

HERBICIDAS DE DIFERENTES MECANISMOS DE AÇÃO E A SELETIVIDADE A CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR

SOARES, Ricardo Oliveira¹
 AZANIA, Carlos Alberto Mathias²
 LORENZATO, Cassia Morilha³
 SCHIAVETTO, Ana Regina⁴
 ZERA, Fabricio Simone⁵
 AZANIA, Andrea Aparecida Padua Mathias⁶

Recebido em: 2010-10-05

Aprovado em: 2011-04-15

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.487

RESUMO: O objetivo foi estudar a seletividade dos herbicidas ametryn, amicarbazone, tebuthiuron, isoxaflutole, clomazone, sulfentrazone, ametryn+trifloxysulfuron-sodium, ametryn+clomazone e diuron+hexazinone nas cultivares de cana-de-açúcar IAC91-5155, IACSP93-3046, IACSP94-2094. O experimento foi instalado no Centro de Cana do Instituto Agronômico, município de Ribeirão Preto, SP. Para o desenvolvimento do estudo foram plantados mini-toletes para formação de mudas e posteriormente transplantada uma única planta de aproximadamente 15 cm de altura para vasos (22 L). O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e 4 repetições. Avaliou-se os sintomas visuais de intoxicação aos 13, 33 e 70 dias após aplicação (DAA); razão de fluorescência, condutância estomática e transpiração aos 13 e 33 DAA; a altura das plantas aos 13, 33, 70 DAA; número de perfilhos aos 33 e 70 DAA; e a massa seca da parte aérea, massa seca e fresca da raiz aos 70 DAA. Para todas as cultivares, os herbicidas amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone causaram sintomas de intoxicação superiores a 50%, os demais tratamentos com valores inferiores, até os 33 DAA com total recuperação aos 70 DAA. A intensidade da intoxicação foi suficiente para reduzir a altura, a massa seca da parte aérea e da raiz, bem como o volume da raiz em todos os tratamentos, particularmente amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.. Tolerância. Toxicidade.

HERBICIDES WITH DIFFERENT MECHANISMS OF ACTION AND SELECTIVITY TO SUGARCANE CULTIVARS

SUMMARY: The aim was to study the selectivity of herbicides ametryn, amicarbazone, tebuthiuron, isoxaflutole, clomazone, sulfentrazone, ametryn + trifloxysulfuron-sodium ametryn + clomazone + diuron and hexazinone in sugarcane cultivars IAC91-5155, IACSP93-3046, IACSP94-2094. The research was conducted at the Centro de Cana, Instituto Agronômico, Ribeirão Preto, Brazil. To development of study the mini-cuttings were planted to seedlings and then transplanted a single plant of about 15 cm high to pots (22 L). The experimental design was a completely randomized with 10 treatments and four replications. Were evaluated the visual symptoms of intoxication at 13, 33 and 70 days after application (DAA), ratio of fluorescence, stomatic conductance and transpiration to 13 and 33 DAA; plant height at 13, 33 and 70 DAA, number of tillers to 33 and 70 DAA, and the dry weight of shoot, dry weight and fresh root at 70 DAA. For all cultivars, the herbicides amicarbazone, isoxaflutole and sulfentrazone caused intoxication symptoms over 50%, the other treatments with higher values, until 33 DAA with full recovery at 70 DAA. The intoxication intensity was sufficient to reduce

¹ Graduando do Curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Moura Lacerda. Av. Dr Oscar de Moura Lacerda, 1520, CEP 14076-510, Ribeirão Preto, SP. E-mail: cardososoares@terra.com.br; ²Eng^o. Agrônomo, Pesq. Científico do Centro de Cana do Instituto Agronômico, Rodovia Prof. Antonio Duarte Nogueira, km 321, CEP 14032-800, Ribeirão Preto, SP. E-mail: azania@iac.sp.gov.br; ³ Eng^a. Agrônoma, Estagiária Treinamento Técnico do Centro de Cana. E-mail: ca.lorenzato@hotmail.com; ⁴Eng^a. Agrônoma, Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas, FCAV, Jaboticabal, SP. E-mail: ana.schiavetto@hotmail.com; ⁵Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura Tropical e Subtropical, Centro de Cana, Instituto Agronômico, E-mail: fabricio0_sp@hotmail.com; ⁶Biól., Pesq. Voluntária Centro de Cana. E-mail: andrea.azania@hotmail.com

the height, dry mass of shoot and root, as well as the volume of roots in all treatments, particularly amicarbazone, isoxaflutole and sulfentrazone.

Keywords: *Saccharum* spp.. Tolerance. Toxicity.

INTRODUÇÃO

A ocorrência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pode reduzir quantitativamente e qualitativamente a produção final da cultura, pois são agressivas e competem com a cultura pelos recursos do meio (PITELLI, 1985), além de dificultar as operações de colheita. Kuva et al. (2001) relataram perdas de 82% na produtividade do canavial, quando havia alta infestação de *Brachiaria decumbens*.

