

Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar

Patrícia Andrea Monquero ⁽¹⁾; Dênis Parquier Binha ⁽²⁾; Estela Maris Inácio ⁽²⁾; Paulo Vinícius da Silva ⁽²⁾; Lucas Rios do Amaral ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, Rodovia Anhanguera, km 174, 13600-970 Araras (SP).

⁽²⁾ UFSCar, CCA, Graduação em Engenharia Agrônômica, 13600-970 Araras (SP).

(*) Autora correspondente: pamonque@cca.ufscar.br

Recebido: 8/abr./2009; Aceito: Aceito: 9/set./2010.

Resumo

Em variedades de cana-de-açúcar podem ser observadas respostas diversas aos herbicidas, tendo como consequências problemas de fitotoxicidade, que podem ocasionar redução na produtividade. Com o objetivo de estudar a seletividade de herbicidas sobre as variedades de cana-de-açúcar RB925345, RB925211, RB935744 e RB855036, foram desenvolvidos quatro experimentos em campo, um para cada variedade, no delineamento de blocos casualizados, em Araras (SP). Os herbicidas utilizados foram: trifloxysulfuron-sodium + ametryn (351 + 99 g i.a ha⁻¹) + diuron + hexazinone (1097 + 27,77 g i.a ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium + ametryn (1463 + 37 g i.a ha⁻¹), diuron + hexazinone (1170 + 330 g i.a ha⁻¹), metribuzin (4000 g i.a ha⁻¹), imazapic (122,5 g i.a ha⁻¹) e imazapyr (0,5 L i.a ha⁻¹). Foram realizadas avaliações visuais de intoxicação aos 15, 30, 45, 60 e 90 dias após aplicação (DAA), altura das plantas aos 30, 90 e 180 DAA, perfilhamento e análise tecnológica constituída pelos teores de sólidos solúveis (°Brix), Pol (%) caldo, Pol (%) cana, Fibra (%) e Pureza (%), aos 380 DAA. Inicialmente, todas as variedades tiveram sintomas de intoxicação aos herbicidas. Os inibidores da ALS (imazapyr e imazapic) tiveram sintomas mais acentuados aos 30 DAA, com paralisação do crescimento das plantas, presença de folhas retorcidas e coloração arroxeadas. Aos 90 DAA, nas variedades não havia sintomas de fitotoxicidade significativos, sendo tolerantes aos herbicidas aplicados. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com relação ao perfilhamento, altura das plantas e na qualidade tecnológica final das variedades estudadas.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., fitotoxicidade, qualidade tecnológica.

Selectivity of herbicides in varieties of sugarcane

Abstract

Sugarcane varieties can present different responses to the herbicides and have as results phytotoxicity problems that could cause reduction in the sugarcane yield. With the objective of studying the selectivity of herbicides on the sugarcane varieties RB925345, RB925211, RB935744 and RB855036, four experiments were carried out in the random block design, one for each variety. The treatments consisted of herbicides trifloxysulfuron-sodium + ametryn (351 + 99 g a.i ha⁻¹) + diuron + hexazinone (1097 + 27.77 g a.i ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium + ametryn (1463 + 37 g a.i ha⁻¹), diuron + hexazinone (1170 + 330 g a.i ha⁻¹), metribuzin (4000 g a.i ha⁻¹), imazapic (122.5 g a.i ha⁻¹) and imazapyr (0.5 L a.i ha⁻¹). Visual evaluations of selectivity were taken at 15, 30, 45, 60, 90 days after application (DAA), heights of the plants at 30, 90, 180 DAA, tiller height and technological analysis of soluble solids (°Brix), Pol (%) broth, Pol (%) cane, Fiber (%) and Purity (%) were made at 380 DAA. Initially all varieties presented intoxication symptoms due to herbicides. The inhibitors of ALS (imazapyr and imazapic) induced inhibition of growth, twisted leaves and purple coloration at 30 DAA. At 90 DAA the varieties did not present symptoms of phytotoxicity, being considered tolerant to the applied herbicides. Significant differences in tiller height, height of the plants, and technological quality were not observed due to treatments.

Key words: *Saccharum* spp., phytotoxic effect, technological quality.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com LORENZI (1994), dependendo da infestação, o controle de plantas daninhas pode chegar a 30% do custo de produção em cana soca e a 15%-25% em cana planta; portanto, um manejo adequado das plantas daninhas é de fundamental importância para se ter lucro neste segmento agrícola.

A presença dessas plantas pode interferir no processo produtivo da cana-de-açúcar, competindo pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberando substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiro de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1985). KUYA et al. (2003) observaram que em época de maior deficiência hídrica, a presença das plantas daninhas *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* reduziu em até 40% a produtividade de colmos da cana-de-açúcar variedade RB835089.

