

EFEITOS DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM *Brachiaria brizantha*¹

Effects of Herbicides on Corn and Brachiaria brizantha Intercropping

JAKELAITIS, A.², SILVA, A.A.³, FERREIRA, L.R.³, SILVA, A.F.⁴, PEREIRA, J.L.⁴ e VIANA, R.G.⁵

RESUMO - A eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência foi avaliada para o controle de plantas daninhas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* e verificando seus efeitos sobre as espécies consorciadas. Os tratamentos foram representados pelos herbicidas atrazine (1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine (15 + 1 + 1.500 e 30 + 2 + 1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium (45 + 3 g ha⁻¹), nicosulfuron + atrazine (2 + 1.500; 4 + 1.500; 8 + 1.500; 12 + 1.500 g ha⁻¹) mais a testemunha capinada (milho solteiro) e sem capina, arrançados em blocos ao acaso, com três repetições. Foram avaliados a porcentagem de controle de *Digitaria horizontalis* e de espécies do gênero *Ipomoea*, a toxicidade à cultura do milho, a cobertura vegetal do solo, o estado nutricional e a produtividade do milho e da forrageira. Verificou-se que para *D. horizontalis* os herbicidas foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine, foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + espalhante e nicosulfuron + atrazine nas duas maiores doses proporcionaram controle semelhante (acima de 70%) aos 28 dias após a aplicação (DAA). Para *Ipomoea* spp. houve diferença dos tratamentos apenas em relação à testemunha sem capina. Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + espalhante mostrou-se tóxico ao milho até 28 DAA, enquanto para *B. brizantha* somente o atrazine não causou dano. Leituras correspondentes ao teor de clorofila total, N, K e a produtividade do milho foram inferiores na testemunha sem capina e no tratamento com atrazine, sendo os demais não influenciados pelos herbicidas. Ao contrário, no período de convivência com o milho, depois da colheita deste e após período de pastejo, *B. brizantha* foi mais produtiva nos tratamentos em que foi aplicado atrazine e na testemunha sem capina, apresentando menor desenvolvimento nas maiores doses das sulfoniluréias.

Palavras-chave: atrazine, planta daninha, sulfoniluréias.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the efficiency of herbicides applied in post-emergence on weeds and corn - *Brachiaria brizantha* intercropping. The treatments were applications of atrazine (1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine (15 + 1 + 1.500 and 30 + 2 + 1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium (45 + 3 g ha⁻¹), nicosulfuron + atrazine (2 + 1.500; 4 + 1.500; 8 + 1.500; 12 + 1.500 g ha⁻¹), besides the weeded corn and intercropping without weeding, arranged in randomized blocks, with three replications. *Digitaria horizontalis* and *Ipomoea* spp. control percentage, maize crop toxicity degree, soil plant cover, nutritional state, and maize and forage yields were evaluated. It was verified that the herbicides foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine, foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + surfactant, and nicosulfuron + atrazine applied at the two highest doses provided a similar control percentage (above 70%) at 28 days after application (DAA) of herbicides for *D. horizontalis*. For *Ipomoea* spp., a difference in the treatments was found only in relation to the control without weeding. Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + surfactant proved toxic for corn up to 28 DAA, while only atrazine proved not harmful for *B. brizantha*. Readings

¹ Recebido para publicação em 3.3.2004 e na forma revisada em 21.4.2005.

Pesquisa financiada com apoio do CNPq.

² Doutorando, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36571-000, Viçosa-MG; ³ Prof.do Departamento de Fitotecnia – UFV; ⁴ Bolsista de iniciação científica. ⁵ Mestrando, Departamento de Fitotecnia – UFV.



corresponding to total chlorophyll, N, and K contents and corn yield were lower in the control without weeding and atrazine treatment. The others were not influenced by the use of the herbicides. On the other hand, *B. brizantha* was more productive in the treatments and control without weeding, presenting a reduced development under the highest sulfonylurea doses during the intercropping with corn, after harvest and pasture.

Key words: atrazine, weeds, sulfonylurea.

INTRODUÇÃO

O milho ocupa posição de destaque na economia brasileira em decorrência da área cultivada e do volume produzido, atingindo aproximadamente 13 milhões de hectares cultivados, com produção aproximada de 36 milhões de toneladas por ano (Agriannual, 2002). No entanto, um dos fatores que comprometem seu rendimento é a interferência exercida pelas plantas daninhas. As perdas ocasionadas pela competição com espécies daninhas podem variar de 10 a mais de 80% em função da espécie competidora, do grau de infestação, do período de convivência, bem como do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas reinantes durante a convivência (Silva et al., 2002).

