

ADRIANO JAKELAITIS

**TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DO CONSÓRCIO MILHO COM
Brachiaria spp.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.


VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

ADRIANO JAKELAITIS

**TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DO CONSÓRCIO MILHO COM
*Brachiaria spp.***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de junho de 2004.



Prof. Lino Roberto Ferreira
(Conselheiro)



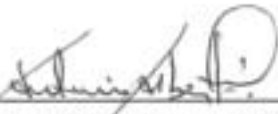
Prof. Silvério de Paiva Freitas



Prof. Tocio Sedyama



Prof. Roberto Ferreira da Silva



Prof. Antonio Alberto da Silva
(Orientador)

A DEUS, Senhor de toda a sabedoria.

À minha esposa Vanilda e à minha filha Gabriela.

Aos meus pais Vicente e Maria, com grande admiração.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao Professor Antonio Alberto da Silva, pela orientação, confiança e amizade.

Ao Professores Lino Roberto Ferreira e Ernani Luiz Agnes, pelas sugestões e pelo apoio na realização e na conclusão deste trabalho.

Ao Professor Carlos Sigueyuki Sedyama, pelo auxílio na condução das análises estatísticas.

Ao amigo Luiz Henrique, pela amizade e contribuição.

Aos amigos Alessandra, Alexandre, Andréia, André, Aroldo, Cláudio, Edson, Evander, Fernando Muniz, Fernando, Francisco Cláudio, Jardel, José Barbosa, José Márcio, José Roberto, Juliana, Leonardo, Luciano, Ricardo, Rogério, Sérgio Procópio e Gino, pela convivência e pelo companheirismo.

Aos funcionários da Estação Experimental de Coimbra e da “Agronomia”, pela amizade e pela ajuda na coleta de dados.

À Empresa Matsuda, de Álvares Machado, SP, na pessoa do Engenheiro-Agrônomo Alberto Takashi Tsuhako.

A todos do Departamento de Fitotecnia, pelo auxílio e, principalmente, pelas amizades ali formadas, as quais dificilmente serão esquecidas.

BIOGRAFIA

ADRIANO JAKELAITIS, filho de Vicente Jakelaitis Filho e Maria dos Santos Jakelaitis, nasceu em 12 de julho de 1973, em Presidente Prudente, Estado de São Paulo.

Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa em 1992, concluindo-o em fevereiro de 1997.

No período de julho de 1997 a julho de 1999, trabalhou no Departamento Técnico da Usina Açucareira Ester S/A, no Estado de São Paulo.

Em agosto de 1999 iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2001.

Em agosto de 2001 iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese no dia 28 de junho de 2004.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM <i>Brachiaria decumbens</i>	6
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
QUANTIFICAÇÃO MORFOANATÔMICA DE <i>Brachiaria decumbens</i> SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO	20
RESUMO	20
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
INFLUÊNCIA DE HERBICIDAS E DE SISTEMAS DE SEMEADURA DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADA COM MILHO	31
RESUMO	31
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	32

	Página
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
EFEITOS DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM <i>Brachiaria brizantha</i>	46
RESUMO	46
ABSTRACT	47
INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
EFEITOS DO NITROGÊNIO SOBRE O MILHO CULTIVADO EM CONSÓRCIO COM <i>Brachiaria brizantha</i>	62
RESUMO	62
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO CULTIVADO EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM <i>Brachiaria brizantha</i>	80
RESUMO	80
ABSTRACT	81
INTRODUÇÃO	81
MATERIAL E MÉTODOS	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
3. CONCLUSÕES FINAIS	92

RESUMO

JAKELAITIS, Adriano, D.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2004.
Técnicas para implantação do consórcio milho com *Brachiaria* spp. Orientador:
Antonio Alberto da Silva. Conselheiros: Lino Roberto Ferreira e Carlos Sigueyuki
Sediyama.