O controle químico é o método mais utilizado no manejo de plantas daninhas nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Existem diversos produtos eficientes registrados para esta cultura no Brasil, onde é a segunda cultura que mais utiliza herbicidas no país (PROCÓPIO et al., 2003). Dentre os herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, destacam-se os de aplicação em pré-emergência e pós-emergência inicial, e herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) e do fotossistema II são muito utilizados, em razão da baixa toxicidade para animais, seletividade para as culturas e alta eficiência em baixas doses (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico das plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Para alguns autores como SOUZA et al. (2009), a seletividade de alguns herbicidas é mais uma questão varietal e da dose aplicada do que propriamente do produto. Para os herbicidas tebuthiuron, imazapic e imazapyr aplicado em cana-de-açúcar, variedade RB 835089, AZANIA et al. (2001) concluíram que a fitotoxicidade é presente apenas na fase inicial da cultura, com total recuperação aos 100 dias após os tratamentos, sem prejuízo da produtividade e qualidade da matéria-prima.

A seletividade não pode ser determinada apenas pela simples verificação de sintomas visuais de intoxicação, pois são conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem produzir-lhes efeitos visualmente detectáveis; há também exemplos de herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas, mas que lhes permitem manifestar plenamente seus potenciais produtivos (NEGRISOLI et al., 2004). Estudos realizados com herbicidas de ação localizada, como os inibidores da protoporfirogênio oxidase, aplicados em pós-emergência da cultura, indicaram que estes produtos afetam o teor de fibras, o diâmetro, o comprimento e

a produtividade de colmos da cana-de-açúcar variedade RB835089, mas não afetou o número de entrenós, teor de sólidos solúveis (°Brix), açúcares redutores e pureza (FLAGLIARI et al., 2001). De modo complementar, VELINI et al. (2000) relatam que estão disponíveis na literatura vários trabalhos reportando o comportamento diferencial nas mais variadas culturas, perante os mais diversos herbicidas.

AZANIA et al. (2006) verificaram que os herbicidas diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole aplicados na pós-emergência tardia da cana-de-açúcar, proporcionaram fitotoxicidade até os 45 DAA. Entretanto, embora não apresentassem mais efeitos visuais de fitotoxicidade na colheita, estes produtos afetaram a produtividade ($t\ ha^{-1}$) e açúcar teórico recuperável (ATR). Quando esses herbicidas foram aplicados em pós-emergência inicial, as plantas recuperaram-se totalmente dos efeitos fitotóxicos e não tiveram a produtividade comprometida.

DURIGAN et al. (2005) verificaram que imazapic e flazasulfuron, respectivamente, em pré e pós-emergência proporcionaram sintomas mais persistentes de fitotoxicidade na variedade SP 86042, ou seja, clorose generalizada das folhas, retardo inicial do crescimento, além da redução do número de plantas. VIVIAN et al. (2006), testando diferentes doses de trifloxysulfuron-sodium + ametryn para controle de *Cyperus rotundus*, não constataram elevados efeitos de fitotoxicidade para a variedade RB72454, demonstrando que altas doses desse herbicida foram seletivas para essa variedade.

Assim, o herbicida a ser empregado deve ser preferencialmente seletivo para a cultura, não provocando injúrias nas plantas de cana-de-açúcar, visto que inúmeras condições de uso podem causar distintos efeitos fitotóxicos. Por essa razão, é fundamental a avaliação, em condições de campo, da influência dos principais herbicidas sobre o desempenho da cultura de cana-de-açúcar, independentemente da sua eficiência no controle de plantas daninhas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn, (trifloxysulfuron-sodium + ametryn) + (diuron + hexazinone), diuron + hexazinone, metribuzin, imazapic e imazapyr em quatro variedades de cana-de-açúcar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados entre março de 2007 e maio de 2008, em área cultivada com cana planta, no município de Araras (SP), a 22°18'21" de latitude Sul e 47°23'03" de longitude Oeste. O clima pela classificação de Koppen é do tipo Cwa, mesotérmico com verões quentes e úmidos e invernos secos. Os dados meteorológicos registrados durante o manejo dos experimentos podem ser visualizados na figura 1.

Dentre as variedades utilizadas, RB925211, RB925345 e RB 935744 foram lançadas pelo CCA/UFS-Car, em 2006. Além destas, também foi utilizada a variedade RB855036, conhecida pela sensibilidade a vários herbicidas, segundo o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (UDOP, 2008).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com sete tratamentos (seis herbicidas mais uma testemunha) e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn ($351 + 99 \text{ g i.a ha}^{-1}$) + diuron + hexazinone ($1097 + 27,77 \text{ g i.a ha}^{-1}$), trifloxysulfuron-sodium + ametryn ($1463 + 37 \text{ g i.a ha}^{-1}$), diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g i.a ha}^{-1}$), metribuzin ($4000 \text{ g i.a ha}^{-1}$), imazapic ($122,5 \text{ g i.a ha}^{-1}$) e imazapyr ($0,5 \text{ L i.a ha}^{-1}$), com quatro repetições. Adicionalmente, foi avaliada uma testemunha sem aplicação de herbicidas para cada variedade de cana-de-açúcar. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento, espaçadas de 1,30 m, sendo consideradas úteis três linhas centrais.

Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado por CO_2 , a pressão constante de $2,5 \text{ kgf cm}^2$, barra de aplicação provida de bicos com pontas de pulverização do tipo leque 110.03, o que proporcionou a vazão de 200 L ha^{-1} de calda. A umidade relativa do ar durante a aplicação foi de 60%, temperatura de $28 \text{ }^\circ\text{C}$, e velocidade do vento de $4,0 \text{ km h}^{-1}$. Por ocasião da aplicação as plantas de cana-de-açúcar estavam com altura média de 25 cm.

A seletividade dos herbicidas às plantas de cana-de-açúcar foi avaliada aos 15, 30, 45, 60, 90 dias após aplicação (DAA), por meio de uma escala percentual de notas, onde 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria e 100 (cem) à morte das plantas (ALAM, 1974).

Identificaram-se 10 plantas por área útil em cada parcela, nas quais foram realizadas as seguintes avaliações: altura de planta do solo até a primeira aurícula visível aos 30, 90 e 180 DAA, perfilhamento (contagem de colmos m^{-1}) aos 380 DAA, e análise tecnológica constituída dos teores de sólidos solúveis ($^\circ\text{Brix}$), Pol % caldo, Pol % cana, Fibra % cana e pureza, aos 380 DAA.

Os dados de cada variedade foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias constantes nas tabelas são dos dados originais, sem transformação. Para os efeitos visuais dos herbicidas foi empregada a análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variedade RB925345

Os herbicidas imazapic e imazapyr proporcionaram porcentagem de fitotoxicidade menores que 20% (Figura 2)

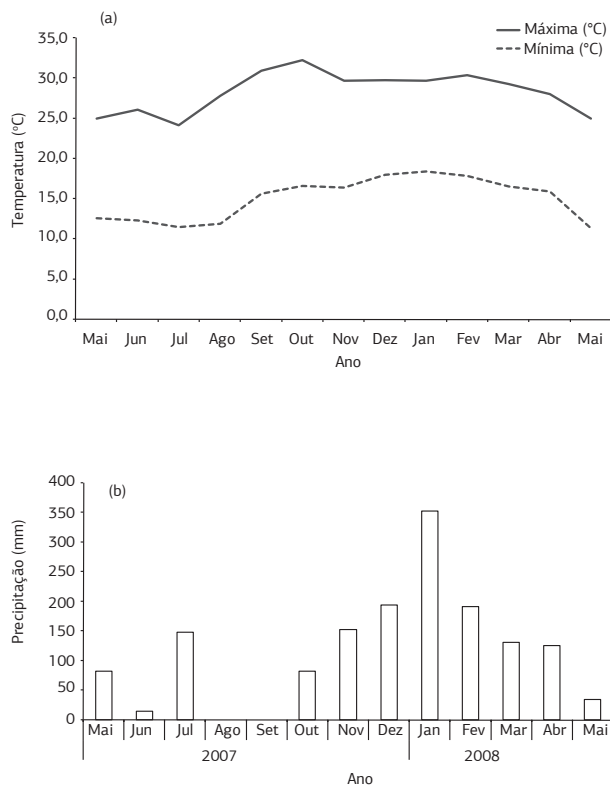


Figura 1. Temperatura média mensal do ar (a) e precipitação pluvial mensal acumulada (b) durante o período do experimento, em Araras (SP), entre 2007 e 2008.

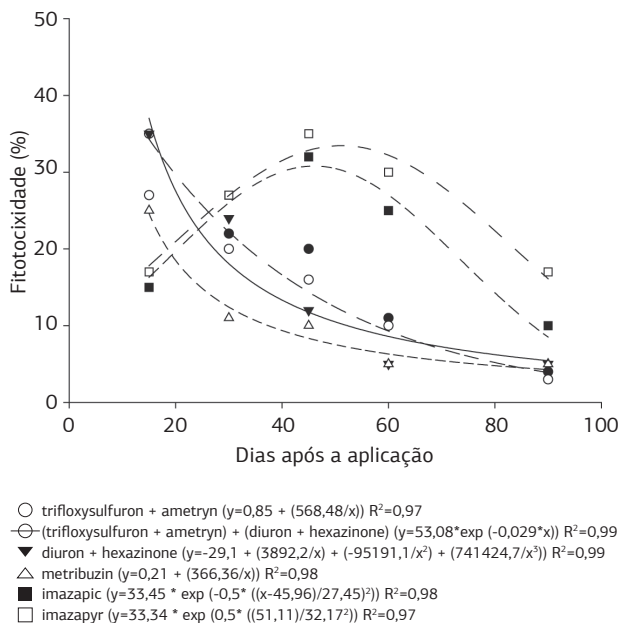


Figura 2. Fitotoxicidade (% de plantas com sintomas) na variedade RB 925345, causada pelos herbicidas trifloxysulfuron + ametryn, diuron + hexazinone, metribuzin, imazapic e imazapyr. Cada símbolo representa o valor médio de quatro repetições.

aos 15 DAA. Esse fato ocorre porque a fitotoxicidade das plantas afetadas pelos herbicidas inibidores da ALS decorre de maneira lenta, e poucas horas após o tratamento, o crescimento é estagnado, com inibição da divisão celular (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005). Aos 30 DAA os sintomas de fitotoxicidade evoluíram para níveis superiores a 30% e aos 90 DAA voltaram a reduzir ficando abaixo de 20% (Figura 2). Esse comportamento pode ser explicado pelas condições climáticas registradas no decorrer dos dias após as aplicações. A falta de chuva (Figura 1) no período agravou os sintomas de intoxicação nas plantas.

