

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

Herbicide Selectivity in Sugarcane Varieties

MARTINS, D.², COSTA, N.V.³, CARDOSO, L.A.⁴, RODRIGUES, A.C.P.³ e SILVA, J.I.C.⁵

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade do herbicida topramezone aplicado de forma isolada e em mistura com tebuthiuron, em pós-emergência inicial, sobre dez variedades de cana-de-açúcar em condição de cana-planta. Os tratamentos utilizados foram: topramezone + Dash® (70 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); e ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹), aplicados aos 35 dias após o plantio, além de uma testemunha sem aplicação de herbicidas. Durante a condução do experimento, todas as parcelas permaneceram livres da interferência das plantas daninhas por meio de capinas. As plantas de cana-de-açúcar estavam com duas a quatro folhas por ocasião da aplicação dos herbicidas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as variedades dispostas nas parcelas e os herbicidas nas subparcelas. As variedades utilizadas foram: SP 83 2847, SP 80 3280, RB 85 5453, SP 80 1842, SP 89 1115, RB 86 7515, PO 8862, RB 85 5156, SP 80 1816 e SP 81 3250. As avaliações visuais de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação. Ao final do estudo foram determinados os parâmetros tecnológicos pol, fibra e brix e os parâmetros produtivos rendimento de colmos e produção de açúcar. A formulação isolada de topramezone seguida de suas misturas com tebuthiuron proporcionaram inicialmente severos sintomas visuais de injúrias às plantas de cana-de-açúcar; contudo, as plantas de todas as variedades testadas tiveram uma total recuperação visual a partir dos 35 dias após a aplicação dos herbicidas. A mistura de tebuthiuron com topramezone reduziu os sintomas de injúrias iniciais provocados por este último. A mistura de ametryn + tebuthiuron foi o tratamento que evidenciou a ação fitotóxica menos severa às plantas, independentemente da variedade estudada. Nenhum dos herbicidas testados afetou negativamente os componentes tecnológicos e produtivos, sendo as diferenças observadas dependentes apenas das variedades. Podem-se considerar seletivos os herbicidas utilizados sobre as variedades avaliadas de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., tebuthiuron, ametryn.

ABSTRACT - The objective of this experiment was to evaluate the selectivity of the herbicide topramezone applied alone, and in a mixture with tebuthiuron. The herbicides were applied after sprouting on ten sugarcane varieties on condition of first crop. The treatments were: topramezone + Dash® (70 g ha⁻¹ + 0.25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0.25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0.25% v/v), ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹), applied 30 days after planting, and a control without herbicides. During the experiment, all plots remained free from the interference of weeds by hoeing. Herbicides were applied when the plants had reached the two to four leaf stages. Treatments were arranged in a randomized complete block design in split-plot, with four replications for each treatment, with the varieties in the plots and the herbicides in the subplots. Ten varieties were utilized in this study: SP 83 2847, SP 80 3280, RB 85 5453, SP 80 1842, SP 89 1115, RB 86 7515, PO 8862, RB 85 5156, SP 80 1816, and SP 81 3250. Visual phyto-toxicity evaluations were taken 7, 14, 28, and 35 days after application. At the end of the study, technological parameters such as pol, fiber, and brix, and productive parameters, such

¹ Recebido para publicação em 15.3.2010 e na forma revisada em 17.12.2010.

² Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista – FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP, <dmartins@fca.unesp.br>; ³ Professor Adjunto, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/CCA, Marechal Cândido Rondon-PR; ⁴ Doutor em Agronomia/Consultor Nacional da FAO (Food and Agriculture Organization) em Guiné-Bissau, África; ⁵ Doutor em Agronomia, Dep. de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu-SP.



as stalk weight, and sugar production, were determined. The formulation of topramezone alone followed by its mixtures with tebuthiuron initially provided severe visual injury to the sugarcane plants; however, the plants of all varieties tested had a total visual injury recovery 35 days after herbicide application. The mixture with tebuthiuron reduced the symptoms of injuries caused by topramezone. The mixture of ametryn + tebuthiuron showed the least severe phytotoxic action against the plants, regardless of the variety studied. None of herbicides tested showed negative effects on the technological or productive components of the studied varieties. The herbicides utilized on the ten varieties of sugarcane can, therefore, be considered selective.

Keywords: *Saccharum* spp., tebuthiuron, ametryn.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma espécie originária da Ásia que se adaptou às condições brasileiras, tornando-se uma cultura de importância econômica para o Brasil, produzindo matéria-prima para a indústria sucroalcooleira e cogeração de energia elétrica. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial, sendo a cultura cultivada em todo o território nacional, com destaque para o Estado de São Paulo, responsável por 58,9% da produção nacional (AGRIANUAL, 2008).