O controle dessas plantas nos canaviais é prática obrigatória, e o principal método de controle descrito por Hernandez et al. (2001) é o químico. Esse método é facilitado pela utilização em grandes áreas plantadas e com alta eficiência, aliado ao baixo custo, quando comparado com outros métodos de controle (GALON et al., 2009), além de existir no mercado grande diversificação de herbicidas registrados para o uso nos canaviais.

Uma das características dos herbicidas é a sua seletividade, que é a capacidade do herbicida em controlar as plantas daninhas sem prejudicar a produtividade e qualidade da cultura (NEGRISOLI et al., 2004). Na avaliação da seletividade utiliza-se a fitotoxicidade das plantas aliada a outros parâmetros, como, fisiológicos (eficiência fotoquímica, condutância estomática, transpiração etc.), de crescimento (altura, número de perfilhos etc.), produtividade ($t\ ha^{-1}$) e tecnológicos (Brix, Pol, ATR etc.).

As pesquisas têm demonstrado produtos que podem reduzir a produtividade das culturas sem causar efeitos visualmente de intoxicação e, também, produtos que provocam fitotoxicidade, mas que permitem a recuperação plena da cultura (FERREIRA et al., 2005). Segundo Costa ; Rozanski (2003), o isoxaflutole e o diuron+hexazinone causaram sintomas de intoxicação de 14% até os 60 dias após aplicação e diminuição da produção final.

A seletividade dos herbicidas varia em função de vários fatores, entre eles, podemos destacar dose, época de aplicação, estágio fenológico da cultura, dentre outros. As diversas cultivares de cana-de-açúcar apresentam características morfológicas e fisiológicas diferentes, que provavelmente ocorra alterações de comportamento quanto a sua tolerância a herbicidas específicos (ROLIM ; CHRISTOFFOLETI, 1982). Com isso apresentam respostas diferenciadas aos herbicidas, tendo como conseqüências freqüentes problemas de fitotoxicidade.

O comportamento diferenciado de genótipos de cana-de-açúcar diante de diversos

herbicidas (VELINI et al., 2000), associado ao estágio de desenvolvimento desta cultura (WIXSON et al., 1991), tem sido fator importante na tolerância de cultivares a herbicidas. Portanto com a utilização do método químico, para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, há necessidade de avaliar melhor a tolerância de genótipos aos herbicidas, uma vez que cada cultivar pode variar com o produto usado, sua dose, época de aplicação etc. (CARVALHO et al., 2009). De acordo com Ferreira et al. (2010), a caracterização primária da tolerância de variedades de cana-de-açúcar a herbicidas é de suma importância para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético focados em variedades com menor fitointoxicação.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância dos cultivares de cana-de-açúcar IAC91-5155, IACSP93-3046, IACSP94-2094 aos herbicidas ametryn, amicarbazone, tebuthiuron, isoxaflutole, clomazone, sulfentrazone, ametryn+trifloxysulfuron-sodium, ametryn+clomazone e diuron+hexazinone.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Ribeirão Preto (SP), sob condições naturais de clima, no período de agosto de 2009 a janeiro de 2010. Foram utilizados vasos de polietileno (plástico) com capacidade de 22 L. O substrato foi terra da camada arável oriunda de um Latossolo Vermelho de textura muito argilosa (58,4% argila, 87% areia e 32,9% de limo) com 5,9 para pH e 13 g dm⁻³ de matéria orgânica, ao qual foi corrigido e adubado conforme as recomendações à cana-de-açúcar.

Foram plantados mini-toletes das cultivares para formação de mudas e posteriormente transplantada uma única planta de aproximadamente 15 cm de altura nos vasos. A irrigação dos vasos foi realizada sempre que necessária, para manter o solo com 60% da capacidade de campo.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) com os 30 tratamentos distribuídos em esquema fatorial e em com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares IAC91-5155, IACSP93-3046, IACSP94-2094 e pelos herbicidas ametryn (2800 g ha⁻¹); amicarbazone (1400 g ha⁻¹); tebuthiuron (1200 g ha⁻¹); isoxaflutole (262,5 g ha⁻¹); clomazone (1100 g ha⁻¹); sulfentrazone (800 g ha⁻¹); ametryn (1463 g ha⁻¹)+ trifloxysulfuron-sodium (370 g ha⁻¹); ametryn (1500 g ha⁻¹)+clomazone (1000 g ha⁻¹) e diuron (1404 g ha⁻¹)+hexazinone (396 g ha⁻¹), além de testemunha com ausência de herbicidas. Na escolha dos herbicidas optou-se por aqueles mais utilizados no setor sucroalcooleiro, sendo considerados também os diferentes modos de ação.

A aplicação dos herbicidas foi realizada em pós-emergência inicial da cana-de-açúcar no dia 13/11/2009, quando as plantas apresentavam altura média de 15 cm, com equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra de 4 bicos TT110.02 espaçados de 0,50 m, trabalhando com 28 psi que proporcionaram volume de calda de 250 L ha⁻¹. No momento da aplicação, a temperatura era de 29 e 31,1°C; umidade relativa do ar de 65 e 54,9%; velocidade do vento de 3,1 e 1,5 km h⁻¹; nebulosidade de 45 e 40%, respectivamente para início e término da aplicação.