Resultado similar foi avaliado por AZANIA (2001), ao verificar evolução dos sintomas de intoxicação pelo ima-

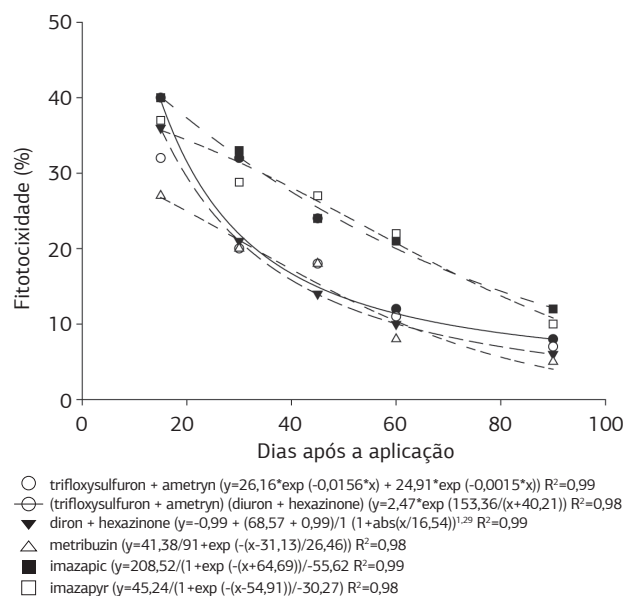


Figura 3. Fitotoxicidade (% de plantas com sintomas) na variedade RB 925211, causada pelos herbicidas trifloxysulfuron + ametryn, (trifloxysulfuron + ametryn) + (diuron + hexazinone), diuron + hexazinone, metribuzin, imazapic e imazapyr. Cada símbolo representa o valor médio de quatro repetições.

zapyr e imazapic em cana-de-açúcar, e a falta de água proporcionou aparecimento de manchas e enrolamento de folhas nas plantas, influenciando na avaliação visual dos sintomas de fitotoxicidade. Como os inibidores da ALS interrompem o crescimento meristemático logo após a aplicação (RAY, 1984), as plantas com menor porte provavelmente não conseguem absorver água no solo, o que agrava os sintomas de intoxicação.

Aos 15 DAA os herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn e diuron + hexazinone promoveram níveis de injúria de 27% e 35% respectivamente (Figura 2). Os sintomas de clorose e bronzeamento das folhas de cana-de-açúcar foram observados até os 60 DAA. Resultados semelhantes foram relatados por MACIEL et al. (2008), em estudo de seletividade, mencionando a persistência das injúrias do herbicida trifloxysulfuron-sodium + ametryn até 63 DAA.

Quanto à altura e ao perfilhamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos aos 30 DAA para essa variedade, e as menores alturas corresponderam aos herbicidas inibidores da ALS. O crescimento em altura subsequente foi normal, sem diferenças significativas entre os tratamentos aos 90 e 180 DAA. Pode-se visualizar também que não houve diferença no perfilhamento da cultura aos 380 DAA (Tabela 1).

A análise tecnológica aos 380 DAA demonstrou que não houve prejuízo na qualidade final da variedade em nenhum dos tratamentos (Tabela 1). VICTÓRIA FILHO e CAMARGO (1980) observaram que a mistura diuron + hexazinone na cana-de-açúcar não modificou os índices tecnológicos de produção.

Variedade RB925211

Os herbicidas imazapic e imazapyr também se destacaram pela maior persistência dos sintomas de fitotoxicida-

Tabela 1. Efeitos de herbicidas sobre a altura, perfilhamento e Pol, Fibra, sólidos solúveis e Pureza, na variedade de cana-de-açúcar RB 925345. Araras (SP), 2007/2008

Tratamentos	Altura			Perfilhos		Teores			
	30 DAA	90 DAA	180 DAA	380 DAA	Sólidos Solúveis	Pol Caldo	Pol Cana	Pureza	Fibra
	cm			Plantas m ⁻¹	°Brix	%			
Trifloxysulfuron-sodium + ametryn	18,60 ab	45,80 a	126,73 a	12,67 a	20,00 a	18,18 a	15,38 a	90,58 a	11,87 a
(Trifloxysulfuron-sodium+ ametryn)+(diuron+hexazinone)	16,84 b	43,00 a	126,85 a	11,67 a	21,27 a	19,99 a	16,78 a	93,10 a	11,89 a
Diuron+hexazinone	18,36 ab	37,99 a	133,45 a	12,33 a	21,00 a	19,23 a	16,32 a	91,59 a	12,01 a
Metribuzin	19,61 ab	42,61 a	132,71 a	13,00 a	20,93 a	19,33 a	16,38 a	92,30 a	11,95 a
Imazapic	16,84 b	36,23 a	117,80 a	12,33 a	20,46 a	18,67 a	15,87 a	91,28 a	11,75 a
Imazapyr	16,75 b	43,23 a	115,70 a	11,33 a	20,37 a	18,51 a	15,62 a	90,86 a	12,18 a
Testemunha	20,01 a	32,27 a	114,85 a	8,67 a	20,07 a	18,47 a	15,55 a	91,68 a	11,89 a
C.V. (%)	7,55	16,28	12,08	15,45	3,43	4,86	4,20	1,24	3,28
D.M.S (5%)	3,15	15,03	34,44	5,05	1,97	2,56	1,87	3,17	1,09