Foram conduzidos seis ensaios em campo objetivando avaliar os efeitos do manejo do consórcio entre milho e *Brachiaria* spp. na ocorrência de plantas daninhas, na produção de milho e de forragem e no desenvolvimento do feijoeiro cultivado sobre a palhada das espécies consorciadas. Em consórcio, a maioria das espécies daninhas anuais de propagação seminífera foi controlada por herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias em mistura com atrazine, mesmo em subdoses, e as espécies perenes de propagação vegetativa não foram influenciadas pelo manejo químico. O milho e o manejo do consórcio com herbicidas afetaram as características morfológicas e anatômicas da parte aérea da forrageira consorciada, se comparada ao seu crescimento livre de competição. A *Brachiaria* spp. teve seu rendimento forrageiro reduzido em convivência com o milho, em relação ao cultivo solteiro, sendo maior essa redução quando o consórcio foi manejado com as sulfoniluréias e nas maiores doses. Contrariamente, observou-se maior rendimento de grãos de milho onde se manejou o consórcio com as sulfoniluréias em mistura com atrazine, obtendo-se nessa condição rendimento semelhante ao do monocultivo capinado. Entre sistemas de semeadura da forrageira consorciada com o milho, o arranjo de semeadura de duas linhas na entrelinha

da cultura mostrou-se mais eficiente, em decorrência do maior rendimento forrageiro e do acúmulo de nutrientes na forragem. Após a colheita mecânica do milho, a forrageira apresentou menor desenvolvimento vegetativo onde o consórcio foi manejado com as sulfoniluréias, em relação ao manejo com o herbicida atrazine. A melhor condição de cultivo do feijão foi observada quando a cultura foi estabelecida na palha proveniente do consórcio do milho com *B. brizantha*.

ABSTRACT

JAKELAITIS, Adriano, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2004. **Techniques for the establishment of corn - *Brachiaria* spp. intercrops.** Advisor: Antonio Alberto da Silva. Committee members: Lino Roberto Ferreira and Carlos Sigueyuki Sedyama.

Six field trials were set up aiming at an evaluation of a maize - *Brachiaria* spp. intercrop management in its effects on the weed populations, maize and forage yield, and on the development of common bean cultivated on straw of the intercropped species. In the intercrop, most of the annual weeds with seminiferous propagation were controlled by an herbicide of the chemical group of the sulfonylureas in mixture with atrazine by early post-initial applications, even in subdoses. The perennial species with vegetative propagation were not influenced by the chemical management. Maize and herbicide management of the intercrop affected the morphological and anatomical traits of the shoots of the intercropped forage, compared to weeded sole crop. *Brachiaria* spp. presented a reduced forage yield in coexistence with maize, in relation to the sole crop. This reduction increased when the intercrop was treated with sulfonylurea, and under higher doses. On the other hand, a higher grain yield was observed in maize where the intercrop was managed with sulfonylurea together with atrazine. Under this condition, the grain yield was similar to that of weeded sole crop. Among the forage sowing intercrop methods, the most efficient system for a greater forage yield and nutrient accumulation in the forage was sowing in two rows in-between the maize. After the

mechanical maize harvest, *Brachiaria* spp. presented a lower vegetative development where the intercrop had been treated with sulfonyleurea, in relation to the management with atrazine. Best results for common bean were observed when the crop was established on straw of the maize - *B. brizantha* intercrop.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A globalização da economia, com a conseqüente abertura internacional dos mercados, tem levado o agronegócio brasileiro a níveis de eficiência, de competitividade e de utilização dos recursos naturais cada vez maiores. Nesse setor, a pecuária tem se tornado cada vez mais uma atividade empresarial, afastando-se do modelo extrativista, representado pela pecuária extensiva. No Brasil, as pastagens (nativas e cultivadas) constituem o principal componente da alimentação do rebanho, e o maior aliado da pecuária nacional no mundo globalizado tem sido o panorama mundial, que cria para o País oportunidades ímpares de crescimento, consolidação e modernização dessa atividade (Pineda e Rocha, 2002).