Dentre os fatores que influenciam a interferência destaca-se o período em que a população de plantas daninhas está competindo pelos recursos do ambiente com a cultura, no qual se torna necessário o uso de medidas de controle para reduzir os efeitos negativos dessa interferência (Silva et al., 2002). Dentre estas, o controle químico tem se destacado, pela eficiência no controle das plantas daninhas, rapidez na operação e economia nos custos, quando comparados com outros métodos. Todavia, a eficácia dos herbicidas é variável entre si, dependendo das condições ambientais, da época de aplicação e da espécie daninha a ser controlada (Merotto Jr. et al., 1997).

Dentre os herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas daninhas na cultura do milho, merecem destaque o atrazine e alguns herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias, como o nicosulfuron, foramsulfuron e iodossulfuron methyl sodium (Zagonel, 2002). O atrazine, pertencente ao grupo químico das triazinas, é inibidor da fotossíntese e controla espécies daninhas

dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais, podendo ser aplicado em pré e pós-emergência das plantas daninhas (Rodrigues & Almeida, 1998). A seletividade do milho a este herbicida é dada pela hidroxilação enzimática do atrazine a hidroxitriazinas, por ação de benzoxazinonas (Silva et al., 2002).

As sulfoniluréias atuam sobre a acetolactato sintase (ALS), na qual catalisa a primeira reação na biossíntese de aminoácidos ramificados, valina, leucina e isoleucina (Anderson et al., 1998). Seus sintomas, em plantas sensíveis, são caracterizados por clorose foliar, necrose e redução do crescimento. A seletividade das plantas a sulfoniluréias é conferida pelas diferentes taxas de metabolização e pela velocidade de absorção e translocação. Espécies tolerantes metabolizam rapidamente estes herbicidas, transformando-os em formas inativas por meio do sistema citocromo P450 monooxigenase, em reações de hidroxilação e glicosilação (Brow, 1990; Fonnen-Pfister et al., 1990). Dos herbicidas deste grupo químico, o nicosulfuron é utilizado principalmente em aplicações em pós-emergência, com enfoque no controle de gramíneas e algumas espécies dicotiledôneas (Rodrigues & Almeida, 1998). Já o foramsulfuron atua principalmente sobre gramíneas, e o iodossulfuron methyl sodium, sobre espécies de folhas largas, estando, assim, disponível no mercado como mistura pronta para a cultura do milho (Franco, 2002).

A espécie *Brachiaria brizantha* é considerada excelente forrageira tropical e tem sido utilizada no sistema de integração agricultura-pecuária, principalmente em sistemas de rotação, ou na implantação de cultivos consorciados com culturas anuais, visando a diversificação da produção agropecuária, com a formação de pastagens para pecuária extensiva e/ou a formação de palhada. No

consórcio de *B. brizantha* com milho, Portes et al. (2000) verificaram que a competição e o sombreamento exercidos pelo milho afetaram o crescimento, o perfilhamento e o rendimento forrageiro de *B. brizantha* até a colheita do milho. Todavia, Cobucci (2001) relata que, em vários ensaios sobre o consórcio de *B. brizantha* com o milho, a presença da forrageira não afetou essa cultura; em outros ensaios, foi necessário o uso do herbicida nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da forrageira e, com isso, garantir o bom rendimento da cultura. No entanto, plântulas de espécies do gênero *Brachiaria* são consideradas suscetíveis em aplicações pós-iniciais de herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias nas doses comerciais recomendadas (Lorenzi, 2000). Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas no consórcio de milho com *B. brizantha* e também os seus efeitos sobre estas espécies em consórcio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de novembro de 2002 a outubro de 2003 em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado há seis anos no sistema de plantio direto com a cultura do milho. A análise química deste solo revelou pH em água de 5,6; CTC (T), soma de bases, H + Al, Ca e Mg de 8,17; 3,96; 4,21; 2,8; e 1,1 cmol_c dm⁻³, respectivamente; P e K de 66,6 e 123 mg dm⁻³, respectivamente, e 1,49 dag kg⁻¹ de matéria orgânica. A vegetação de plantas daninhas presentes na área antes da semeadura das culturas foi dessecada com a mistura de tanque de glyphosate + 2,4-D (1,44 kg ha⁻¹ + 0,335 kg ha⁻¹, respectivamente). Os dados referentes à precipitação pluvial e temperatura coletados durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

