplicado isoladamente foi o que proporcionou menor redução de plantas por metro a todos os genótipos estudados, equivalendo-se significativamente a testemunha capinada.

Tabela 6. Porcentagem em relação a testemunha capinada (100%) do diâmetro de colmos de genótipos de cana-de-açúcar aos 360 dias após a aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Testemunha capinada	Herbicidas		
		ametryn (2000 g ha ⁻¹)	trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	Ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)
RB72454	100,00 aA ¹	100,00 aA	92,75 bB	98,77 aA
RB835486	100,00 aA	90,69 bB	96,27 aA	95,74 aA
RB855113	100,00 aA	89,45 bB	98,21 aA	98,61 aA
RB855156	100,00 aA	94,41 aA	83,32 cB	94,51 aA
RB867515	100,00 aA	98,81 aA	100,00 aA	98,65 aA
RB925211	100,00 aA	95,52 aA	100,00 aA	97,56 aA
RB925345	100,00 aA	89,36 bB	92,36 bB	93,84 aB
RB937570	100,00 aA	93,17 bB	97,86 aA	87,82 bB
RB947520	100,00 aA	88,30 bB	98,89 aA	99,17 aA
SP80-1816	100,00 aA	99,58 aA	99,58 aA	99,58 aA
C.V. (%) parcela			4,7	
C.V. (%) subparcela			4,2	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 7. Porcentagem em relação a testemunha capinada (100%) do número de nós por planta de genótipos de cana-de-açúcar, aos 360 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Herbicidas	Porcentagem do número de nós por planta
Testemunha capinada	100,00 a ¹
Ametryn (2000 g ha ⁻¹)	100,00 a
Trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	98,09 b
Ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)	97,57 b
C.V (%)	4,95

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas constituem grupos homogêneos conforme Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 8. Porcentagem em relação a testemunha capinada (100%) do número de plantas por metro de genótipos de cana-de-açúcar, aos 360 dias após a aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Herbicidas			
	Testemunha capinada	ametryn (2000 g ha ⁻¹)	trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha ⁻¹)	ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1673 + 37 g ha ⁻¹)
RB 72454	100,00 aA ¹	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
RB 835486	100,00 aA	96,15 aA	88,11 bA	92,31 aA
RB 855113	100,00 aA	97,73 aA	100,00 aA	95,45 aA
RB 855156	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
RB 867515	100,00 aA	92,73 aA	87,90 bB	78,36 bB
RB 925211	100,00 aA	91,29 aA	70,31 cB	68,75 bB
RB 925345	100,00 aA	90,91 aA	90,91 bA	88,64 aA
RB 937570	100,00 aA	86,11 aA	93,75 bA	90,63 aA
RB 947520	100,00 aA	98,08 aA	87,40 bB	82,82 bB
SP 80-1816	100,00 aA	97,92 aA	98,33 aA	93,06 aA
C.V. (%) parcela			6,9	
C.V. (%) subparcela			9,0	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Com relação à produtividade de açúcar não foram observadas diferenças entre os genótipos quando tratados com o ametryn (Tabela 9). O trifloxysulfuron-sodium ocasionou redução dessa variável nos genótipos RB72454, RB835486 e RB855156 equivalentes a aproximadamente 12, 23 e 17%, respectivamente. Quanto à mistura comercial composta por ametryn + trifloxysulfuron-sodium, observou-se redução da produtividade de açúcar de 11,02, 10,23 e 12,81% nos genótipos RB855113, RB855156 e RB925211, respectivamente, ao se comparar com a testemunha capinada, onde se considerou a sua produção máxima em 100%.

Quando se comparou os herbicidas entre si com a testemunha sem aplicação, observou-se que os genótipos RB72454 e RB835486 foram mais afetados na presença do trifloxysulfuron-sodium (Tabela 9). Todos os herbicidas diminuíram a produtividade de açúcar quando aplicados sobre o RB855156, comparando-se com testemunha capinada. Os resultados demonstram ao se tratar os genótipos RB855113, RB855156 e RB925211 com a mistura composta de ametryn + trifloxysulfuron-sodium, que houve redução significativa na produção de açúcar, em comparação aos demais tratamentos. Estes resultados corroboram com os encontrados por Azania et al. (2005) e Barela & Christoffoleti

(2006). Ao trabalharem com vários herbicidas, estes autores constataram que os mesmos afetaram negativamente a qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar, ou seja, a produtividade de colmos, de açúcar, Brix, fibra, sacarose aparente e pureza de caldo. No entanto, Souza et al. (2009) ao avaliarem as cultivares de cana-de-açúcar IACSP94-4004, IACSP93-3046, IAC86-2480, RB72454, IACSP94-2101 e IACSP94-2094 após a aplicação dos herbicidas diuron + hexazinona ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$); diuron + hexazinona ($1865 + 234 \text{ g ha}^{-1}$); metribuzin (2400 g ha^{-1}); tebutiuron (1200 g ha^{-1}) e amicarbazone (1260 g ha^{-1}) não observam efeitos dos produtos sobre as características tecnológicas da cultura. Assim, fica evidente que ocorre diferenciação quanto a seletividade de herbicidas em função das características intrínsecas de cada cultivar. Ou seja, cada cultivar responde de modo diferenciado aos efeitos dos produtos aplicados, sendo essa uma característica genética. Ressalta-se ainda que as condições edafoclimáticas também podem influenciar na seletividade de genótipos de cana-de-açúcar aos herbicidas.