Os sintomas de fitotoxicidade da cana-de-açúcar pelos herbicidas foram avaliados visualmente aos 13, 33 e 70 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), onde a nota zero (0%) correspondeu a nenhuma injúria e a nota cem (100%) à morte das plantas.

O principal parâmetro utilizado na avaliação dos danos ao sistema fotossintético, a razão Fv/Fm, a qual indica a eficiência fotoquímica do fotossistema II (SIEBENEICHLER et al., 1998), foi avaliada aos 13 e 33 DAA, bem como a condutância estomática (mol.m⁻².s⁻¹) e a transpiração, com auxílio do aparelho Licor 6400 XT. As avaliações foram realizadas às 06h30min.

A altura das plantas foi avaliada aos 13, 33 e 70 DAA, medindo-se o comprimento do perfilho principal da superfície do solo até a primeira folha completamente desenvolvida (+1). O número de perfilhos (primário, secundários e terciários) foi determinado aos 33 e 70 DAA.

Aos 70 DAA foram cortados rente ao solo todos os perfilhos de cada parcela, os quais foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 70°C até obtenção do peso constante, procedendo-se com a pesagem da massa seca em balança analítica. As raízes foram lavadas e submetidas à obtenção do volume, com auxílio de uma proveta graduada, em seguida colocadas em estufa, seguindo os mesmos procedimentos para os perfilhos.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento (agosto/2009 a janeiro/2010) foram totalizados 723,20 mm de chuva, mas quando necessário o solo foi mantido na capacidade de campo. No período também constatou-se 25,2°C para temperatura média; 27,4°C para temperatura máxima e 21,7°C para temperatura mínima (CIIAGRO, 2010). Essas condições foram ideais para disponibilizar água no solo e estimular o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, além de otimizar a dinâmica dos herbicidas no solo.

Aos 13 DAA todas as cultivares apresentaram sintomas de fitotoxicidade, com destaque para os tratamentos com isoxaflutole ($262,5 \text{ g ha}^{-1}$) e sulfentrazone (800 g ha^{-1}). Além destes, amicarbazone (1400 g ha^{-1}) provocou injúrias às cultivares IAC91-5155 e IACSP93-3046, enquanto ametryn (1500 g ha^{-1}) + clomazone (1000 g ha^{-1}) nas cultivares IACSP93-3046 e IACSP94-2094, por fim, o clomazone (1100 g ha^{-1}) na cultivar IACSP92-2094, esses com notas atribuídas superiores a 40%.

Os sintomas de fitotoxicidade ainda estavam presentes aos 33 DAA, em todas as cultivares e o tratamento com isoxaflutole ($262,5 \text{ g ha}^{-1}$) ainda apresentou notas próximas a 80%, devido o herbicida possuir como mecanismo de ação a inibição da biossíntese de caroteno, sintoma característico das folhas albinas. Com o tratamento utilizando sulfentrazone (800 g ha^{-1}) os sintomas foram menos intensos que os apresentados aos 13 DAA, mas ainda próximos aos 50% (IACSP93-3046 e IACSP94-2094). Amicarbazone alcançou notas de 70% na cultivar IAC91-5155 e os tratamentos clomazone (1100 g ha^{-1}) e ametryn (1500 g ha^{-1}) + clomazone (1000 g ha^{-1}) propiciaram notas superiores a 40% de fitotoxicidade na cultivar IACSP94-2094 (Figura 1). Entretanto, aos 70 DAA todas as cultivares não apresentavam mais sintomas visuais de fitotoxicidade.

As maiores injúrias provocadas pelo isoxaflutole devem-se à sua baixa mobilidade na maioria dos solos, podendo esse fato ter contribuído para a concentração do herbicida nas camadas superficiais e, conseqüentemente, possibilitado o maior contato entre a cana-de-açúcar e o herbicida (AZANIA et al., 2005b). Os autores ainda observaram resultados semelhantes em relação ao isoxaflutole, quando soqueira de terceiro corte da cultivar RB835089 foi submetida ao herbicida.

No mesmo período em que se observaram os sintomas visuais de intoxicação nas cultivares, dos 13 aos 33 DAA, também se verificou interferência nos processos fisiológicos das mesmas. Apesar da razão de fluorescência (Fv/Fm), condutância estomática e transpiração não terem apresentado interação entre os fatores testados (cultivares e herbicidas), apresentaram diferença entre os níveis em cada fator (Tabela 1).