Entre os problemas existentes no setor canavieiro e que oneram a produção, destaca-se o controle das plantas daninhas, as quais são responsáveis por até 80% das perdas na produção, podendo também aumentar o custo de produção em cerca de 30% para cana-soca e de 15 a 20% para cana-planta, além de diminuir o número de cortes viáveis (Lorenzi, 1995; Barros & Leonel, 2001; Azania, 2004; Procópio et al., 2004).

Nas condições do Brasil, dos métodos empregados no manejo de plantas daninhas, o controle químico é o mais utilizado nessa cultura, sendo o consumo de herbicida elevado, principalmente em razão da grande extensão das áreas plantadas, o que constitui um atraente mercado alvo de grandes investimentos na produção de herbicidas com potencial de uso nessas áreas.

Tanto para a cana-de-açúcar como para qualquer outra espécie cultivada, a recomendação de um herbicida está condicionada à sua seletividade, ou seja, à sua capacidade de eliminar espécies vegetais indesejáveis sem promover reduções economicamente significativas, tanto na qualidade quanto na quantidade

produzida pela cultura (Velini et al., 2000). De acordo com esses autores, não basta um herbicida simplesmente ser seletivo para uma determinada espécie, ele deve ser seletivo também para os cultivares mais comuns dela e especificamente para cana-de-açúcar, uma cultura semiperene, por vários ciclos produtivos.

O contínuo desenvolvimento de novos herbicidas para uso nessa cultura, bem como a dinâmica de introdução ou troca de variedades, faz com que o estudo da interação desses dois fatores torne-se constante (Terra, 2003). De acordo com Fagliari et al. (2001), a seletividade de novos herbicidas deve ser avaliada nos cultivares de cana-de-açúcar mais plantados, assim como a tolerância de variedades recém-lançadas aos herbicidas tradicionalmente utilizados nessa cultura.

O topramezone é um novo herbicida de aplicação em pós-emergência com amplo espectro de controle de gramíneas e dicotiledôneas em milho (Grossmann & Ehrhardt, 2007). Ele pertence ao grupo químico das pyrazolones ou benzoil pyrazoles e bloqueia a formação de homogentisate, possivelmente através da inibição da 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (4-HPPD), resultando na inibição da síntese de carotenoides e conseqüente degradação da clorofila, provocando assim a clorose e a necrose nas folhas de plantas suscetíveis (Bollman et al., 2008). O rápido metabolismo combinado com a menor sensibilidade da enzima-alvo 4-HPPD contribui para a tolerância do milho a esse herbicida. Por ser seletivo ao milho e apresentar alta eficiência no controle de plantas daninhas, especula-se que esse herbicida também possa ser utilizado de forma seletiva para a cana-de-açúcar.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência e seletividade do herbicida topramezone em variedades de cana-de-açúcar em condição de cana-planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, no município de Botucatu-SP, pertencente à Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP/FCA), em um solo classificado como Nitossolo Vermelho estruturado (Embrapa, 2006), com as seguintes características químicas: pH de 5,3; teor de matéria orgânica de 12,0 g dm⁻³; e capacidade de troca catiônica de 50,0 mmol dm⁻³. As características físicas eram: 570 g kg⁻¹ de argila, 180 g kg⁻¹ de silte, e 250 g kg⁻¹ de areia. Os dados diários referentes às médias de temperaturas e precipitação pluvial durante a condução do experimento, coletados na Estação Meteorológica da FCA, estão apresentados na Figura 1.

Realizou-se em 8/2/2007 o plantio das seguintes variedades de cana-de-açúcar: SP 83 2847, SP 80 3280, RB 85 5453,

SP 80 1842, SP 89 1115, RB 86 7515, PO 8862, RB 85 5156, SP 80 1816 e SP 81 3250. Na distribuição dos toletes nos sulcos de plantio espaçados de 1,40 m, adotou-se o sistema de colmos cruzados “pé com ponta”, procurando atingir a média de 12 gemas por metro. No momento do plantio, adubou-se a área com 600 kg ha⁻¹ de adubo da formulação 08-28-16, sendo ele distribuído em área total, após 20 dias da realização da calagem. A adução de cobertura foi realizada aos 64 dias após o plantio, utilizando-se 350 kg ha⁻¹ da fórmula 20-05-20, depositados ao lado da linha de plantio e incorporados manualmente.