A semeadura do milho (AGN 3180) foi feita em novembro de 2002, com semeadora mecânica, sobre a vegetação dessecada, sendo utilizadas sete sementes por metro linear de fileira. A adubação utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16 no plantio e 70 kg ha⁻¹ de nitrogênio, aplicados em cobertura aos 20 dias após a emergência. *Brachiaria brizantha* foi semeada com equipamento de tração

animal após a semeadura do milho, sendo usados aproximadamente 3 kg ha⁻¹ de sementes viáveis com valor cultural de 76%, no espaçamento de 0,45 m entre fileiras, correspondendo a duas destas na entrelinha do milho.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco fileiras espaçadas de 0,9 por 6,0 m de comprimento, perfazendo uma área total de 27 m², sendo as avaliações realizadas em duas fileiras centrais. As fileiras laterais foram utilizadas como bordadura externa. A população de plantas daninhas que antecedeu a aplicação dos tratamentos foi composta principalmente por *Digitaria horizontalis* e espécies do gênero *Ipomoea*. Os tratamentos constaram da aplicação dos herbicidas atrazine (1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine (15+1+1.500 e 30+2+1.500 g ha⁻¹), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium (45+3 g ha⁻¹), nicosulfuron + atrazine (2+1.500; 4+1.500; 8+1.500; 12+1.500 g ha⁻¹) mais a testemunha capinada, representada pelo milho solteiro, e a testemunha sem capina.

As pulverizações foram feitas com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, mantendo a pressão constante de 3,0 kgf cm⁻², equipado com quatro bicos Teejet da série 110.02, espaçados de 0,5 m e calibrados para aplicar o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. As aplicações dos tratamentos foram efetuadas aos 25 dias após a emergência (DAE) das plantas de milho, quando as plantas daninhas

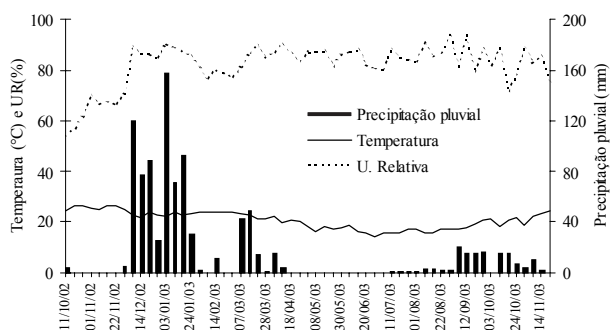


Figura 1 - Médias semanais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa do ar observadas na área experimental durante a condução do experimento. Viçosa-MG, 2002/03.



dicotiledôneas apresentavam em média duas a quatro folhas e as monocotiledôneas iniciavam o seu perfilhamento. As condições no momento da aplicação foram de céu claro, solo úmido, velocidade do vento inferior a 5 km h⁻¹, temperatura e umidade relativa do ar de 28 °C e 85%, respectivamente.

As avaliações visuais foram realizadas aos 7, 14 e 28 dias após aplicação dos tratamentos (DAA), estimando a toxicidade dos herbicidas ao milho, a cobertura vegetal das parcelas pelas plantas daninhas e pela braquiária e o controle das plantas daninhas. *B. brizantha*, por ser uma espécie sensível às sulfoniluréias nas doses comerciais recomendadas, também foi estimada quanto à porcentagem de controle. A toxicidade foi avaliada atribuindo-se notas variando de zero a 100%, em que zero indicou ausência de toxicidade e 100% a morte das plantas de milho. Da mesma forma, o controle foi avaliado atribuindo-se notas de zero (ausência de controle) a 100% (morte das plantas); para a porcentagem de cobertura, o valor de 100% correspondeu à cobertura vegetal total das parcelas pela braquiária e pelas plantas daninhas.

No florescimento do milho foram avaliados os teores de clorofila na folha, medidos com o clorofilômetro (SPAD modelo Minolta), e os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg). As leituras efetuadas com o medidor de clorofila foram feitas na folha-índice (primeira abaixo da espiga), em dois pontos situados na parte central da folha e a dois centímetros da margem, em dez plantas ao acaso por parcela. As folhas em que foram realizadas as leituras foram coletadas, secadas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até atingir massa constante e posteriormente moídas. Parte desse material foi submetida a digestão sulfúrica, sendo o teor de N orgânico dosado com reagente de Nessler (Jackson, 1958). Outra parte do material foi submetida à digestão nítrico-perclórica, sendo posteriormente determinado o K, por fotometria de chama; Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e o P, em espectrofotômetro, pelo método da vitamina C modificado (Braga & Deffelipo, 1974).

O milho foi colhido mecanicamente em março de 2003, e nessa ocasião foi determinado o estande, a porcentagem de plantas de

milho “enroladas” com *Ipomoea* spp. e o rendimento de grãos corrigido para 13% de umidade. Aos 70 dias após a colheita a área foi submetida a pastejo contínuo, com 2,0 unidades animal (UA) ha⁻¹ até o início de setembro de 2003, correspondendo à época de recuperação da forrageira até o início da estação chuvosa. Após a retirada dos animais, a área permaneceu em pousio por 40 dias até a dessecação química, para posterior plantio direto da cultura do milho. A quantidade de forragem produzida foi avaliada em 1 m² de parcela na época de colheita do milho, 50 dias após a colheita e aos 40 dias após o período de pastejo. Todo o material coletado foi levado ao laboratório e secado em estufa de ventilação forçada a 70 °C por 72 horas, para determinação da biomassa seca.