A degradação das pastagens constitui um dos maiores problemas da pecuária brasileira. Vários pesquisadores relatam que a maior parte das áreas de pastagens no Brasil está em processo de degradação, com perda do potencial produtivo e da capacidade de suporte animal (Miranda et al., 1996; Kichel et al., 1998; Townsend et al., 2000; Oliveira et al., 2001). Na região dos Cerrados, estima-se que 80% dos quase 60 milhões de hectares da área de pastagens apresentam algum estágio de degradação (Macedo et al., 2000). A degradação é um processo evolutivo de perda de vigor e produtividade da forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, que afeta a produção e o desempenho animal, culminando com a escassez dos recursos naturais. Entre as causas encontram-se o uso de germoplasmas impróprios, má formação inicial, manejo e práticas culturais inadequadas, manejo animal inadequado e ausência ou

aplicação incorreta de práticas conservacionistas após o uso prolongado do pastejo. De modo geral, o final desse processo se caracteriza pela ruptura dos recursos naturais, com alterações na estrutura do solo, comprovada pela redução das taxas de infiltração e da capacidade de retenção de água, originando erosão, assoreamento dos mananciais de água e perda da biodiversidade (Macedo, 2002).

A integração entre agricultura e pecuária surge como uma das alternativas mais promissoras para desenvolver sistemas produtivos menos intensivos no uso de insumos e, por sua vez, mais rentáveis e sustentáveis no tempo. Entre as alternativas de recuperação e renovação de pastagens na integração agricultura e pecuária está a utilização de culturas anuais cultivadas em sucessão e, ou, rotação de culturas e de consórcios como formas de sistemas produtivos, em que se alternam períodos ou anos de pecuária com a produção de grãos ou fibras (Kichel et al., 1998). Entre estas, a técnica da recuperação de pastagens de braquiária com o plantio direto de soja em sistemas de rotação – possibilitando o estímulo nutricional desta pastagem – constitui uma das formas de integração mais utilizadas. Por outro lado, considerando o custo elevado de formação e renovação de pastagens, outra estratégia baseia-se na semeadura de forrageiras associadas a uma cultura anual de interesse econômico. Como exemplos são citados os sistemas “Barreirão e Santa Fé”, que agregam um conjunto de técnicas criadas ou adaptadas, visando formar ou renovar as pastagens e produzir grãos simultaneamente com forrageiras (Oliveira et al., 1996; Portes et al., 2000; Cobucci, 2001). Vários trabalhos realizados têm constatado a viabilidade técnica e econômica de sistemas consorciados (Alvim et al., 1990; Kluthcouski et al., 1991; Oliveira et al., 1996; Yokoyama et al., 1998).

As culturas de interesse econômico no estabelecimento de forrageiras têm sido utilizadas com o objetivo de atenuar as despesas relativas a correção e preparo do solo e o controle de plantas daninhas (Souza Neto, 1993). Várias culturas anuais vêm sendo utilizadas, porém o milho tem se destacado, em razão do grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões ecológicas do Brasil, do valor decorrente da produção agropecuária e do volume produzido, bem como da sua excelente adaptação quando plantado em consórcio. Todavia, a eficiência técnica desse consórcio depende de certas condições, que são inerentes a cada ambiente, como a compatibilidade entre as espécies, a fertilidade do solo e a ocorrência de plantas daninhas.

As espécies consorciadas estão sujeitas à interferência exercida pelas espécies daninhas, cujos efeitos podem inviabilizar essa integração, por meio dos prejuízos que podem ocorrer no estabelecimento da forrageira consorciada e no rendimento de grãos da cultura. Dessa forma, as espécies daninhas afetam diretamente essas características, em virtude da competição com as culturas por água, nutrientes, radiação, espaço e CO₂, elevando os custos de produção e, conseqüentemente, diminuindo a renda do produtor. Neste trabalho foram avaliadas algumas estratégias de manejo do milho consorciado com *Brachiaria* e seus efeitos sobre a população de plantas daninhas, a produção das espécies consorciadas, a formação de pastagens e o desenvolvimento do feijoeiro de inverno cultivado sobre os resíduos das espécies consorciadas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v. 12, n. 2, p. 2-6, 1990.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo Integrado Fitossanidade**: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

KICHEL, A. N. et al. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ, p. 40-42.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz. I.** Sistema Barreirão, Goiânia: EMBRAPA-CNAPF, 1991. 20 p. (EMBRAPA-CNAPF, Documentos, 33).