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

de, que alcançaram aproximadamente 40% aos 15 DAA. Os sintomas foram reduzidos mais lentamente que os dos outros tratamentos, e aos 90 DAA a fitotoxicidade permaneceu abaixo de 20% (Figura 3).

O tratamento com trifloxysulfuron-sodium + ametryn destacou-se pela persistência dos sintomas de fitotoxicidade até 30 DAA (acima de 30%). A redução foi significativa aos 45 e 60 DAA, e aos 90 DAA, a fitotoxicidade estava abaixo de 10% (Figura 3). FERREIRA et al. (2005) testaram a sensibilidade de 11 variedades de cana-de-açúcar e quatro clones à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn, e apenas na variedade RB855113 notou-se maior suscetibilidade à mistura no período de 20 a 27 DAT, com menor número de folhas e redução da altura da planta e da biomassa seca da parte aérea.

No tratamento com diuron + hexazinone sozinho ou em mistura com trifloxysulfuron-sodium + ametryn, observou-se fitotoxicidade aos 15 DAA de 35% e 40% respectivamente. A partir dos 30 DAA, os danos não foram verificados nas folhas mais novas, porém ainda persistiram nas folhas intermediárias até aos 45 DAA. Aos 90 DAA, os efeitos observados foram menores que 10% de fitotoxicidade em ambos os tratamentos.

A altura de planta foi menor nos tratamentos com imazapyr e imazapic aos 30 DAA, com recuperação aos 90 e 180 DAA, quando não houve diferença entre os tratamentos utilizados. Aos 380 DAA, o perfilhamento e os teores de sólidos solúveis (°Brix) caldo, Pol % caldo e cana, pureza e fibra presentes na análise tecnológica não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Variedade RB935744

No tratamento com diuron + hexazinone, aos 15 DAA observou-se 22% de fitotoxicidade e com o metribuzin,

16%. Todavia, aos 30 DAA houve elevação nos sintomas para 18% de fitotoxicidade em relação ao metribuzin e redução para 15% nas plantas tratadas com diuron + hexazinone (Figura 4). Segundo AZANIA et al. (2005), sob condições edafoclimáticas semelhantes às do presente trabalho, o herbicida diuron + hexazinone foi mais fitotóxico que o metribuzin dos 15 aos 30 DAA, obtendo respectivamente os valores de fitotoxicidade de 35% e 20% para o diuron+hexazinone e 13% e 5% para o metribuzin em aplicação de pós-emergência tardia na variedade RB835089.

Aos 15 DAA, o herbicida trifloxysulfuron-sodium + ametryn proporcionou 25% de fitotoxicidade, causando

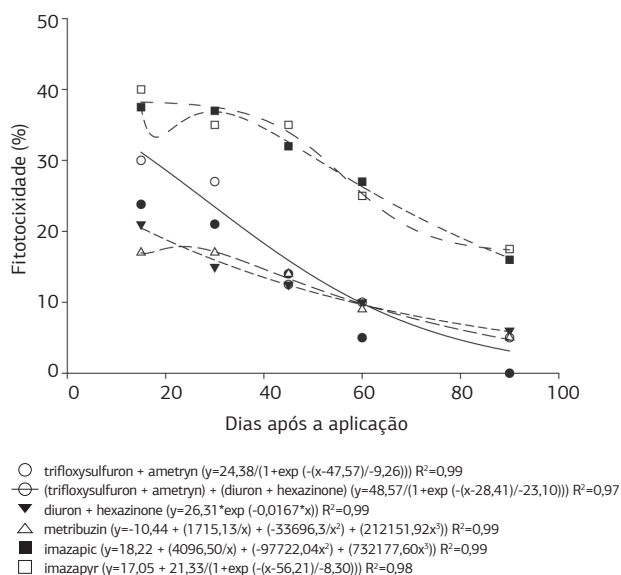


Figura 4. Fitotoxicidade (% de plantas com sintomas) na variedade RB 935744, causada pelos herbicidas trifloxysulfuron + ametryn, (trifloxysulfuron + ametryn) + (diuron + hexazinone), diuron + hexazinone, metribuzin, imazapic e imazapyr. Cada símbolo representa o valor médio de quatro repetições.