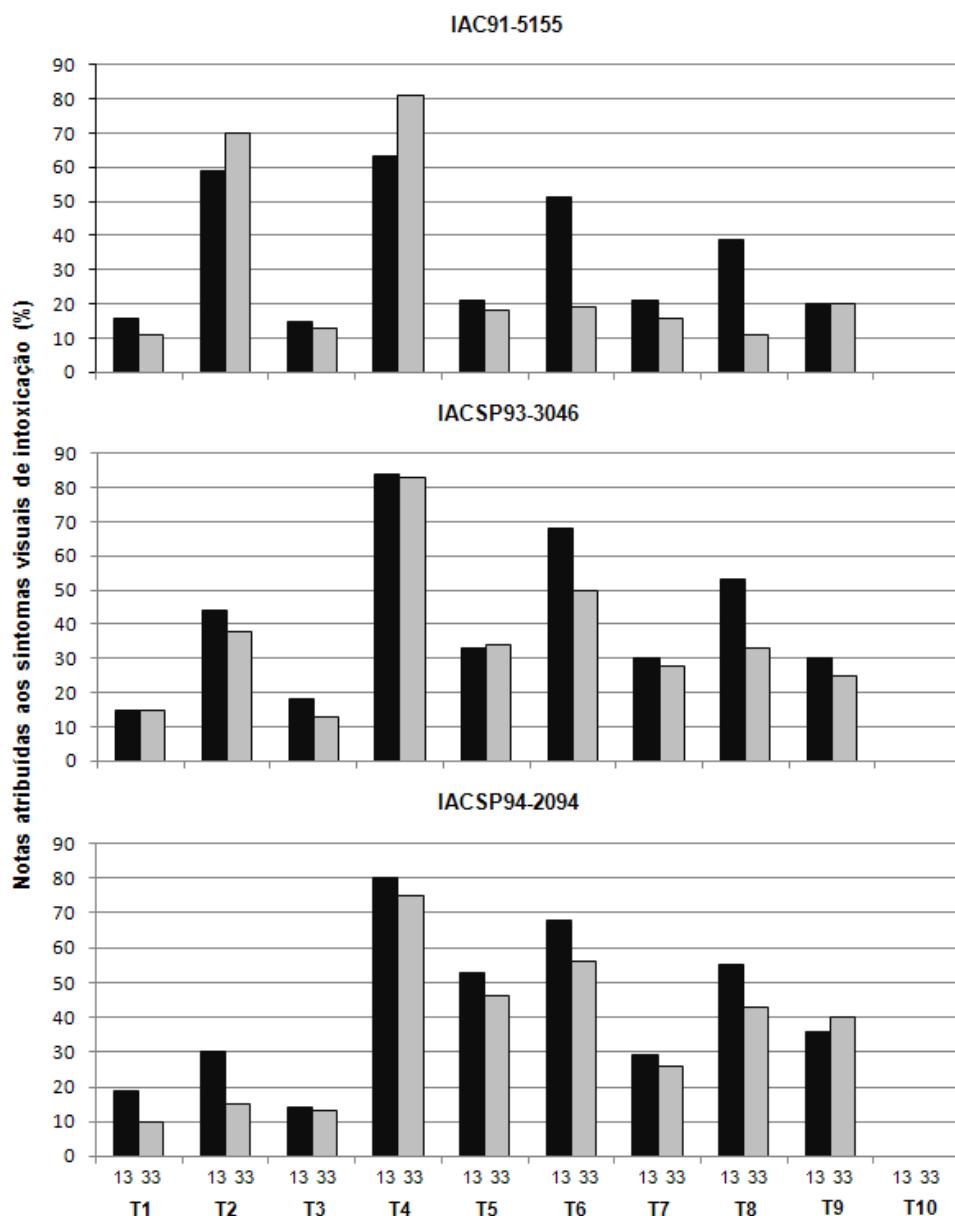


Figura 1. Notas atribuídas aos sintomas visuais de intoxicação em cana-de-açúcar tratadas com diferentes herbicidas aos 13 e 33 dias após a aplicação (DAA). Ribeirão Preto-SP, 2009.

T1- ametryn (2800 g ha⁻¹); T2- amicarbazone (1400 g ha⁻¹); T3- tebuthiuron (1200 g ha⁻¹); T4- isoxaflutole (262,5 g ha⁻¹); T5- clomazone (1100 g ha⁻¹); T6- sulfentrazone (800 g ha⁻¹); T7- ametryn (1463 g ha⁻¹)+trifloxysulfuron-sodium (37 g ha⁻¹); T8- ametryn (1500 g ha⁻¹)+clomazone(1000 g ha⁻¹); T9- diuron (1404 g ha⁻¹)+hexazinone (396 g ha⁻¹); T10- testemunha.

A cultivar IAC91-5155 apresentou reduzida razão de fluorescência (*Fv/Fm*), aos 33 DAA, que diferiu das demais (Tabela 1). Entretanto, aos 13 DAA, nenhuma cultivar diferenciou-se estatisticamente. Essa diferença entre *Fv/Fm* nas cultivares deve-se à genética de cada material. De acordo com Krause ; Weis (1991), a razão *Fv/Fm* normalmente decresce em plantas submetidas a algum tipo de estresse. O amicarbazone foi o tratamento que mais reduziu a razão de fluorescência aos 13 DAA, enquanto que aos 33 DAA foi o diuron +

hexazinone. Souza et al. (2009) também relataram menores médias da F_v/F_m com tratamento de amicarbazone nas cultivares IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, IAC86-2480 e RB72454.