MACEDO, M. C. M. Degradação, renovação e recuperação de pastagens cultivadas: Ênfase sobre a região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: 2002, p. 85-108.

MACEDO, M. C. M. et al. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens.** Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 2000. 4 p.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Implantação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão à soja em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 27., 1990, Campinas. **Resumos.....** Campinas: SBZ, 1990. p. 290.

MIRANDA, C. H. B. et al. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* com o cultivo simultâneo de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 75-77.

OLIVEIRA, I. P. et al. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNAPF-APA, 1996. 90 p.

OLIVEIRA, O. C. et al. Response of degraded pastures in the Brazilian Cerrado to chemical fertilization. **Pasturas Tropicales**, v. 13, n. 1, p. 14-18, 2001.

PINEDA, N. R.; ROCHA, J. C. N. C. Estratégias de marketing e alianças mercadológicas na cadeia produtiva da carne bovina. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa. **Anais....** Viçosa, MG: SBZ, 2002. p. 1-22.

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

SOUZA NETO, J. M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante**. 1993. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1993.

TOWNSEND, C. R. et al. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: ABMS. (cd-rom).

YOKOYAMA, L. P. et al. **Impactos socioeconômicos da tecnologia “Sistema Barreirão”**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1998. 37 p. (EMBRAPA-CNPAF, Boletim de extensão, 9).

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM *Brachiaria decumbens*

WEED MANAGEMENT ON CORN AND *Brachiaria decumbens* INTERCROPS

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos do nicosulfuron em mistura com atrazine sobre espécies daninhas e produção de milho e de *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio, nos sistemas de plantio direto e convencional. Foram avaliadas seis doses de nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 e 24 g ha⁻¹) em mistura com atrazine na dose de 1.500 g ha⁻¹, mais duas testemunhas capinadas, representadas por ambas as espécies em monocultivo. As espécies daninhas anuais de propagação seminífera foram controladas com eficiência pelo nicosulfuron a partir de 8 g ha⁻¹ em mistura com atrazine, independentemente do sistema de plantio. Ao contrário, as espécies perenes (*Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus*) de propagação vegetativa não foram controladas pela mistura de herbicidas, independentemente da dose aplicada. As maiores infestações destas espécies foram observadas no sistema convencional de plantio. Quanto a *B. decumbens*, esta teve sua biomassa reduzida no consórcio com o milho, quando comparado com sua testemunha em monocultivo, sendo maior a redução quando submetida às maiores doses do nicosulfuron, em ambos os sistemas de plantio. Não se observou diferença quanto à produção de grãos e de palhada de milho, em função dos tratamentos estudados, tanto para o plantio direto quanto para o convencional.

Palavras-chave: sistemas de manejo, nicosulfuron, atrazine.

ABSTRACT

The objective this work was evaluate the effects of the nicosulfuron and atrazine in mixture on weeds, corn and *Brachiaria decumbens* intercrops cultivated in the no and conventional tillage. Were evaluated six nicosulfuron doses (0, 2, 4, 8, 16 and 24 g ha⁻¹) in mixture with atrazine in the dose of 1.500 g ha⁻¹, and both sole crop. The annual weeds seminiferous propagation was controlled with efficiency by the nicosulfuron in 8 g ha⁻¹ in mixture with atrazine, independently of the management systems. The perennial species (*Artemisia verlotorum* and *Cyperus rotundus*) of vegetative propagation weren't controlled by the herbicides mixture, independently of the applied dose. Larger infestations of these species were observed in the conventional system. *B. decumbens* had your reduced biomass in the intercrop with the corn, when compared with your sole crop, being larger the reduction when submitted to the largest doses of the nicosulfuron. Difference was not observed to the production of grains and straw of corn, in function of the studied treatments, in the no and conventional tillage.