As análises de variância para porcentagem de controle, cobertura vegetal, fitotoxicidade e produção de forragem foram realizadas individualmente para cada época de avaliação, sendo excluído o tratamento testemunha capinada da análise de variância referente à produção de forragem. Os dados de porcentagem de cobertura e controle foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ para análise. Após a análise de variância, procedeu-se às comparações das médias, utilizando o teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de probabilidade e a análise de correlação linear simples entre as variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 7 DAA, verificou-se que todos os herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias testados provocaram toxicidade às plantas de milho e que os sintomas foram mais intensos à medida que se elevaram as doses e se adicionou espalhante à calda (Tabela 1). Com o crescimento das plantas, aos 28 DAA, os sintomas de toxicidade foram atenuados para a mistura pronta foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + espalhante e desapareceram para a menor dose destes herbicidas, quando aplicados com atrazine, e para os tratamentos que envolveram o uso do nicosulfuron, evidenciando a degradação dos herbicidas por ação do metabolismo da planta.

Moro & Damião Filho (1999) observaram, em plantas de milho após a aplicação do

nicosulfuron, alterações morfoanatômicas das folhas com clorose e enrugamento da lâmina foliar e que tais sintomas desaparecem ao longo do ciclo da cultura. Resultados semelhantes quanto à toxicidade destas sulfoniluréias foram obtidos por Zagonel (2002) para o híbrido DKB 214; esse autor constatou que a injúria desapareceu aos 15 DAA dos herbicidas.

A cobertura vegetal das parcelas foi composta principalmente por *B. brizantha*, que cobriu aproximadamente 70% destas, e pelas espécies daninhas *D. horizontalis* e *Ipomoea* spp., que cobriram 18 e 10%, respectivamente. A porcentagem de cobertura foi superior na testemunha sem capina (53,3%) e nas parcelas em que foi aplicado atrazine (25%); os tratamentos com as sulfoniluréias foram estatisticamente iguais, com cobertura máxima de 7,3% aos 7 DAA (Tabela 1). Já aos 28 DAA, a testemunha sem capina apresentou 95% de sua área coberta, seguida pelos tratamentos com atrazine (70%) e pelas menores doses de nicosulfuron (23,3 e 15% para 2 e 4 g ha⁻¹, respectivamente) + atrazine; os demais tratamentos apresentaram, em média, 2% de cobertura das parcelas. A diferença encontrada entre a testemunha sem capina e o tratamento com atrazine deveu-se à infestação com *Ipomoea* spp.; já a diferença entre as parcelas tratadas com as sulfoniluréias e as demais foi atribuída à ação tóxica sobre as gramíneas.

Quanto ao efeito dos herbicidas sobre *Brachiaria brizantha*, verificou-se que, aos 7 DAA, os sintomas foram mais intensos nas maiores doses do foramsulfuron e iodosulfuron methyl sodium + espalhante e destas sulfoniluréias (foramsulfuron e iodosulfuron) com atrazine, seguidos posteriormente pela menor dose e pelas maiores doses do nicosulfuron em mistura com atrazine (Tabela 2). Gallaher et al. (1999) observaram, em estudos de absorção, translocação e metabolismo das sulfoniluréias primisulfuron e nicosulfuron em *Brachiaria platyphylla*, que a maior atividade do nicosulfuron em plantas sensíveis se deve principalmente à sua rápida absorção e translocação para as regiões meristemáticas e que isso contribui para sua maior atividade herbicida, porque a ALS é mais ativa em tecidos em desenvolvimento. Entretanto, maior efeito depressivo foi obtido somente aos 28 DAA para as duas maiores doses das sulfoniluréias, que atingiram avaliação visual de controle superior a 90%, seguidas pelas doses intermediárias de 30+2+1.500 g ha⁻¹ dos herbicidas foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine e 8+1.500 g ha⁻¹ de nicosulfuron mais atrazine (Tabela 2). Nessa ocasião, para as doses de 15+1+1.500 g ha⁻¹ do foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine e 2 e 4+1.500 g ha⁻¹ de nicosulfuron + atrazine, verificou-se determinada

Tabela 1 - Toxicidade observada no milho e cobertura vegetal do solo por *Brachiaria brizantha* e plantas daninhas avaliadas aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas no milho consorciado com *Brachiaria brizantha* (DAA). Viçosa-MG, 2002/03