Relacionando a condutância estomática e a transpiração, observamos que somente aos 33 DAA foram encontradas diferenças entre as cultivares, devido aos materiais genéticos. Observou-se que o isoxaflutole reduziu a condutância estomática e a transpiração, principalmente aos 33 DAA (Tabela 1). De acordo com Goetz et al. (1990), se houver algum dano estrutural ou fisiológico na planta e redução na água no solo, o potencial de água na folha e a condutância estomática será reduzida, diminuindo assim a transpiração. Consequentemente esse fechamento bloqueia o fluxo de CO_2 para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que pode reduzir a produtividade.

Analisando a altura das cultivares, não houve interação entre os fatores aos 33 DAA, somente aos 13 e 70 DAA (Tabela 2). Aos 33 DAA, os tratamentos que tiveram suas alturas reduzidas foram; entre as cultivares, a IACSP93-3046 (16,28 cm), isso devido às suas características genéticas, e entre o fator herbicida, o isoxaflutole (15,75 cm). Azania et al. (2005a) ao estudarem a seletividade de herbicidas com a cultivar RB835089, concluíram que a altura das plantas também foi prejudicada pelo isoxaflutole, aos 45 DAA, porém, com total recuperação aos 60 DAA.

Tabela 1. Razão de fluorescência (Fv/Fm), condutância estomática e transpiração proporcionado pelos diferentes herbicidas sobre as diferentes cultivares de cana-de-açúcar. Instituto Agrônomo, 2010.

Causas de variação	Fv/Fm		Condutância Estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		Transpiração	
	13 DAA	33 DAA	13 DAA	33 DAA	13 DAA	33 DAA
Cultivares (A)						
IAC 91-5155	0,456 a	0,488 b	0,339 a	0,211 b	5,611 a	5,230 b
IACSP 93-3046	0,429 a	0,498 ab	0,346 a	0,266 a	5,487 a	6,475 a
IACSP 94-2094	0,388 a	0,536 a	0,334 a	0,230 b	5,342 a	5,722 ab
Herbicidas (B)						
ametryn (2800 g ha^{-1})	0,411 ab	0,495 abc	0,408 ab	0,218 bc	5,934 a	5,154 ab
amicarbazone (1400 g há^{-1})	0,220 b	0,423 bc	0,319 ab	0,215 bc	4,884 a	5,478 ab
tebuthiuron (1200 g ha^{-1})	0,493 ab	0,501 ab	0,302 ab	0,244 abc	5,471 a	5,952 ab
isoxaflutole (262,5 g ha^{-1})	0,321 ab	0,550 a	0,239 b	0,190 c	4,020 a	4,809 b
clomazone (1100 g ha^{-1})	0,524 a	0,499 ab	0,320 ab	0,241 abc	5,775 a	6,140 ab
sulfentrazone (800 g ha^{-1})	0,495 ab	0,549 a	0,374 ab	0,264 ab	6,066 a	6,401 ab
ametryn (1463 g ha^{-1})+tss (37 g ha^{-1})	0,504 a	0,588 a	0,396 ab	0,239 abc	6,244 a	5,880 ab
ametryn (1500 g ha^{-1})+clomazone(1000 g ha^{-1})	0,493 ab	0,556 a	0,318 ab	0,289 a	5,555 a	7,350 a
diuron (1404 g ha^{-1})+hexazinone (396 g ha^{-1})	0,314 ab	0,378 c	0,293 ab	0,216 bc	4,892 a	5,464 ab
Testemunha	0,465 ab	0,533 ab	0,428 a	0,240 abc	5,960 a	5,459 ab
F (A)	1,15 ^{ns}	3,54 *	0,10 ^{ns}	13,25 **	0,15 ^{ns}	5,97 **
F (B)	3,17 **	6,90 **	2,59 *	3,91 **	1,18 ^{ns}	2,35 *
F (AxB)	1,66 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,56 ^{ns}
CV (%)	33,69	11,83	26,65	14,66	28,43	19,75

DAA (dias após aplicação); tss (trifloxysulfuron-sodium); CV: (coeficiente de variação); *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns= não significativo

No desdobramento da interação para a variável altura, aos 13 e 70 DAA (Tabela 3), observa-se que a cultivar IAC91-5155 teve sua altura afetada por todos herbicidas. Mas observando aos 70 DAA esta mesma cultivar, o isoxaflutole foi o que mais causou redução na altura, diferenciando dos demais tratamentos. Vários pesquisadores relataram respostas diferenciadas de cultivares aos herbicidas, com conseqüente intoxicação da cultura, alterando características das plantas, como: altura, número de folhas, área foliar e massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cana-de-açúcar (PROCÓPIO et al., 2004; FERREIRA et al., 2005; BARELA ; CHRISTOFFOLETI, 2006; AZANIA et al., 2006). A cultivar IACSP94-2094 foi sensível ao ametryn e amicarbazone aos 13 DAA, porém nenhum tratamento prejudicou a altura. Dentre os tratamentos estudados destaca-se a cultivar IACSP93-3046, que aos 70 DAA, de acordo com o desdobramento da interação, apresentou as menores alturas para a maioria dos herbicidas, com exceção do tratamento com ametryn (Tabela 3).