Keywords: management systems, nicosulfuron, atrazine.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana e animal e matéria-prima para a indústria. No Brasil, a cultura ocupa posição significativa na economia, em decorrência do valor da produção agropecuária, da área cultivada e do volume produzido, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Considerando sua importância econômica, recentemente têm ocorrido importantes mudanças nos sistemas de produção da cultura, ressaltando sua expansão nos sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária (Glat, 2002).

Devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando à diminuição desses investimentos. Entre estas técnicas, a utilização do consórcio de culturas com forrageiras tem sido preconizada na formação e reforma de pastagens, produção de forragem para confinamento, bem como de cobertura morta para plantio direto de

culturas. Esta técnica tem como objetivo atenuar os custos relativos à correção e adubação do solo e controle de plantas daninhas, pois, além de formação e recuperação das pastagens, permite a produção de grãos (Sousa Neto, 1993; Townsend et al., 2000; Cobucci, 2001).

Várias culturas têm sido utilizadas no consórcio com forrageiras, como milho, milheto, sorgo e arroz (Portes et al., 2000). As vantagens proporcionadas pelo sistema consorciado citadas por Sousa Neto (1993) são os efeitos residuais dos fertilizantes aplicados para o cultivo anual, a diminuição de infestação de plantas daninhas, a proteção do solo contra a erosão e o aumento da produção de forragem em uma mesma estação de crescimento.

No Cerrado brasileiro tem-se pesquisado o sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, que consiste na implantação de cultivo consorciado de culturas anuais com espécies forrageiras (Cobucci, 2001). De acordo com Oliveira et al. (2001), nesse agroecossistema cultivava-se seqüencialmente um a dois monocultivos por ano, mais o cultivo de uma cultura safrinha, consistindo do consórcio de uma cultura precoce com a forrageira, geralmente espécies do gênero *Brachiaria*. Entre estas se destaca a *Brachiaria decumbens*, popularmente conhecida como capim-braquiária, que é originária da África e tem sido amplamente disseminada pelas regiões tropicais do mundo, devido às suas qualidades como forrageira (Lorenzi & Souza, 2000). Ela se destaca por apresentar excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (Alvim et al., 1990). Pela sua agressividade e resistência, é também considerada importante espécie daninha da maioria das culturas anuais e perenes.

O estabelecimento da forrageira com uma cultura consorciada ocorre sob condições de competição entre elas, principalmente em plantio simultâneo. Assim, segundo Ozier-Lafontaine et al. (1997), nem sempre se obtém sucesso devido ao efeito competitivo que uma espécie exerce sobre a outra. O conhecimento de como a forrageira e a cultura consorciada são afetadas pela competição por fatores de produção é de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produção satisfatória da cultura (Sousa Neto, 1993). O milho é considerado excelente competidor com plantas de porte baixo, pois apresenta crescimento inicial rápido. Trabalhos conduzidos por Alvim et al. (1989) e Duarte et al. (1995) demonstraram que, em competição com espécies de *Brachiaria*, a produtividade do milho não foi alterada. No consórcio de