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Toxicidade no milho (%)			Cobertura vegetal (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	7 DAA	14 DAA	28 DAA
Atrazine	1500	0 e ^{2/}	0 d	0 c	25,0 b	40,0 b	70,0 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1.500	11,7 c	6,7 c	0 c	4,7 c	2,0 c	4,3 d
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1.500	21,6 b	15,0 b	2,0 b	3,0 c	1,3 c	2,7 d
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium ^{1/}	45 + 3	46,6 a	23,3 a	10,0 a	3,0 c	0,7 c	0,7 d
Nicosulfuron + atrazine	2 + 1.500	3,3 e	0 d	0 c	6,7 c	10,0 c	23,3 c
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1.500	6,7 d	0 d	0 c	7,3 c	5,3 c	15,0 c
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1.500	9,0 d	0 d	0 c	4,0 c	1,3 c	3,7 d
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1.500	16,7 b	6,7 c	0 c	4,3 c	1,2 c	1,8 d
Testemunha capinada	-	0 e	0 d	0 c	0 c	0 c	0 d
Testemunha sem capina	-	0 e	0 d	0 c	53,3 a	83,3 a	95,0 a
CV (%)		5,90	4,85	6,24	6,22	2,61	7,85

^{1/} No tratamento foramsulfuron + iodosulfuron adicionou-se 1 L ha⁻¹ do espalhante Hoefix®.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.



Tabela 2 - Avaliação visual de controle (%) de *Brachiaria brizantha* e *Digitaria horizontalis* aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas e porcentagem de infestação de *Ipomoea* spp. na cultura do milho consorciado. Viçosa-MG, 2002/03

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	<i>B. brizantha</i>			<i>D. horizontalis</i>			<i>Ipomoea</i> spp.
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	7 DAA	14 DAA	28 DAA	
Atrazine	1500	6,7 e ^{2/}	0 e	0 e	6,7 f	0 c	0 e	12,0 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1.500	78,3 c	76,7 b	53,3 e	85,0 c	90,0 a	70,0 b	17,6 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1.500	85,0 b	86,7 b	80,0 c	90,0 b	97,0 a	76,6 a	13,9 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium ^{1/}	45 + 3	88,3 b	95,0 a	90,0 b	90,0 b	99,0 a	91,2 a	32,38 b
Nicosulfuron + atrazine	2 + 1.500	65,0 d	26,7 d	20,0 g	43,3 e	50,0 b	30,0 d	28,7 b
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1.500	73,3 c	56,7 c	43,3 f	71,6 d	56,7 b	50,0 c	21,3 b
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1.500	80,0 c	80,0 b	73,3 d	83,3 c	63,3 b	80,0 a	17,6 b
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1.500	78,3 c	90,0 a	91,7 b	81,7 c	81,7 a	83,3 a	11,1 b
Testemunha capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
Testemunha sem capina	-	0 f	0 e	0 e	0 f	0, c	0 e	65,7 a
CV (%)		7,52	13,07	6,99	14,15	16,31	14,26	5,00

^{1/} No tratamento foramsulfuron + iodosulfuron adicionou-se 1 L ha⁻¹ do espalhante Hoefix®.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

recuperação da forrageira em relação à avaliação realizada aos 7 DAA; a dose de 2+1.500 g ha⁻¹ de nicosulfuron + atrazine proporcionou a menor eficiência de controle entre as sulfoniluréias. O atrazine isolado não causou efeito sobre *B. brizantha*, sendo estatisticamente semelhante à testemunha sem capina (Tabela 2).

Para *D. horizontalis*, observou-se aos 7 DAA comportamento semelhante ao de *B. brizantha* quanto à eficiência de controle, exceto nas duas menores doses de nicosulfuron + atrazine (Tabela 2). Aos 28 DAA, os tratamentos referentes a 30+2 e 45+3 g ha⁻¹ de foramsulfuron + iodosulfuron, quanto às maiores doses de nicosulfuron + atrazine, foram estatisticamente iguais, apresentando eficiência de controle superior a 75%. Os demais tratamentos herbicidas apresentaram a mesma tendência verificada para *B. brizantha*, caracterizando um gradiente de controle cuja resposta de ambas as espécies às sulfoniluréias foi proporcional à quantidade do ingrediente ativo aplicado.