Os tratamentos herbicidas utilizados foram: topramezone + Dash® (70 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); topramezone + tebuthiuron + Dash® (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); e ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹), aplicados aos 35 dias após o plantio (DAP), além de uma testemunha sem aplicação de herbicidas. No momento da aplicação as plantas de cana-de-açúcar encontravam-se com duas a quatro folhas. Durante a condução do experimento, todas as parcelas permaneceram livres da

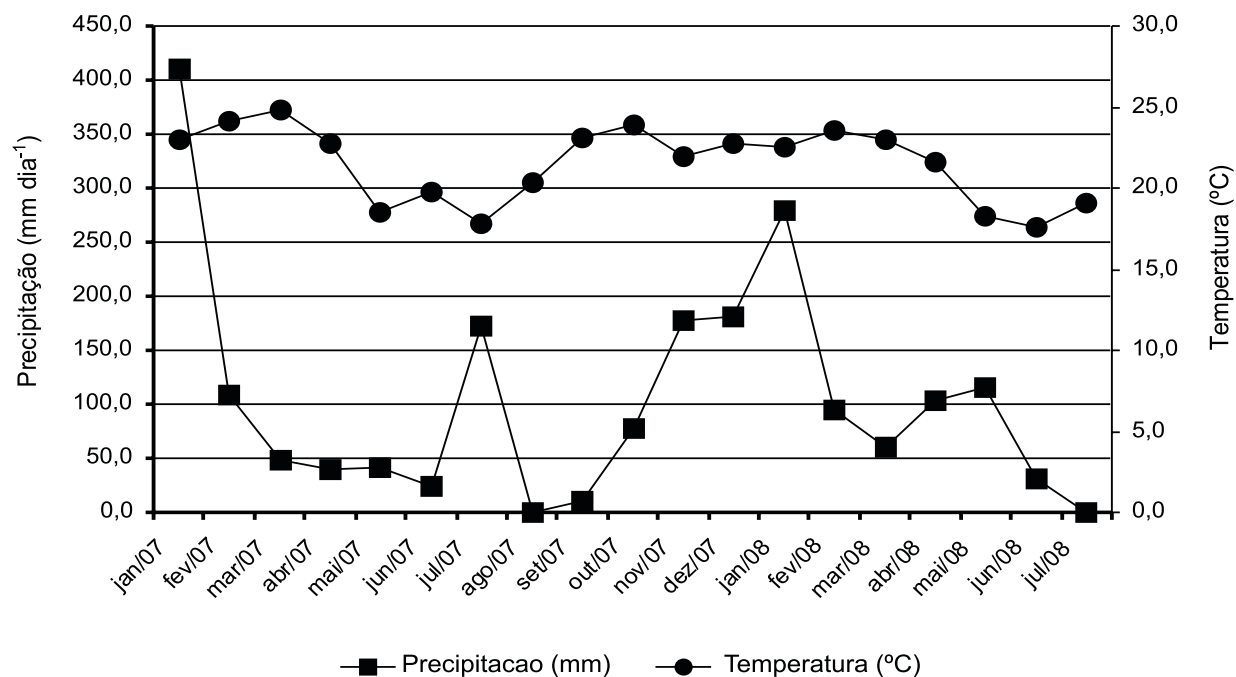


Figura 1 - Valores de precipitação (mm dia⁻¹) e médias de temperaturas (°C) registradas durante a condução do experimento. Botucatu-SP 2007/08.



interferência das plantas daninhas por meio de capinas.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As variedades foram dispostas nas parcelas, e os tratamentos herbicidas, nas subparcelas. Cada parcela foi constituída de cinco subparcelas, sendo cada uma composta de 6 m de comprimento por 5,6 m de largura (33,6 m²).

A aplicação dos herbicidas foi realizada em 15/3/2007. As condições meteorológicas no momento da aplicação foram: temperatura média do ar de 27 °C, umidade relativa média do ar de 65% e velocidade média do vento de 2 a 4 km h⁻¹. O equipamento utilizado na aplicação dos tratamentos foi um pulverizador costal pressurizado a CO₂ e equipado com barra de aplicação com seis pontas Teejet XR 11002VS, a qual aspergiu um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliaram-se as variáveis: (i) porcentagem de fitointoxicação: as avaliações visuais de fitointoxicação foram realizadas aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, por meio de uma escala percentual de notas, na qual zero correspondeu a nenhuma injúria e 100 à morte de todas as plantas; (ii) características tecnológicas: antes da colheita, foram retiradas amostras de 10 colmos por parcela, que foram desintegrados e homogeneizados, e uma alíquota de 500 g foi submetida à prensa hidráulica para determinação do teor de Pol, Brix e fibra. Todos os colmos foram submetidos aos despontes na altura da gema apical (ponto de quebra) e encaminhados para o Laboratório de Pureza de Cana da Unidade de Produção do Grupo COSAN, Unidade Barra; (iii) produtividade agrícola e produção de açúcar: para o cálculo da produtividade agrícola, pesaram-se todos os colmos colhidos na área total de cada subparcela (33,6 m²), extrapolando-os para a obtenção da produtividade em toneladas por hectare (t ha⁻¹), para isso, utilizou-se uma máquina carregadora adaptada a um dinamômetro digital. A produção de açúcar (t ha⁻¹) foi determinada a partir do cálculo [(TCH x % pol)/100], em que o TCH refere-se à produtividade da cana-de-açúcar em t ha⁻¹.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias

dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as porcentagens de fitointoxicação visual das variedades de cana-de-açúcar avaliadas em diferentes períodos de tempo após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência inicial da cultura da cana-de-açúcar. Observou-se, aos 7 dias após a aplicação (DAA), que todos os tratamentos químicos, em geral, proporcionaram a todas as variedades de cana-de-açúcar fitointoxicação visual de intensidade variável, com cloroses a necroses consideráveis. Grossmann & Ehrhardt (2007), Maciel et al. (2008) e Terra (2003) descreveram esses sintomas de injúrias como amarelecimento do limbo foliar, seguido pela requeima das folhas, começando pelo ápice e pelas laterais e estendendo-se para a nervura central, ocorrendo, em alguns casos, secamento total das folhas. Nota-se que os maiores sintomas de injúrias foram observados nos tratamentos com o herbicida topamezone, principalmente o tratamento isolado (70 g ha⁻¹). Na maior dose da mistura de topamezone + tebuthiuron (100 g ha⁻¹ + 1.000 g ha⁻¹), em algumas variedades, como PO 8862 e SP 81 3250, os níveis de injúria chegaram a ser preocupantes, ultrapassando os 30%, superiores ao limite máximo de 27% estabelecido por Velini et al. (1993) para que não haja reduções das características produtivas da cana-de-açúcar. Ressalta-se que a mistura de tebuthiuron ao topamezone reduziu as injúrias provocadas por este último em todas as variedades estudadas, provavelmente por ter ocorrido sinergismo entre os herbicidas misturados.

As variações de injúrias observadas nos cultivares submetidos aos mesmos tratamentos químicos evidenciaram a existência de características intrínsecas das variedades quanto à tolerância a herbicidas. Ainda, ficou evidente que a grande intoxicação visual promovida pela mistura de tebuthiuron com o topamezone ocorrem mais em função do topamezone do que do tebuthiuron. Além de os sintomas serem atípicos do topamezone, conforme a descrição de Grossmann & Ehrhardt (2007), em um estudo do mecanismo de ação do topamezone e sua seletividade à

cultura do milho, observou-se que o tratamento-padrão utilizado nesse estudo (ametryn + tebuthiuron) proporcionou apenas leves sintomas de injúrias sobre as plantas.

Aos 14 DAA, constataram-se, de maneira geral, reduções progressivas dos sintomas iniciais de injúrias em todas as variedades de cana-de-açúcar, exceto para a variedade RB 86 7515

Tabela 1 - Porcentagem de fitointoxicação em variedades de cana-de-açúcar aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação de herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08

Variedade	Tratamento	Dias após a aplicação			
		7	14	28	35
SP 83 2847	topramezone ^{1/}	22,5	7,5	1,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	14,3	3,3	0,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	18,8	8,8	3,3	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	10,8	2,0	0,5	0,0
SP 80 3280	topramezone ¹	25,8	21,5	10,0	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	13,0	13,8	3,8	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	17,3	12,5	4,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	12,0	6,3	2,0	0,0
RB 85 5453	topramezone ¹	27,5	27,5	8,0	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	12,5	4,5	4,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	21,8	15,5	9,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	8,8	2,5	3,8	0,0
SP 80 1842	topramezone ¹	25,0	17,5	6,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	11,0	2,5	3,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	23,5	18,8	6,3	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	5,0	1,3	2,0	0,0
SP 89 1115	topramezone ¹	19,2	11,0	3,8	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	12,5	4,3	0,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	14,3	13,8	5,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	6,3	1,3	0,0	0,0
RB 86 7515	topramezone ¹	26,2	31,3	15,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	18,8	12,5	1,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	25,5	36,3	12,5	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	8,3	3,0	0,8	0,0
PO 8862	topramezone ¹	42,5	29,8	8,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	23,8	4,5	11,8	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	34,3	22,5	11,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	20,0	18,8	5,0	0,0
RB 85 5156	topramezone ¹	27,5	16,8	7,0	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	17,0	8,8	3,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	22,0	27,5	10,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	8,8	5,8	8,8	0,0
SP 80 1816	topramezone ¹	22,0	12,5	8,3	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	13,0	11,3	8,5	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	18,8	17,5	10,0	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	13,3	5,0	6,3	0,0
SP81 3250	topramezone ¹	33,8	23,0	13,0	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	19,3	10,0	2,0	0,0
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	32,0	21,3	7,5	0,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	7,5	3,0	3,8	0,0