Tabela 2. Efeitos de herbicidas sobre a altura, perfilhamento e teores de Pol, Fibra, sólidos solúveis e Pureza na variedade de cana-de-açúcar RB 925211. Araras (SP), 2007/2008

Tratamentos	Altura			Perfilhos		Teores			
	30 DAA	90 DAA	180 DAA	380 DAA	Sólidos Solúveis	Pol Caldo	Pol Cana	Pureza	Fibra
	cm			Plantas m ⁻¹	°Brix	%			
Trifloxysulfuron-sodium + ametryn	9,95 ab	29,64 a	88,03 a	10,67 a	19,77 a	17,69 a	15,32 a	89,50 a	10,72 a
(Trifloxysulfuron-sodium+ ametryn)+(diuron+hexazinone)	11,40 ab	35,18 a	65,30 a	9,33 a	19,57 a	17,25 a	14,86 a	88,16 a	11,00 a
Diuron+hexazinone	8,65 ab	29,73 a	79,13 a	11,00 a	19,40 a	17,25 a	14,92 a	88,87 a	10,75 a
Metribuzin	9,74 ab	29,08 a	91,11 a	9,67 a	19,90 a	17,90 a	15,47 a	89,95 a	10,82 a
Imazapic	7,30 b	27,45 a	70,01 a	11,67 a	19,53 a	17,40 a	15,06 a	89,08 a	10,72 a
Imazapyr	7,71 ab	30,61 a	58,18 a	7,67 a	19,87 a	17,66 a	15,22 a	88,89 a	10,97 a
Testemunha	18,58 a	19,83 a	85,28 a	11,00 a	18,87 a	16,67	14,33	87,81 a	10,80 a
C.V. (%)	22,39	23,20	20,04	16,94	2,07	3,11	2,74	1,33	3,65
D.M.S (5%)	4,22	15,35	32,48	4,79	1,13	1,51	1,15	3,30	1,10

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Efeitos de herbicidas sobre a altura, perfilhamento e Pol, Fibra, sólidos solúveis e Pureza, na variedade de cana-de-açúcar RB 935744. Araras (SP), 2007/2008

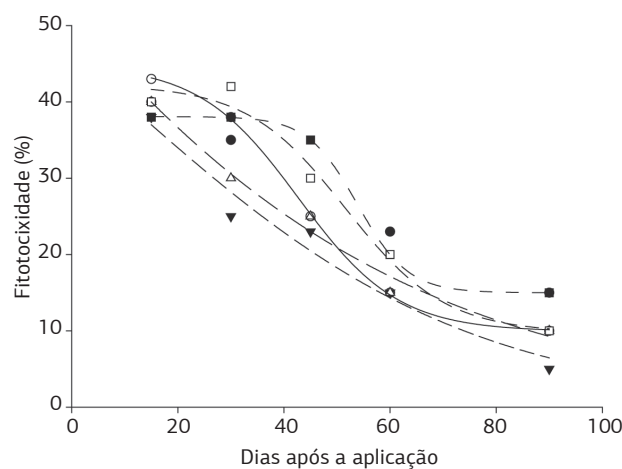
Tratamentos	Altura			Perfilhos		Teores			
	30 DAA	90 DAA	180 DAA	380 DAA	Sólidos Solúveis	Pol Caldo	Pol Cana	Pureza	Fibra
	cm			Plantas m ⁻¹	°Brix	%			
Trifloxysulfuron-sodium + ametryn	20,55 a	76,94 a	126,80 a	11,00 a	17,30 a	15,30 a	13,34 a	88,34 a	10,30 a
(Trifloxysulfuron-sodium+ ametryn)+ (diuron+hexazinone)	19,44 a	72,76 a	107,65 ab	10,00 a	16,97 a	14,82 a	12,87 a	87,28 a	10,53 a
Diuron+hexazinone	17,76 a	61,66 a	106,53 ab	10,00 a	17,87 a	15,77 a	13,70 a	88,83 a	10,89 a
Metribuzin	20,76 a	71,95 a	116,50 ab	9,33 a	17,67 a	15,68 a	13,56 a	88,73 a	10,76 a
Imazapic	14,80 a	52,41 a	102,35 b	8,00 a	17,50 a	15,43 a	13,35 a	87,77 a	10,73 a
Imazapyr	16,78 a	54,88 a	101,88 b	7,65 a	18,70 a	16,76 a	14,37 a	89,53 a	11,19 a
Testemunha	21,07 a	74,16 a	105,18 b	11,00 a	16,23 a	13,93 a	12,09 a	85,63 a	10,55 a
C.V. (%)	15,00	17,81	8,26	19,94	6,86	9,08	8,21	2,39	5,02
D.M.S. (5%)	6,45	27,19	20,80	5,37	3,34	3,90	3,05	5,87	1,50

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeitos de herbicidas sobre a altura, perfilhamento e Pol, Fibra, sólidos solúveis (°Brix) e Pureza, na variedade de cana-de-açúcar RB 855036. Araras (SP), 2007/2008