No que se refere à infestação de espécies do gênero *Ipomoea*, não houve diferença significativa entre os herbicidas testados, ocorrendo apenas entre estes e a testemunha sem capina (Tabela 2). Espécies deste gênero, por possuírem hábito de crescimento trepador e caule resistente, são consideradas plantas

daninhas que causam dificuldade ou até mesmo impedimento de realização de práticas culturais, como a colheita, mesmo sob infestações moderadas. Assim, os resultados entre os tratamentos herbicidas variaram de 11 a 33% do total de plantas “enroladas” com essas espécies, enquanto na testemunha sem capina esse valor atingiu 65,7%, que praticamente inviabiliza a colheita mecânica. Segundo Deuber & Duarte (1997) e Marcondes et al. (1997), o atrazine aplicado em pós-emergência proporciona excelente controle dessas espécies; todavia, o controle insuficiente proporcionado pelos herbicidas provavelmente ocorreu em virtude da intensidade pluviométrica que atingiu a fase vegetativa da cultura (Figura 1), interferindo na atividade residual dos herbicidas e ocasionando reinfestação após a aplicação destes.

A competição exercida pelas espécies que conviveram com o milho foi mais intensa nos tratamentos representados pela testemunha sem capina e pelo uso isolado de atrazine (Tabela 3). Constatou-se que a redução média das variáveis no florescimento da cultura do milho, comparada às médias dos tratamentos que envolveram o uso das sulfoniluréias e da testemunha capinada, foi de 7,9% para os teores de clorofila total, 11,4% para N orgânico e 10,5% para K, cuja significância foi independente da quantidade e do princípio ativo

Tabela 3 - Valores correspondentes aos teores de clorofila total (SPAD) e dos macronutrientes foliares N, P, K, Ca e Mg avaliados no florescimento da cultura, nos diferentes tratamentos de controle de plantas daninhas no milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. Viçosa-MG, 2002/03

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	SPAD	Macronutriente (dag kg ⁻¹)				
			N	P	K	Ca	Mg
Atrazine	1500	54,97 b ^{2/}	2,90 b	0,36 a	1,76 b	0,33 a	0,31 a
Foramsulfuron + iodossulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1.500	57,43 a	3,12 a	0,39 a	2,10 a	0,40 a	0,40 a
Foramsulfuron + iodossulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1.500	57,43 a	3,13 a	0,39 a	1,98 a	0,38 a	0,37 a
Foramsulfuron + iodossulfuron methyl sodium ^{1/}	45 + 3	60,70 a	3,27 a	0,40 a	2,10 a	0,37 a	0,37 a
Nicosulfuron + atrazine	2 + 1.500	59,00 a	3,13 a	0,39 a	2,02 a	0,38 a	0,41 a
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1.500	57,70 a	3,19 a	0,41 a	2,11 a	0,39 a	0,43 a
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1.500	57,57 a	3,12 a	0,38 a	2,08 a	0,32 a	0,37 a
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1.500	59,60 a	3,13 a	0,42 a	2,12 a	0,33 a	0,40 a
Testemunha capinada	-	59,97 a	3,24 a	0,43 a	2,00 a	0,41 a	0,43 a
Testemunha sem capina	-	53,07 b	2,71 b	0,37 a	1,82 b	0,31 a	0,29 a
CV (%)		2,87	5,14	4,77	5,91	16,96	15,75

^{1/} No tratamento foramsulfuron + iodossulfuron adicionou-se 1 L ha⁻¹ do espalhante Hoefix®.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

utilizado. Ao contrário, os teores de P, Ca e Mg não foram influenciados pelos tratamentos empregados; o cálcio e o magnésio permaneceram na faixa considerada adequada para o milho (Malavolta et al., 1989), e o fósforo foi superior, evidenciando o ótimo estado nutricional da cultura, em relação a esses nutrientes (Tabela 3).

A interferência imposta, principalmente por *B. brizantha*, que foi a espécie dominante, refletiu em reduções na produção de grãos na ordem de 1.439 kg ha⁻¹ (22%) da testemunha sem capina e tratada com atrazine isoladamente, para os tratamentos com sulfoniluréias e para a testemunha capinada (Tabela 4). No caso das sulfoniluréias e da testemunha capinada, a produtividade do milho foi estatisticamente semelhante, embora tenham ocorrido diferenças no controle proporcionado pelos herbicidas desse grupo químico, especialmente para *B. brizantha* (Tabela 2). No entanto, essas diferenças não foram suficientes para interferir na produtividade de grãos, uma vez que elas foram mais acentuadas aos 14 e aos 28 DAA, época referente ao final do período crítico de interferência (Silva et al., 2002).

Segundo Rocha (2003), o teor de clorofila na folha na época do florescimento correlaciona-se positivamente com o teor de N na planta e com o rendimento de grãos; essa associação

refere-se ao fato de que 50 a 70% do N encontrado nas folhas constituem as enzimas que estão associadas aos cloroplastos e à capacidade fotossintética da planta. Dessa forma, foram obtidas correlações positivas e significativas entre a eficiência de controle promovida pelos herbicidas e os teores de clorofila, N e K, evidenciando que tais características foram altamente associadas ao rendimento de grãos (Tabela 5). Por outro lado, verificaram-se correlações negativas e significativas entre o rendimento de grãos e as características da forrageira, como porcentagem de cobertura e biomassa produzida, caracterizando determinado grau de interferência, que foi suprimido pelas sulfoniluréias. Não foi observada correlação linear entre a toxicidade promovida pelos herbicidas e as características avaliadas na cultura do milho (Tabela 5).