B. brizantha com o milho, Cobucci (2001) relata que em vários ensaios a presença da forrageira não afetou o milho e, em outros, foi necessário o uso de nicosulfuron em subdoses para reduzir a crescimento da forrageira e, com isso, garantir o bom rendimento da cultura. No entanto, os consórcios são sistemas complexos, e a forma como é implantada a cultura associada com a forrageira, a época de estabelecimento, a disposição das plantas e a infestação por plantas daninhas podem influenciar a competição entre as plantas. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar os efeitos de doses reduzidas do herbicida nicosulfuron em mistura com atrazine no manejo de plantas daninhas e na produtividade do consórcio de milho com *B. decumbens*, nos sistemas de plantios convencional e direto.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos nos sistemas de plantios convencional e direto em um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, no período de novembro de 2001 a abril de 2002, em Coimbra-MG. A análise das amostras de solo, coletadas antes da instalação dos experimentos na área destinada ao plantio convencional, apresentou as seguintes características químicas: pH em água de 5,0; 1,01 dag kg⁻¹ de matéria orgânica; 9,6 mg dm⁻³ de P; 50 mg dm⁻³ de K; e Ca, Mg, H + Al e CTC de 2,0; 0,5; 2,5 e 5,12 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Em plantio direto os valores corresponderam ao pH em água de 5,0; 1,07 dag kg⁻¹ de matéria orgânica; 7,1 mg dm⁻³ de P; 59 mg dm⁻³ de K; e Ca, Mg, H + Al e CTC de 2,3; 0,6; 2,6 e 5,65 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Antecedendo a instalação dos ensaios, a comunidade infestante era composta por *Artemisia verlotorum* (losna), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Sorghum arundinaceum* (falso-massambará) e *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada). Devido à presença de plantas daninhas perenes de propagação vegetativa em ambos os ensaios, foi realizada a dessecação química com os herbicidas glyphosate + 2,4-D (1,44 + 0,335 kg ha⁻¹, respectivamente) em mistura no tanque, três semanas antes da semeadura. No ensaio referente ao plantio convencional, essa vegetação dessecada foi incorporada pelo preparo mecânico do solo com uma aração e duas gradagens, sete dias antes da semeadura, enquanto no plantio direto ela permaneceu na superfície do solo. O controle das plantas daninhas que germinaram após essas operações foi realizado com a aplicação de paraquat (0,5 kg ha⁻¹) imediatamente após a semeadura do milho e da *Brachiaria decumbens*.

O híbrido de milho AG 6690 foi semeado no espaçamento entre fileiras de 0,90 m, com aproximadamente sete sementes por metro, sendo utilizados 400 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16 (N-P-K) na linha de plantio. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk foi semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas (duas linhas na entrelinha, nos tratamentos consorciados) e na profundidade de 1 cm, sendo utilizados 3,0 kg ha⁻¹ de sementes viáveis. A semeadura simultânea dessas espécies foi realizada em 29 de novembro de 2001, com máquina específica para plantio direto (Semeato SHM 11/13) em ambos os ensaios. A adubação de cobertura foi feita quatro semanas após a emergência do milho, aplicando-se o equivalente a 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia. Os demais tratos culturais foram realizados durante a condução do experimento e seguiram as recomendações técnicas indicadas para a cultura do milho (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Os dados climatológicos do período de condução do ensaio estão apresentados na Figura 1.