^{1/} topramezone + Dash® (70 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{2/} topramezone + tebuthiuron + Dash® (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{3/} topramezone + tebuthiuron + Dash® (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{4/} ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹).



tratada com a dose isolada de topamezone e a maior dose da mistura de topamezone + tebuthiuron, com aumento dos sintomas de fitotoxicidade de 26,2 para 31,3% e de 25,5 para 36,3%, respectivamente, no qual o nível de sintomas foi considerado elevado (Velini et al., 1993). Entretanto, a mistura de tebuthiuron com ametryn (1.000 g ha⁻¹ + 1.500 g ha⁻¹) foi o tratamento que menos proporcionou sintomas visuais de injúrias às plantas de cana-de-açúcar, variando de 5 a 10%, exceto a variedade PO 8862, que atingiu 20%, valor intermediário e aceitável agronomicamente.

Aos 28 DAA, os sintomas visuais de fitointoxicação haviam quase desaparecido em todas as variedades de cana-de-açúcar, independentemente do tratamento químico testado, exceto nas variedades RB 86 7515, PO 8862 e SP 80 1816, porém alguns tratamentos contendo o topamezone ainda continuavam com os sintomas de fitointoxicação considerados intermediários, variando de 11 a 15,5%. As variações observadas demonstraram que as variedades de cana-de-açúcar podem apresentar padrões diferenciados de crescimento e superação da intoxicação e que esse padrão de recuperação pouco depende da intensidade inicial de intoxicação.

Galon et al. (2009a) verificaram que o genótipo SP 80 1816 foi menos tolerante aos herbicidas ametryn e trifloxysulfuron-sodium e à mistura formulada de ametryn + trifloxysulfuron-sodium do que o RB867515 nas doses de 0,5, 1,0 e 3,0 vezes a dose comercial recomendada pelo fabricante, apresentando elevados índices de intoxicação aos 14, 28 e 42 dias após a aplicação dos tratamentos.

Ressalta-se, ainda, que a redução acentuada das notas de fitointoxicação foi devido à ausência de injúrias nas folhas novas e não à redução da área das lesões, ou seja, os sintomas mantiveram-se restritos aos pontos de contato dos herbicidas com as folhas mais velhas; esse fato indicou que absorção radicular não teve importância em termos de intoxicação das plantas. Observações semelhantes foram feitas por Galon et al. (2009a) em estudos de seletividade de herbicidas em diferentes variedades de cana-de-açúcar, nos quais constataram uma quase dissipação por completa dos sintomas iniciais de injúrias proporcionados pelos herbicidas tebuthiuron, ametryn

e a mistura ametryn + trifloxysulfuron-sodium.

Aos 35 DAA, verificou-se completa dissipação dos sintomas iniciais de injúrias promovidos pelos tratamentos químicos em todas as variedades de cana-de-açúcar. Essa dissipação foi atribuída à rápida emissão de folhas novas sem sintomas de injúrias, provavelmente favorecidas pelas condições climáticas durante o período avaliado (Figura 1). De acordo com Velini et al. (1993), a rápida recuperação de plantas de cana-de-açúcar tratadas com herbicidas pode ser atribuída à precipitação pluvial durante a condução do estudo, o que favorece o desenvolvimento da cultura.

Da mesma forma, pode-se considerar que as variedades de cana-de-açúcar podem apresentar padrões diferenciados de crescimento e superação da intoxicação e que esse padrão de recuperação pouco depende da intensidade inicial de intoxicação. Esse comportamento também foi verificado por Galon et al. (2009a,b), os quais afirmam ainda que também as propriedades físico-químicas do herbicida aplicado para controle de plantas daninhas e, em algumas situações, até mesmo as condições edafoclimáticas da região onde é plantada a cana-de-açúcar podem alterar o desempenho da cultura em relação à tolerância aos herbicidas.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos parâmetros tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar tratada com diferentes herbicidas. Verificou-se, na Tabela 3, que os fatores principais, variedade e herbicida, atuaram de forma isolada sobre esses parâmetros, conforme pode ser observado pela não significância da interação (variedade x herbicida). Assim, os fatores apresentaram comportamento independente entre si, ou seja, os efeitos observados nas variedades devem ser atribuídos às diferenças genotípicas destas e não à ação dos tratamentos químicos.

Na Tabela 4 constam os teores de pol, brix e fibra, rendimento de colmos e o rendimento de açúcar produzido pelas diferentes variedades de cana-de-açúcar utilizadas neste estudo. Exceto o teor de fibra, todos os demais parâmetros foram significativos pelo teste F, indicando as diferenças entre as variedades nos principais quesitos tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar.