O acúmulo de biomassa seca de *B. brizantha*, em relação aos tratamentos, está indicado na Tabela 4. No cultivo consorciado, a produção de forragem foi superior nos tratamentos com atrazine, na testemunha sem capina e na menor dose da mistura de nicosulfuron + atrazine, sendo estes estatisticamente superiores aos demais tratamentos. Portes et al. (2000), pesquisando o consórcio de *B. brizantha* cv. Marandu com milho, arroz, milheto e sorgo, constataram que a braquiária sofreu forte competição das culturas, de modo

Tabela 4 - Produção de grãos de milho e de biomassa de *Brachiaria brizantha* observada na colheita do milho, 50 dias após a colheita (DAC) e 40 dias após o período de pastejo (DAP), nos tratamentos de controle de plantas daninhas do milho cultivado em consórcio com *B. brizantha*. Viçosa-MG, 2002/03

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Milho (kg ha ⁻¹)	Biomassa de <i>B. brizantha</i> (kg ha ⁻¹)		
			Colheita do milho	50 DAC	40 DAP
Atrazine	1.500	5.319,04 b ^{2/}	7.347,76 a	7.767,18 a	3.685,42 a
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1.500	6.732,18 a	2.291,96 b	3.880,56 b	3.384,45 a
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1.500	6.723,63 a	2.517,96 b	3.205,92 b	2.959,14 a
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium ^{1/}	45 + 3	6.402,94 a	2.133,33 b	3.244,42 b	1.597,90 b
Nicosulfuron + atrazine	2 + 1.500	6.533,35 a	4.821,59 a	5.624,69 a	3.651,84 a
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1.500	6.167,78 a	3.746,48 b	4.640,11 b	3.343,61 a
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1.500	6.180,60 a	2.367,89 b	3.717,71 b	2.487,18 b
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1.500	6.610,32 a	1.054,15 b	3.082,51 b	1.470,10 b
Testemunha capinada	-	6.881,83 a	-	-	-
Testemunha sem capina	-	4.859,40 b	6.919,33 a	7.247,52 a	3.248,16 a
CV (%)		5,98	24,42	26,47	20,03

^{1/} No tratamento foramsulfuron + iodosulfuron adicionou-se 1 L ha⁻¹ do espalhante Hoefix®.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Correlações lineares entre as variáveis toxicidade no milho, porcentagem de cobertura vegetal, eficiência de controle sobre *B. brizantha* e *D. horizontalis* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, infestação de *Ipomoea* spp., leituras correspondentes aos teores de clorofila (SPAD), N, K e produção de milho e de *B. brizantha* na colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP). Viçosa-MG, 2002/03

Variável	Cobertura	Controle		<i>Ipomoea</i> spp.	SPAD	N	K	Produção de milho	Produção de <i>B. brizantha</i>		
		BRABR	DIGHO						Colheita	50 DAC	40 DAP
Fitotoxicidade	-0,32	0,48	0,47	0,12	0,51	0,45	0,25	0,22	-0,32	-0,36	-0,55
Cobertura	-	-0,81**	-0,93**	0,64*	-0,82**	-0,93**	-0,89**	-0,94**	0,92**	0,93**	0,64*
BRABR		-	0,98**	-0,46	0,71*	0,75*	0,78**	0,75*	-0,95	-0,93**	-0,81**
DIGHO			-	-0,47	0,74*	0,81**	0,85**	0,81**	-0,97**	-0,97**	-0,73**
<i>Ipomoea</i> spp.				-	-0,43	-0,53	-0,35	-0,62*	0,45	0,50	0,12
SPAD					-	0,90**	0,82**	0,78**	-0,74*	-0,69*	-0,51
N						-	0,85**	0,87**	-0,79**	-0,78**	-0,43
K							-	0,81**	-0,90**	-0,86**	-0,53
Produção de milho								-	-0,85**	-0,87**	-0,34

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

que sua matéria seca total não atingiu 3 t ha⁻¹ durante seu ciclo de convivência com as culturas. Nesta pesquisa, com o uso de atrazine e na testemunha sem capina, verificou-se que a produção de forragem atingiu em média 7 t ha⁻¹ e que a infestação de *D. horizontalis* e *Ipomoea* spp. não influenciou significativamente o estabelecimento e a produção da forrageira.