Com relação ao número de perfilhos, a cultivar IAC91-5155 teve maior número e diferiu estatisticamente da IACSP94-2094, enquanto todos os tratamentos herbicidas diferiram da testemunha, que teve maior número de perfilhos (Tabela 2). De acordo com o desdobramento da interação aos 33 DAA (Tabela 3), as diferenças observadas foram para a cultivar IAC91-5155, com maior número de perfilhos no tratamento testemunha. Aos 70 DAA, de acordo com a Tabela 2, somente houve diferença entre a variável cultivar, pois a IAC91-5155 teve maior número de perfilhos em relação às demais, e, entre os herbicidas não houve diferença, indicando ser uma possível característica genética da cultivar.

Aos 70 DAA (Tabela 4), a massa seca da parte aérea não teve interação entre os fatores. Dentre as cultivares, a IACSP93-3046 obteve a menor massa, na ordem de 4,90 g, isso devido às suas características genéticas, pois segundo Ferreira et al. (2005), variações na genética das diferentes cultivares de cana-de-açúcar podem ter induzido diferentes efeitos dos herbicidas nas plantas, o que tem sido fator importante na tolerância de cultivares a herbicidas. Para Ferreira et al. (2010), a determinação da massa fresca da parte aérea, a altura dos colmos e o conteúdo total de clorofila de plantas de cana-de-açúcar, podem ser variáveis práticas para o estudo da tolerância a herbicidas.

O isoxaflutole causou menor massa entre os herbicidas, indiferente da cultivar, na ordem de 3,59 g. Para a massa seca da raiz, a cultivar IAC91-5155 obteve menor valor e o herbicida que mais prejudicou foi o isoxaflutole com 2,6 g.

Dentre as cultivares estudadas, aos, 70 DAA, o volume da raiz fresca (Tabela 4) foi maior para IACSP 93-3046 e quanto aos herbicidas, o menor valor foi observado para isoxaflutole, devido ser o

produto que mais injuriou as plantas. No desdobramento da interação entre cultivares e herbicidas para volume da raiz (Tabela 3), analisando os herbicidas dentro de cada cultivar, o herbicida isoxaflutole foi que mais comprometeu o sistema radicular das cultivares IAC91-5155 e IACSP 93-3046, em comparação com o tratamento testemunha.

Tabela 2. Altura (cm) e número de perfilhos proporcionado pelos diferentes herbicidas sobre as cultivares de cana-de-açúcar estudada em diferentes datas de avaliação. Instituto Agrônomo, 2010.

Causas de variação	Altura (cm)			Número de perfilhos			
	13 DAA	33 DAA	70 DAA	33 DAA		70 DAA	
				Orig.	Transf.	Orig.	Transf.
Cultivares (A)							
IAC 91-5155	13,48 b	20,24 b	39,68 a	1,52	1,56 a	3,20	1,97 a
IACSP 93-3046	11,7 c	16,28 c	25,00 b	1,38	1,53 ab	2,13	1,73 b
IACSP 94-2094	16,35 a	24,18 a	42,23 a	1,13	1,45 b	1,80	1,64 b
Herbicidas (B)							
ametryn (2800 g ha ⁻¹)	10,79 c	18,67 bcd	33,25 bc	1,50	1,56 b	2,08	1,72 a
amicarbazone (1400 g ha ⁻¹)	13,00 bc	16,39 cd	28,67 bc	1,08	1,44 b	1,58	1,59 a
tebuthiuron (1200 g ha ⁻¹)	12,88 bc	20,58 bcd	36,75 ab	1,17	1,47 b	2,33	1,76 a
isoxaflutole (262,5 g ha ⁻¹)	14,58 abc	15,75 d	23,42 c	1,00	1,41 b	1,33	1,52 a
clomazone (1100 g ha ⁻¹)	14,38 abc	21,08 bc	39,33 ab	1,17	1,46 b	3,08	1,94 a
sulfentrazone (800 g ha ⁻¹)	17,17 a	22,33 b	37,25 ab	1,33	1,52 b	2,92	1,93 a
ametryn (1463 g ha ⁻¹)+tss(37 g ha ⁻¹)	12,63 bc	21,5 bc	38,5 ab	1,58	1,59 b	2,92	1,95 a
ametryn(1500 g ha ⁻¹)+clomazone(1000 g ha ⁻¹)	12,79 bc	19,33 bcd	39,5 ab	1,08	1,44 b	2,83	1,87 a
diuron(1404 g ha ⁻¹)+hexazinone(396 g ha ⁻¹)	13,75 abc	18,83 bcd	33,67 bc	1,00	1,41 b	2,42	1,76 a
testemunha	16,46 ab	27,83 a	46,00 a	2,50	1,83 a	2,25	1,77 a
F (A)	25,42 **	40,65 **	49,96 **	4,18 *		6,74 **	
F (B)	4,97 **	9,09 **	6,85 **	6,54 **		1,51 ^{NS}	
F (AxB)	1,9 *	1,94 ^{NS}	1,99 *	3,14 **		1,30 ^{NS}	
CV (%)	21,27	19,37	23,35	11,20		23,36	