Tabela 2 - Efeito de herbicidas sobre os teores de pol, brix, fibra, rendimento de colmos e produção de açúcar de variedades de cana-de-açúcar. Botucatu-SP, 2007/08

Variedade	Tratamento	Porcentagem			Colmo (t ha ⁻¹)	Açúcar (t ha ⁻¹)
		Pol	Brix	Fibra		
SP 83 2847	topramezone ^{1/}	13,8	19,0	12,6	241,3	33,5
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	14,5	19,3	12,7	254,2	36,7
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	14,4	19,3	12,8	249,6	35,1
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	14,6	20,0	13,6	243,3	35,2
	testemunha	14,9	20,0	13,2	258,8	38,1
SP 80 3280	topramezone ^{1/}	15,6	20,7	12,7	211,1	31,4
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,5	20,7	12,7	215,5	32,2
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,8	21,0	12,5	242,9	38,2
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,7	21,0	12,5	218,2	32,2
	testemunha	16,0	21,3	12,7	216,9	33,7
RB 85 5453	topramezone ^{1/}	15,1	20,0	12,8	186,1	28,9
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,5	20,3	12,9	211,0	31,2
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,7	21,0	12,7	192,9	29,3
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,3	20,3	12,6	200,6	30,2
	testemunha	15,4	20,3	13,2	191,7	28,8
SP 80 1842	topramezone ^{1/}	15,8	21,0	13,2	194,8	30,6
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,4	20,7	13,0	207,1	31,4
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,9	21,0	12,4	187,2	29,3
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,6	21,0	13,4	203,2	31,2
	testemunha	15,1	20,3	13,4	176,4	26,2
SP 89 1115	topramezone ^{1/}	16,0	20,7	12,5	241,3	39,3
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,8	21,0	11,4	237,6	37,4
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	16,5	21,0	12,0	243,6	40,3
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	16,3	21,7	12,2	250,4	41,0
	testemunha	15,3	20,0	11,8	235,9	36,9
RB 86 7515	topramezone ^{1/}	15,1	20,0	13,1	241,3	36,9
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,3	20,3	12,4	252,1	38,9
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,3	20,7	12,5	248,6	38,8
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	14,5	19,7	12,8	258,5	37,8
	testemunha	15,5	20,3	12,5	261,9	40,9
PO 8862	topramezone ^{1/}	14,0	18,7	11,5	257,6	35,5
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	14,6	19,3	11,7	276,7	41,4
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	14,3	19,3	12,5	259,5	37,0
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	14,3	18,7	11,4	253,3	35,9
	testemunha	13,6	18,0	11,6	264,0	35,8
RB 85 5156	topramezone ^{1/}	15,9	21,0	12,3	218,2	34,5
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	16,1	21,3	12,6	212,6	34,4
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	16,1	21,3	12,2	207,7	32,7
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,3	20,7	11,8	219,7	33,9
	testemunha	16,6	22,0	12,5	201,7	33,3
SP 80 1816	topramezone ^{1/}	15,9	20,7	12,2	183,3	30,5
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,8	21,0	12,3	209,9	34,3
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,9	21,0	12,1	202,5	33,8
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,7	20,7	12,5	225,3	37,2
	testemunha	15,3	20,3	12,4	182,9	28,4
SP 81 3250	topramezone ^{1/}	15,3	20,0	12,6	221,2	34,3
	topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,6	20,7	13,0	230,4	36,9
	topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,8	21,0	13,0	232,7	36,8
	ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,6	21,0	12,5	237,4	37,8
	testemunha	15,1	20,0	12,3	233,8	36,8

^{1/} topramezone + Dash® (70 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{2/} topramezone + tebuthiuron + Dash® (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{3/} topramezone + tebuthiuron + Dash® (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{4/} ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹).



Tabela 3 - Resultado da análise de variância dos dados de teores de pol, brix, fibra, rendimento de colmos e produção de açúcar de variedades de cana-de-açúcar. Botucatu-SP, 2007/08

Variedade	Fonte	Porcentagem			Colmo	Açúcar
		Pol	Brix	Fibra	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
Valores de F	Bloco	4,6*	5,7*	1,5 ^{ns}	12,13**	8,5*
	Variedades (parcelas)	5,8**	4,4**	1,0 ^{ns}	14,9**	6,7**
	Herbicidas (subparcelas)	0,1 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}	4,90**	1,5 ^{ns}
	Variedades x Herbicidas	0,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,1 ^{ns}
CV (%) Variedades		6,8	6,7	33,6	12,8	14,2
CV (%) Herbicidas		7,4	4,1	31,1	6,4	10,9
DMS Variedades		1,4	1,8	5,6	31,45	6,4
DMS Herbicidas		0,8	0,6	2,9	8,93	2,7

** Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Tabela 4 - Efeito de variedades de cana-de-açúcar sobre os teores de pol, brix, fibra, rendimento de colmos e rendimento de açúcar, submetidas a herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08

Variedade	Porcentagem			Colmo	Açúcar
	Pol	Brix	Fibra	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
SP 83 2847	14,5 bc	19,5 bc	13,0	249,4 ab	35,9 ab
SP 80 3280	15,7 ab	20,9 a	12,6	220,9 bcde	33,6 bc
RB 85 5453	15,4 abc	20,4 ab	12,8	196,5 e	29,7 c
SP 80 1842	15,5 ab	20,8 a	13,1	193,7 e	29,8 c
SP 89 1115	16,0 a	20,9 a	12,0	241,8 abc	39,0 a
RB 86 7515	15,1 abc	20,3 ab	12,7	252,5 a	38,6 a
PO 8862	14,2 c	18,8 c	11,7	262,2 a	37,1 ab
RB 85 5156	16,0 a	21,3 a	12,3	212,0 cde	33,7 bc
SP 80 1816	15,8 ab	20,7 a	12,3	200,8 de	32,8 bc
SP 81 3250	14,7 abc	20,5 ab	15,0	231,1 abcd	34,9 ab
Valores de F	5,80**	4,40**	1,00 ^{ns}	14,91**	6,70**
CV (%)	6,8	6,7	33,6	12,79	14,2
DMS	1,4	1,8	5,6	31,45	6,4

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). ** Significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Para o teor de brix, a variedade RB 85 5156 foi a que apresentou maior teor, apesar de só diferenciar das variedades PO 8862 e SP 83 2847, as quais apresentaram os menores teores. Entretanto, as variações entre as variedades, como já esperado, por se tratar de genótipos diferentes, apresentaram os teores de brix dentro de padrões aceitáveis pela indústria sucroalcooleira do Estado de São Paulo, segundo a qual uma cana-de-açúcar, para ser industrializada, deve ter, entre outras características, um caldo que contenha no mínimo 18 graus brix, ou seja, 18% de sólidos solúveis (Fernandes, 2000).

Quanto ao teor de pol, as variedades SP 89 1115 e RB 85 5156 foram as que

proporcionaram os maiores teores, só diferenciando estatisticamente das variedades PO 8862 e SP 83 2847, cujos teores foram os menores. Também, todas as variedades mostraram porcentagem de pol aceitável pelas indústrias sucroalcooleiras do Estado de São Paulo (Fernandes, 2000), para a qual uma cana, para ser considerada madura, deve apresentar pol igual ou maior que 14,4, com exceção da variedade PO 8862, que apresentou pol médio de 14,2.

Em relação ao rendimento de colmos, a variedade PO 8862, apesar de estatisticamente não se diferenciar das variedades RB 86 7515, SP 83 2847, SP 89 1115 e SP 81 3250, foi a que proporcionou maior produção, com média

de 262,2 toneladas por hectare. Ressalta-se que essas diferenças observadas entre as variedades já eram esperadas, por se tratar de diferentes genótipos.

Quanto à produção estimada de açúcar, observou-se que as variedades de cana-de-açúcar mais produtivas foram SP 89 1115 e RB 86 7515, apesar de diferirem somente das variedades SP 80 3280, RB 85 5453, SP 80 1842, RB 85 5156 e SP 80 1816.

Na Tabela 5 registra-se a influência dos herbicidas nos teores de pol, brix, fibra, rendimento de colmos e rendimento de açúcar estimado da cana-de-açúcar. Verifica-se que nenhum dos parâmetros analisados foi significativamente afetado pela ação dos herbicidas testados. Contudo, independentemente de o rendimento de colmos ter sido significativo, nota-se que os valores encontrados nas parcelas tratadas com os herbicidas foram iguais ou superiores aos encontrados na testemunha, sendo, assim, seletivos às variedades estudadas.

Segundo Azania et al. (2001), o imazapic (73,5, 98,0 e 122,5 g ha⁻¹), imazapyr (125,0 g ha⁻¹) e tebuthiuron (1.100,0 g ha⁻¹) causam leves sintomas de intoxicação na fase inicial de desenvolvimento da variedade RB 83 5089, com total recuperação aos 100 DAT, sem prejuízo à produtividade e qualidade da matéria-prima.