Tratamentos	Altura			Perfilhos		Teores			
	30 DAA	90 DAA	180 DAA	380 DAA	Sólidos Solúveis	Pol Caldo	Pol Cana	Pureza	Fibra
	cm			Plantas m ⁻¹	°Brix	%			
Trifloxysulfuron-sodium + ametryn	9,53 ab	54,83 a	82,50 a	9,00 a	19,20 a	16,54 a	14,25 a	86,14 a	11,00 a
(Trifloxysulfuron-sodium+ ametryn)+ (diuron+hexazinone)	9,65 ab	50,05 a	78,60 ab	10,67 a	18,37 ab	15,40 a	13,32 ab	84,71 a	11,38 a
Diuron+hexazinone	9,56 ab	46,39 a	61,43 abc	8,00 a	18,63 ab	15,95 a	13,64 ab	85,62 a	11,44 a
Metribuzin	9,31 ab	51,58 a	54,08 bc	9,00 a	18,07 ab	15,22 a	13,00 ab	84,21 a	11,52 a
Imazapic	9,53 ab	43,23 a	55,05 bc	8,33 a	18,80 ab	15,99 a	13,68 ab	88,37 a	11,38 a
Imazapyr	8,91 b	40,75 a	51,25 c	7,33 a	18,47 ab	15,73 a	13,49 ab	85,03 a	11,34 a
Testemunha	11,51 a	56,55 a	69,40 abc	8,67 a	17,80 b	14,97	12,80 b	84,04 a	11,43 a
C.V. (%)	10,24	19,25	18,32	25,78	2,52	3,85	3,75	3,03	2,77
D.M.S. (5%)	2,29	21,70	27,20	6,27	1,30	1,68	1,41	7,21	0,88

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



- trifloxysulfuron + ametryn ($y=99,92 / 1 + \exp(-(x+3,06)/-34,18)$) $R^2=0,98$
- (trifloxysulfuron + ametryn) + (diuron + hexazinone) ($y=3,02+49,99 \cdot \exp(-0,002 \cdot x)$) $R^2=0,98$
- ▼ diuron + hexazinone ($y=534,16 / (1 + \exp(-x+96,42)/(-42,95))$) $R^2=0,98$
- △ metribuzin ($y=470,94 / (1 + \exp(-(x+101,21)))/-48,92$) $R^2=0,99$
- imazapic ($y=14,94 + 23,45 / (1 + \exp(-(x-52,79)/-5,62))$) $R^2=0,99$
- imazapyr ($y=15,07 + 26,25 / (1 + \exp(-(x-48,44)))/8,45$) $R^2=0,98$

Figura 5. Fitotoxicidade (% de plantas com sintomas) na variedade RB 855036, causada pelos herbicidas trifloxysulfuron + ametryn, (trifloxysulfuron + ametryn) + (diuron + hexazinone), diuron + hexazinone, metribuzin, imazapic e imazapyr. Cada símbolo representa o valor médio de quatro repetições.

leve amarelecimento nas folhas de cana-de-açúcar, sintomas visíveis até 60 DAA. A mistura de trifloxysulfuron-sodium e diuron + hexazinone promoveu níveis iniciais de injúrias maiores do que quando estes herbicidas foram aplicados isoladamente, e aos 15 DAA a fitotoxicidade foi de 30%. Aos 90 DAA, entretanto, apenas as folhas mais velhas ocorreram leve amarelecimento com 5% de fitotoxicidade.

Os herbicidas inibidores da ALS tiveram o mesmo comportamento observado nas demais variedades, ou seja, sintomas mais duradouros com maior fitotoxicidade desde os 15 DAA até os 90 DAA. A intoxicação causada pelos herbicidas imazapyr e imazapic foi de 40%, aos 15 DAA, havendo redução para 20% aos 90 DAA (Figura 4).

Os tratamentos influenciaram a altura final das plantas aos 180 DAA, sendo a maior altura observada nas parcelas que receberam o herbicida trifloxysulfuron-sodium + ametryn (126,80 cm) e a menor altura nas parcelas com o herbicida imazapyr (101,88 cm). Entretanto, os tratamentos não influenciaram, em nenhuma das avaliações, o perfilhamento e a análise tecnológica. Os herbicidas não comprometeram a qualidade final da matéria prima (Tabela 3). REIS et al. (2008) verificaram que o herbicida trifloxysulfuron-sodium provocou acréscimo de 22,10% no acúmulo de massa seca

da parte aérea das plantas de cana-de-açúcar, aos 60 DAA. O número de perfilhos observado em plantas tratadas com esse herbicida foi o dobro daquele com ametryn, demonstrando efeito negativo nessa característica. De acordo com VICTÓRIA FILHO e CAMARGO (1980), há evidências de que herbicidas pertencentes ao grupo das triazinas estimulam o crescimento de plantas de cana-de-açúcar, o que não ocorreu no presente trabalho com a altura e o perfilhamento.

Variedade RB855036

Segundo o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (UDOP, 2008), esta variedade possui sensibilidade a herbicidas. Neste trabalho, verifica-se que ocorreu fitotoxicidade aos 15 DAA, de aproximadamente 40%, em relação a todos os herbicidas testados (Figura 5). Os sintomas foram diminuindo ao longo das avaliações, e aos 90 DAA, os valores de fitotoxicidade ficaram próximos a 10%, exceto para imazapyr e imazapic, cujos sintomas foram um pouco mais pronunciados com fitotoxicidade atingindo 15% (Figura 5).

Houve diferença em relação à altura das plantas, avaliado em 180 DAA; o imazapyr ocasionou redução do crescimento, o que resultou em plantas com 51,25 cm, seguido por metribuzin e imazapic com 54,08 e 55,05 cm respectivamente (Tabela 4).