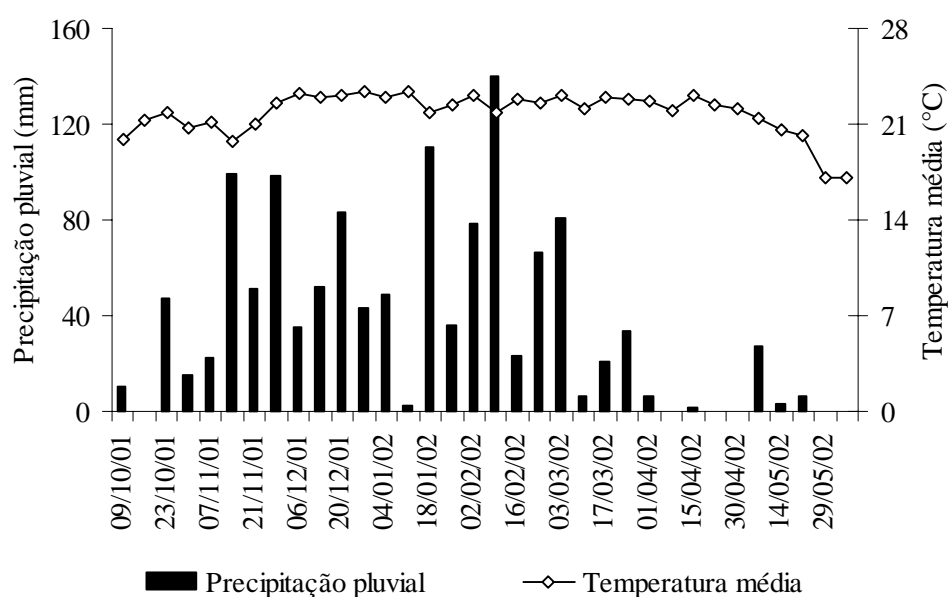


Figura 1. Médias semanais de precipitação pluvial e temperatura obtidas durante a condução dos ensaios. Viçosa, MG

Os ensaios foram arranjados no delineamento de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. As unidades experimentais mediram 10 x 14 m. Os tratamentos foram constituídos do consórcio de milho com *B. decumbens*, submetidos a doses crescentes do herbicida nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 e 24 g ha⁻¹) mais a dose fixa de

atrazine (1.500 g ha⁻¹) em mistura no tanque, além das duas testemunhas representadas pelas duas espécies em monocultivo. Nos tratamentos com herbicidas, as aplicações foram feitas aos 20 dias após a emergência do milho (DAE), no estágio de quatro folhas totalmente expandidas, e quando a maioria das plantas de braquiária iniciava o perfilhamento. Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pressão constante de 3,0 kgf cm⁻², utilizando bicos Turbo Teejet 110°02, pulverizando o equivalente a 100 litros ha⁻¹ de calda. Nas testemunhas solteiras, o controle das plantas daninhas foi feito por capinas manuais, quando necessário.

Antecedendo a aplicação dos herbicidas, a comunidade infestante no plantio convencional foi composta principalmente de *Cyperus rotundus*, *Brachiaria plantaginea*, *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Ipomoea grandifolia*. No plantio direto, as plantas daninhas predominantes foram *Brachiaria plantaginea*, *Artemisia verlotorum*, *Cyperus rotundus*, *Sorghum arundinaceum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria horizontalis*. A eficiência dos tratamentos sobre o controle da população de plantas daninhas foi avaliada aos 30 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, por meio de quatro amostragens ao acaso na parcela, com o uso de um quadrado de 0,5 m de lado, recolhendo-se todas as plantas presentes. As plantas daninhas coletadas foram levadas ao laboratório, onde foram separadas por espécie, contadas e secas em estufa por 72 horas a 70 °C, para determinação da biomassa seca.

Avaliou-se a biomassa seca de *B. decumbens* colhida de quatro amostras de 1,0 m², efetuadas ao acaso na parcela, aos 30 DAA dos herbicidas e na colheita do milho aos 140 DAE. No milho, foi determinada a produção de grãos e de palhada, considerando as três fileiras centrais de 5 m de comprimento.

A análise estatística dos dados foi feita separadamente para cada ensaio, e em seguida foi feita a análise conjunta, contrastando ambos os sistemas de manejo. Os resultados significativos, em função das doses dos herbicidas, foram submetidos à análise de regressão, utilizando o modelo logístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da eficiência dos tratamentos, aos 30 DAA, foram discutidos em função da biomassa seca total da comunidade infestante, das espécies perenes de propagação principalmente vegetativa e das anuais de propagação seminífera, conforme detalhado na Tabela 1. Verificou-se diferença significativa para a biomassa seca total