Galon et al. (2009b) verificaram que, assim como na produtividade de colmos, as produtividades de açúcar dos genótipos RB 86

7515 e SP 80 1816 não foram alteradas pelos herbicidas ametryn (2.000 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium (22,5 g ha⁻¹) e a mistura comercial de ametryn + trifloxysulfuron-sodium (1.463 + 37,0 g ha⁻¹); entretanto, o ametryn ocasionou redução de 18,5% na produtividade da variedade RB 85 5156, enquanto o trifloxysulfuron-sodium e a mistura ametryn + trifloxysulfuron-sodium reduziram em cerca de 17 e 11%, respectivamente, a produtividade de açúcar da variedade RB 85 5156.

Velini et al. (2000), Azania et al. (2001) e Terra (2003), estudando a seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar, também não observaram efeitos negativos destes sobre essas características, o que evidencia que todos os tratamentos químicos utilizados neste estudo não influenciaram de forma negativa os parâmetros tecnológicos e produtivos de cana-de-açúcar, apesar de alguns tratamentos proporcionarem elevados sintomas iniciais de injúrias: acima de 27%. Esses valores são considerados elevados por Velini et al. (1993), os quais consideram que as taxas de injúrias acima de 27% poderiam comprometer negativamente os parâmetros quantitativo e qualitativo dos colmos, provavelmente, em detrimento das condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Ressalta-se que esse valor estabelecido deve ser reanalisado para diferentes moléculas, pois podem-se considerar seletivos os herbicidas utilizados neste estudo sobre as 10 variedades de cana-de-açúcar, mesmo com injúrias iniciais superiores a 27%.

Tabela 5 - Efeito de herbicidas sobre os teores de pol, brix, fibra, rendimento de colmos e rendimento de açúcar em variedades de cana-de-açúcar. Botucatu-SP, 2007/08

Tratamento	Porcentagem			Colmo (t ha ⁻¹)	Açúcar (t ha ⁻¹)
	Pol	Brix	Fibra		
topramezone ^{1/}	15,2	20,2	12,6	219,6 b	32,5
topramezone+ tebuthiuron ^{2/}	15,3	20,5	12,5	230,7 a	35,5
topramezone+ tebuthiuron ^{3/}	15,2	20,7	14,0	226,7 ab	34,4
ametryn + tebuthiuron ^{4/}	15,4	20,5	12,5	231,0 a	35,2
testemunha	15,3	20,3	12,6	222,4 ab	33,9
Valores de F	0,10 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,90 ^{ns}	4,87*	1,50 ^{ns}
CV (%)	7,4	4,1	31,1	6,38	10,90
DMS	0,8	0,6	2,9	8,93	2,7

^{1/} topramezone + Dash[®] (70 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{2/} topramezone + tebuthiuron + Dash[®] (70 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v); ^{3/} topramezone + tebuthiuron + Dash[®] (100 + 1.000 g ha⁻¹ + 0,25% v/v) e ^{4/} ametryn + tebuthiuron (1.500 + 1.000 g ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). * - Significativo a 5% de probabilidade. ns - Não significativo.



Com base nos resultados, pode-se concluir que todos os herbicidas utilizados foram seletivos para as variedades de cana-de-açúcar em condição de cana-planta, uma vez que os componentes tecnológicos e os parâmetros produtivos das variedades não foram afetados negativamente pelos herbicidas.

LITERATURA CITADA

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argros Comunicação, 2008. 266 p.
- AZÂNIA, C. A. M.; CASAGRANDE, A. A.; ROLIM, S. C. Seletividade de imazapic às soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 345-350, 2001.
- AZANIA, C. A. M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção 114 Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- BARROS, A. C.; LEONEL, D. M. Eficácia e seletividade da mistura trifloxysulfuron sodium/ ametryne para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **R. Bras. Herbic.**, v. 2, n. 3, p. 93-106, 2001.
- BOLLMAN, J. D. et al. Efficacy and tolerance to hppd-inhibiting herbicides in sweet corn. **Weed Technol.**, v. 22, n. 4, p. 666-674, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: 2006. 306 p.
- FAGLIARI, J. R.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar. **Acta Sci.**, v. 23, n. 5, p. 1229-1234, 2001.
- FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2000. 66 p.
- GALON, L. et al. Seletividade de herbicidas a genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1083-1093, 2009a. (Número Especial)
- 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, 2009b.
- GROSSMANN, K.; EHRHARDT, T. On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. **Pest. Manag. Sci.**, v. 63, p. 429-439, 2007.
- LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: Plantas daninhas na lavoura do Nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4., 1995, Recife. **Anais...** Recife: 1995. CD-ROM
- MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.
- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.
- TERRA, M. A. **Seletividade de diclosulam, trifloxysulfuron-sodium e ametryne a variedades de cana-de-açúcar**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- VELINI, E. D. et al. Avaliação dos efeitos de doses do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* c.v. SP 71-1406). **STAB**, v. 12, n. 2, p. 31-35, 1993.
- VELINI, E. D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 123-134, 2000.