Observou-se, na colheita de milho, que a produção de forragem foi linear em relação às doses de nicosulfuron aplicadas; ao se comparar o uso deste herbicida, verificou-se, com

a aplicação de 2, 4, 8 e 12 g ha⁻¹ em mistura com atrazine, que houve redução no acréscimo de biomassa seca produzida de 35,4; 49,0; 67,8; e 85,6% em relação à aplicação de atrazine isolado, confirmando o efeito tóxico do nicosulfuron sobre a forrageira, o qual foi potencializado pelo sombreamento causado pelo milho durante o período de convivência. Comportamento semelhante foi observado para foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium, que contribuíram para a redução de ganhos de biomassa seca da forrageira (Tabela 4).

Da mesma forma, após a colheita do milho observou-se maior produção de forragem nos tratamentos com atrazine, na testemunha sem capina e na menor dose de nicosulfuron + atrazine, atingindo, aos 50 DAC, 7,8; 7,2; e 5,6 t ha⁻¹ de forragem produzida (Tabela 4). Entretanto, esperava-se maior ganho de biomassa seca de *B. brizantha* em decorrência da eliminação da competição exercida pelo milho; contudo, este resultado pode estar relacionado à baixa intensidade pluviométrica que ocorreu no período pós-colheita do milho (Figura 1), juntamente com o período avaliado (meados de maio), quando a temperatura e a luminosidade já não se encontravam apropriadas para o crescimento de espécies C₄, como a braquiária.

Após o pastejo, quando a maior parte das folhas de *B. brizantha* foi consumida pelos animais, verificou-se que o crescimento da forrageira foi reassumido quando as folhas mais novas produzidas passaram a suprir a necessidade da planta e que as diferenças existentes entre os tratamentos foram atenuadas (Tabela 4). Mesmo assim, as maiores doses de nicosulfuron em mistura com atrazine e de foramsulfuron + iodossulfuron methyl sodium + espalhante prolongaram a taxa de recuperação da forrageira após o pastejo.

Em síntese, foi necessário o uso de subdoses das sulfonilurêias em mistura com atrazine, visando manter a eficiência de controle sobre as espécies que conviveram com o milho sem alterar o estado nutricional e o rendimento de grãos da cultura e permitindo, após sua colheita mecânica, a produção de forragem.

LITERATURA CITADA

- AGRIANUAL: **anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2002. 536 p.
- ANDERSON, D. D. et al. Mechanism of primisulfuron resistance in sathercane (*Sorghum bicolor*) biotype. **Weed Sci.**, v. 46, n. 1, p. 158-162, 1998.
- BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **R.Ceres**, v. 21, p. 73-85, 1974.
- BROW, H. M. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. **Pestic. Sci.**, v. 29, p. 263-281, 1990.
- COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. In: MANEJO INTEGRADO FITOSSANIDADE: CULTIVO PROTEGIDO, PIVÔ CENTRAL E PLANTIO DIRETO. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.
- DEUBER, R.; DUARTE, A. P. Manejo da flora infestante em milho “safrinha” com misturas de subdoses de atrazine + óleo vegetal com 2,4-D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu, MG. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 211.
- FONNE-PFISTER, R. et al. Hydroxylation of primisulfuron inducible cytochrome P450 dependent monooxygenase system from maize. **Pest. Bioch. Physiol.**, v. 37, n. 1, p. 165-173, 1990.
- FRANCO, G. Equip Plus (Foramsulfuron + iodossulfuron) – novo conceito em herbicidas sulfonilurêias na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 659.
- GALLAHER, K. et al. Absortion, translocation and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. **Weed Sci.**, v. 47, p. 8-12, 1999.
- JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.) **Soil chemical analysis**. New Jersey: 1958. p. 183-204.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 385 p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.
- MARCONDES, D. D. et al. Efeitos da adição de óleo vegetal ou espalhante a calda do atrazine na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 217.
- MEROTTO Jr., A. et al. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997.
- MORO, F. V.; DAMIÃO-FILHO, C. F. Alterações morfo-anatômicas das folhas de milho submetidas à aplicação de nicosulfuron. **Planta Daninha**, v. 17, n. 3, p. 331-337, 1999.



PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

ROCHA, R. C. N. **Respostas de híbridos de milho e ciclo superprecoce, precoce e normal a aplicação de nitrogênio no sistema de plantio direto.** 2003. 47 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina: Edição dos Autores, 1998. 648 p.

SILVA, A. A. et al. **Biologia e controle de plantas daninhas.** Viçosa: DFT/UFV, 2002. CD-ROM.

ZAGONEL, J. Eficácia do Equip Plus no controle de plantas daninhas na cultura do milho em plantio direto. **B. Inf.**, SBCPD, v. 8, n. 2, p. 27-32, 2002.