O perfilhamento foi bastante variável, ficando na faixa de 7,33 (imazapyr) a 10,67 (trifloxysulfuron-sodium + ametryn) plantas m⁻¹, não havendo diferença significativa entre os tratamentos aos 380 DAA (Tabela 4). O perfilhamento consiste na formação de vários colmos a partir de uma única planta, sendo um dos fatores mais importantes dentro da cultura da cana-de-açúcar, pois é o que determina o número de colmos para a produção açucareira. Segundo CASAGRANDE (1991), o perfilhamento pode variar de acordo com a variedade, dependendo das suas características genéticas. COLETI et al. (1987) e GRAZIANO (1988) observaram que a população de colmos por unidade de área é consequência de combinações adotadas para o espaçamento entre linhas e a densidade de gemas distribuídas por metro de sulco. Desta maneira, após o máximo perfilhamento, os canaviais possuem, em média, 12 a 16 colmos em idade de corte por metro linear.

Quanto à análise tecnológica, houve diferença entre os tratamentos, e a mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn destacou-se com valores de Pol % cana e sólidos solúveis (°Brix), de 19,20 e 14,25 respectivamente, superando a testemunha sem herbicida (Tabela 4).

4. CONCLUSÃO

Os danos iniciais causados pelos herbicidas não refletem em perdas na qualidade tecnológica, no fim do ciclo da

cana-de-açúcar. As variedades utilizadas possuem boa capacidade de recuperação de possíveis injúrias.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de pesquisa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

ALAM - ASOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de evaluación en ensayos de control de malezas. ALAM, v.1, p.35-8, 1974.

AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; CASAGRANDE, A.A.; LAVORENTI, N.A.; AZANIA, A.A.P.M. 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, p.489-495, 2006.

AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; CASAGRANDE, A.A.; LAVORENTI, N.A.; AZANIA, A.A.P.M. 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, p.489-495, 2005.

AZANIA, C.A.M.; CASAGRANDE, A.A.; ROLIM, J.C. Seletividade de imazapic às soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Planta Daninha, v.19, p.345-350, 2001.

CASAGRANDE, A.A. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

COLETI, J.T.; WALDER, L.A.M.; RODRIGUES, J.C.S. Estudo de espaçamentos em duas variedades de cana-de-açúcar: SP70-1143 e NA56-79. STAB, v.6, p.32-34, 1987.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C.; CORREIA, N.M. Densidades e manejo químico da tiririca na produtividade de cana-de-açúcar. Planta Daninha, v.23, p.463-469, 2005.

FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Acta Scientiarum, v.23, p.1229-1234, 2001.

FERREIRA, E.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A.; VENTRELLA, M.C.; BARBOSA, M.H.P.; PROCÓPIO, S.O.; REBELLO, V.P.A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium+ametryn. Planta Daninha, v.23, p.93-99, 2005.

GRAZIANO, J.R. Espaçamento reduzido de plantio de cana na Usina Palmeiras S/A. STAB, v.7, p.28-32, 1988.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas

- na cultura da cana de açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). Planta Daninha, v.21, p.37-44, 2003.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas em plantio direto e convencional. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 299p.
- MACIEL, C.D.G. VELINI, E.D.; CONSTANTIN, J.; JARDIM, C.E.; BERNARDO, R.S.; FONSECA, P.P.M.; BARELA, J.D. e OLIVEIRA, J.S. 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, p.665-676, 2008.
- NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. Planta Daninha, v. 22, p.567-575, 2004.
- PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuário, v.11, p.16-27, 1985.
- PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.
- RAY, T.B. Site of action of chlorsulfuron inhibitor of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiology, v.75, p.827-831, 1984.
- REIS, M.R.; SILVA, A.A.; GUIMARÃES, A.A.; KHOURI, C.R.; FERREIRA, E.A.; FERREIRA, F.A.; FREITAS, M.A.M. Dinâmica de nutrientes em tecidos foliares de cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. Planta Daninha, v.26, p.175-184, 2008.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. Londrina: IAPAR, 2005. 592p.
- UDOP. Características agrônômicas de variedades RB. Disponível em: <http://www.udop.com.br>. Acesso em 11/jul /2008.
- SOUZA, J.R.; PERECIN, D.; AZANIA, C.A.M.; SCHIAVETTO, A.R.; PIZZO, I.V. CANDIDO, L.S. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. Bragantia, v.68, p.941-951, 2009.
- VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MATSUOKA, M.S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. 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, p.123-134, 2000.
- VICTORIA FILHO, R.; CAMARGO, P.N. Efeito de herbicidas nos teores de macronutrientes e nas características tecnológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). I – mistura de herbicidas em pós-emergência. Planta Daninha, v.2, p.96-107, 1980.
- VIVIAN, R. JAKELAITIS, A; CARNEIRO, P.M.; SILVA, A.F.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; SILVA, A.A. Manejo químico de *Cyperus rotundus* na cultura da cana-de-açúcar. Planta Daninha, v.24, p.779-798, 2006.