DAA (Dias Após Aplicação); tss: trifloxysulfuron-sodium; CV: coeficiente de variação. *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns= não significativo

Tabela 3. Desdobramento da altura (cm), Perfilhamento e Volume de Raiz fresca, proporcionada pelos diferentes herbicidas sobre as cultivares de cana-de-açúcar. Instituto Agronômico, 2010.

		Variáveis				Herbicidas (B)						
		Cultivares (A)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
13DAA	Altura (cm)	IAC 91-5155	9,37 Ba	14,38 Ba	11,00 Bb	13,13 Bb	13,13 Ba	15,00 ABb	11,25 Ba	12,38 Ba	13,63 Bab	21,5 Aa
		IACSP 93-3046	10,13 Aa	11,00 Aa	11,63 Aab	11,38 Ab	12,75 Aa	15,25 Ab	11,38 Aa	10,88 Aa	10,88 Ab	11,75 Ab
		IACSP 94-2094	12,88 Ba	13,63 Ba	16,00 ABa	19,25 ABa	17,25 ABa	21,25 Aa	15,25 ABa	15,13 ABa	16,75 ABa	16,13 ABb
70DAA	Altura (cm)	IAC 91-5155	34,75 BCDa	23,00 CDb	36,5 BCDab	20,00 Dab	44,00 ABa	42,00 ABCa	43,5 ABa	51,5 ABa	41,00 BCa	60,5 Aa
		IACSP 93-3046	27,25 Aa	24,25 Ab	29,75 Ab	17,75 Ab	29,75 Ab	23,00 Ab	26,5 Ab	22,5 Ab	21,00 Ab	28,25 Ab
		IACSP 94-2094	37,75 Aa	38,75 Aa	44,00 Aa	32,5 Aa	44,25 Aa	46,75 Aa	45,5 Aa	44,5 Aa	39,00 Aa	49,25 Aa
33DAA	Número de perfilhos	IAC 91-5155	1,64 Ba (1,75)	1,41 Ba (1,00)	1,41 Ba (1,00)	1,41 Ba (1,00)	1,41 Ba (1,00)	1,49 Ba (1,25)	1,56 Ba (1,50)	1,49 Ba (1,25)	1,41 Ba (1,00)	2,33 Aa (4,5)
		IACSP 93-3046	1,56 Aa (1,5)	1,49 Aa (1,25)	1,57 Aa (1,5)	1,41 Aa (1,00)	1,56 Aa (1,5)	1,64 Aa (1,75)	1,64 Aa (1,75)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,57 Ab (1,50)
		IACSP 94-2094	1,49 Aa (1,25)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)	1,56 Aa (1,50)	1,41 Aa (1,00)	1,41 Aa (1,00)
70 DAA	Volume Raiz Fresca (cm ³)	IAC 91-5155	5,49ABCb (29,25)	3,68 BCb (13,00)	5,21 ABCb (26,75)	3,59 Ca (12,5)	6,36 ABb (40,5)	6,54 Aa (42,25)	6,05 ABCa (36,75)	6,09 ABCa (37,5)	6,18 ABCa (42,5)	7,72 Ab (59,00)
		IACSP 93-3046	7,93 BCDa (65,75)	6,19 DEa (37,5)	10,21 ABa (104,00)	4,99 Ea (24,00)	9,15 ABCa (85,25)	7,72 BCDEa (60,25)	6,18 DEa (37,75)	7,38 CDEa (53,5)	6,46 CDEa (41,00)	11,62 Aa (135,25)
		IACSP 94-2094	6,22 Aab (39,00)	5,02 Aab (24,5)	6,94 Ab (52,75)	4,66 Aa (20,75)	6,39 Ab (40,25)	5,7 Aa (32,00)	5,85 Aa (34,25)	5,97 Aa (34,75)	5,97 Aa (34,75)	7,12 Ab (50,00)

Letras maiúsculas: compara-se nas linhas e minúsculas nas colunas; T1- ametryn (2800 g ha⁻¹); T2- amicarbazone (1400 g ha⁻¹); T3- tebuthiuron (1200 g ha⁻¹); T4- isoxaflutole (262,5 g ha⁻¹); T5- clomazone (1100 g ha⁻¹); T6- sulfentrazone (800 g ha⁻¹); T7- ametryn (1463 g ha⁻¹)+trifloxysulfuron-sodium (37 g ha⁻¹); T8-diuron ametryn (1500 g ha⁻¹)+clomazone(1000 g ha⁻¹); T9- diuron (1404 g ha⁻¹)+hexazinone (396 g ha⁻¹); T10- testemunha. Dados originais entre parênteses.