Tabela 9. Porcentagem em relação a testemunha capinada (100%) de produtividade de açúcar de genótipos de cana-de-açúcar após aplicação dos tratamentos. DFT/UFV, Viçosa/MG, 2009.

Genótipos	Herbicidas			
	Testemunha capinada	ametryn (2000 g ha^{-1})	trifloxysulfuron-sodium ($22,5 \text{ g ha}^{-1}$)	ametryn + trifloxysulfuron-sodium ($1673 + 37 \text{ g ha}^{-1}$)
RB 72454	100,00 aA ¹	96,00 aA	88,45 bB	100,00 aA
RB 835486	100,00 aA	100,00 aA	77,67 cB	98,36 aA
RB 855113	100,00 aA	98,39 aA	95,89 aA	88,98 bB
RB 855156	100,00 aA	91,46 aB	83,51 bB	89,77 bB
RB 867515	100,00 aA	94,57 aA	100,00 aA	98,74 aA
RB 925211	100,00 aA	100,00 aA	97,47 aA	87,19 bB
RB 925345	100,00 aA	98,94 aA	93,00 aA	100,00 aA
RB 937570	100,00 aA	95,64 aA	99,25 aA	99,76 aA
RB 947520	100,00 aA	99,09 aA	100,00 aA	98,85 aA
SP 80-1816	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
C.V. (%) parcela			5,2	
C.V. (%) subparcela			6,0	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas constituem grupos homogêneos conforme Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

De modo geral, torna-se necessário levar em consideração o genótipo de cana-de-açúcar cultivado para a escolha do herbicida a ser utilizado no controle de plantas daninhas, afim de reduzir perdas de produtividade ou da qualidade da matéria-prima.

Conclusões

O herbicida trifloxysulfuron-sodium e a mistura comercial ametryn + trifloxysulfuron-sodium ocasionaram as maiores injúrias aos genótipos de cana-de-açúcar testados.

Os genótipos de cana-de-açúcar SP80-1816 e o RB867515 foram os mais tolerantes aos herbicidas ametryn, trifloxysulfuron-sodium e ametryn + trifloxysulfuron-sodium, considerando todas as variáveis avaliadas.

A aplicação de ametryn, trifloxysulfuron-sodium e ametryn + trifloxysulfuron-sodium afetaram negativamente a porcentagem da produção de açúcar do genótipo RB855156.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsas e auxílio financeiro para a execução da pesquisa

Referências

AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de herbicidas. II – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas. **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.669-675, 2005.

AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de herbicidas. Seletividade de herbicidas. III – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época de estiagem. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.489-495, 2006.

BARELA, J.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar (RB867515) tratada com nematocidas. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.371-378, 2006.

BARROS, A.C.; LEONEL, D.M. Eficácia e seletividade da mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.1, p.93-97, 2001.

CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da indústria do açúcar e do álcool no Estado de Alagoas, 1998. 422p.

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira 2011/12: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2012.

<http://www.conab.gov.br/>. <Acesso em 28 mar. 2013>.

CONCENÇO, G.; GALON, L. Plasmodemata: symplastic transport of herbicides within the plant. In: Soloneski, S., Larramendy, M. (Org.). **Herbicides, theory and applications. Herbicides, theory and applications**. Rijeka/Croacia: Intech, 2011. p. 455-470.

DAS, A.C.; DEBNATH, A.; MUKHERJEE, D. Effect of the herbicides oxadiazon and oxyfluorfen on phosphates solubilizing microorganisms and their persistence in rice fields. **Chemosphere**, v.53, n.3, p.217-22, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

FERNANDES, P.C.R. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar**. 2. Ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

FERREIRA, E.A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.93-99, 2005.

FREITAS, S.P. et al. Controle químico de *Rottboelia exaltata* em cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.461-466, 2004.

GALON, L. et al. Influência de herbicidas na qualidade da matéria-prima de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.555-562, 2009.

GALON, L. et al. Tolerância de novos genótipos de cana-de-açúcar a herbicidas. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.329-338, 2010.

MESCHEDE, D.K. et al. Alterações no metabolismo da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta Daninha**, v.30, n.1, p.113-119, 2012.



- PROCÓPIO, S.O. et al. Plantas Daninhas. In: SANTOS, F., BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013. p.117-152.
- RIZZARDI, M.A. et al. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.957-965, 2003.
- RIZZARDI, M.A. et al. Resistência de plantas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.149-158, 2002.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.R. **Guia de herbicidas**. 5^a ed, Londrina: Edição dos Autores, 2011. 697p.
- ROLIM, J.C. et al. Tolerância de cana-de-açúcar à aplicação sequencial de nematicidas e herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.1, p.113-117, 2001.
- SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Herbicidas: Classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A.A., SILVA, J.F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. p.83-148.
- SOUZA, J.R. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, v.68, n.4, p.941-951, 2009.
- TIRONI, S.P. et al. Produtividade e qualidade da matéria prima de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.32-41, 2012.
- VELINI, E.D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.123-134, 2000.