Tabela 4. Massa Seca, Massa Seca Raiz e Volume de Raiz Fresca proporcionada pelos diferentes herbicidas sobre diferentes cultivares de cana-de-açúcar. Instituto Agrônomo, 2010.

Causas de variação	Massa Seca (g)		Massa Seca Raiz (g)		Volume da Raiz Fresca (cm ³)	
	70 DAA		70 DAA		70 DAA	
	Orig.	Transf.	Orig.	Transf.	Orig.	Transf.
Cultivares (A)						
IAC 91-5155	34,49	5,56 a	10,86	3,29 c	34,00	5,69 b
IACSP 93-3046	23,91	4,90 b	18,22	4,26 a	64,43	7,78 a
IACSP 94-2094	34,67	5,90 a	13,30	3,70 b	36,3	5,98 b
Herbicidas (B)						
ametryn (2800 g ha ⁻¹)	30,95	5,53 ab	15,46	3,95 b	44,67	6,55 bc
amicarbazone (1400 g ha ⁻¹)	18,98	4,30 bc	7,83	2,87 cd	25,00	4,97 cd
tebuthiuron (1200 g ha ⁻¹)	33,57	5,74 ab	16,46	4,04 b	61,17	7,45 ab
isoxaflutole (262,5 g ha ⁻¹)	12,82	3,59 c	6,15	2,6 d	19,08	4,41 d
clomazone (1100 g ha ⁻¹)	38,28	6,16 a	16,91	4,16 b	55,33	7,30 ab
sulfentrazone (800 g ha ⁻¹)	33,58	5,80 ab	14,70	3,90 b	44,83	6,65 b
ametryn (1463 g ha ⁻¹)+tss (37 g ha ⁻¹)	33,58	5,79 ab	11,62	3,53 bc	36,25	6,02 bc
ametryn (1500 g ha ⁻¹)+clomazone(1000 g ha ⁻¹)	36,44	5,84 ab	13,47	3,76 bc	41,92	6,48 bc
diuron (1404 g ha ⁻¹)+hexazinone (396 g ha ⁻¹)	31,58	5,41 ab	11,42	3,48 bcd	39,42	6,20 bc
testemunha	40,45	6,38 a	27,27	5,22 a	81,42	8,82 a
F (A)	6,98 **		20,49 **		35,36 **	
F (B)	5,95 **		13,48 **		12,85 **	
F (AxB)	1,55 ns		1,18 ns		2,31 **	
CV (%)	22,31		18,15		18,58	

DAA (Dias Após Aplicação); tss: trifloxysulfuron-sodium; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ns= não significativo

CONCLUSÃO

Para todas as cultivares, os herbicidas amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone causaram sintomas de intoxicação superiores a 50%, os demais tratamentos com valores

inferiores, até os 33 DAA com total recuperação aos 70 DAA. A intensidade da intoxicação foi suficiente para reduzir a altura, a massa seca da parte aérea e da raiz, bem como o volume da raiz em todos os tratamentos, particularmente amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone.

REFERENCIAS

AZANIA, C.A.M.et al. Seletividade de herbicidas. I – Utilização do método de testemunhas pareadas em experimento com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 661-667, 2005a.

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, 2005b.

AZANIA, C. A. M..et al. Seletividade de herbicidas. III –Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, v. 23, 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 nematicidas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 371-378, 2006.

CARVALHO, S. J. P.et al. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agrícola**, v.66, n.1, p.136-142, 2009.

CIIAGRO: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Quadro de temperatura mensal**. Disponível em: < [http: www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline](http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline) >. Acesso em: 20 maio. 2010.

COSTA, E. A. D.; ROZANSKI, A. Eficácia da aplicação seqüencial de isoxaflutole associado com ametryn ou diuron no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Boletim Informativo SBCPD**, v. 9, n. 1, p. 14-20, 2003.

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.

FERREIRA, R. R.et al. Tolerância diferencial de variedades de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.395-404, 2010.

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.

GOETZ, A. J.; LAVY, T. L.; GBUR, E. E. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Science**, v. 38, p. 421-428, 1990.

HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 419-426, 2001.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42: 313-349, 1991.

KUVA, M. A. et al. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.

NEGRISOLI, E. et al. 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. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p.16-17, 1985.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

ROLIM, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana-planta de ano. **Saccharum**, São Paulo, n.22, p.21-26, 1982.

SIEBENEICHLER, S. C. et al. Alterações na fotossíntese, condutância estomática e eficiência fotoquímica induzidas por baixa temperatura em feijoeiros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, n.1, p. 37-44, 1998.

SOUZA, J. R. et al. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, v. 68, n.4, p. 941-951, 2009.

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**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 123-134, 2000.

WIXSON, M. B.; SHAW, D. R. Use of AC 263,222 for sicklepod (*Cassia obtusifolia*) control in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 5, p. 276-279, 1991.