das plantas daninhas nas doses de nicosulfuron aplicadas nos plantios convencional e direto ($p < 0,01$) e também entre os sistemas de plantio. O efeito de dose-resposta foi expresso pelo modelo logístico $\hat{Y} = a/[1 + (x/b)^c]$, em que “a” correspondeu à resposta de controle na menor dose; “b”, ao valor da concentração do herbicida que atingiu 50% da resposta (I_{50}); e “c” descreveu o declive da curva em torno do I_{50} (Souza et al., 2000). Dessa forma, para a biomassa seca total de plantas daninhas observaram-se maiores valores do I_{50} no plantio convencional com $4,59 \text{ g ha}^{-1}$ de nicosulfuron, em relação ao plantio direto ($1,18 \text{ g ha}^{-1}$), significando que o efeito de dose-resposta foi mais intenso no plantio direto, com maior eficiência de controle à medida que foram aumentadas as doses do nicosulfuron (Figura 2). Entretanto, esse efeito no total de plantas daninhas foi atribuído à presença das espécies perenes de propagação vegetativa; nestas, a eficiência proporcionada pelos herbicidas foi nula (Figura 3).

Tabela 1. Participação percentual de biomassa das espécies daninhas nos plantios convencional (PC) e direto (PD) aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Viçosa, MG

Espécies	Total de plantas daninhas (%)		Propagação seminífera (%)		Propagação vegetativa (%)	
	PC	PD	PC	PD	PD	PC
<i>Artemisia verlotorum</i>	15,04	17,78	-	-	47,89	21,01
<i>Brachiaria plantaginea</i>	25,29	59,09	89,03	93,98	-	-
<i>Cyperus rotundus</i>	56,55	19,34	-	-	52,11	78,98
<i>Digitaria horizontalis</i>	0	1,08	0	1,71	-	-
<i>Eleusine indica</i>	2,92	0,88	10,27	1,41	-	-
<i>Emilia sonchifolia</i>	0	0,44	0	0,70	-	-
<i>Ipomoea grandifolia</i>	0,06	0	0,20	0	-	-
<i>Sorghum arundinaceum</i>	0,14	1,39	0,50	2,20	-	-

Para as espécies perenes de propagação vegetativa (*Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus*) não se observaram diferenças entre as doses estudadas, constatando-se apenas efeito dos sistemas de plantio, com prevalência de maior infestação no plantio convencional (Figura 3). A agressividade destas espécies está relacionada, entre outros fatores, à sua habilidade de propagação; assim, plantas que são capazes de se propagar sexuada e assexuadamente se tornam mais difíceis de ser controladas em relação às de

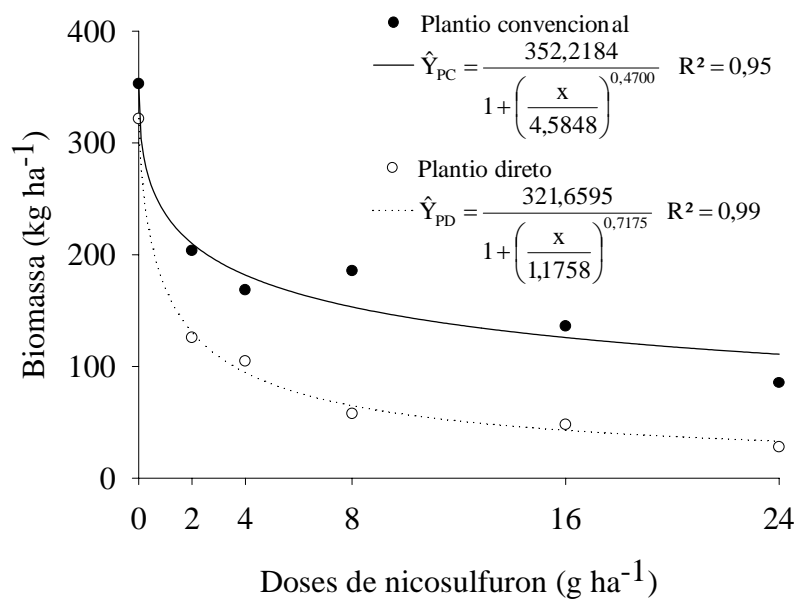


Figura 2. Biomassa seca total de plantas daninhas aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas, em função de doses de nicosulfuron, nos sistemas de plantios convencional (PC) e direto (PD). Viçosa, MG.

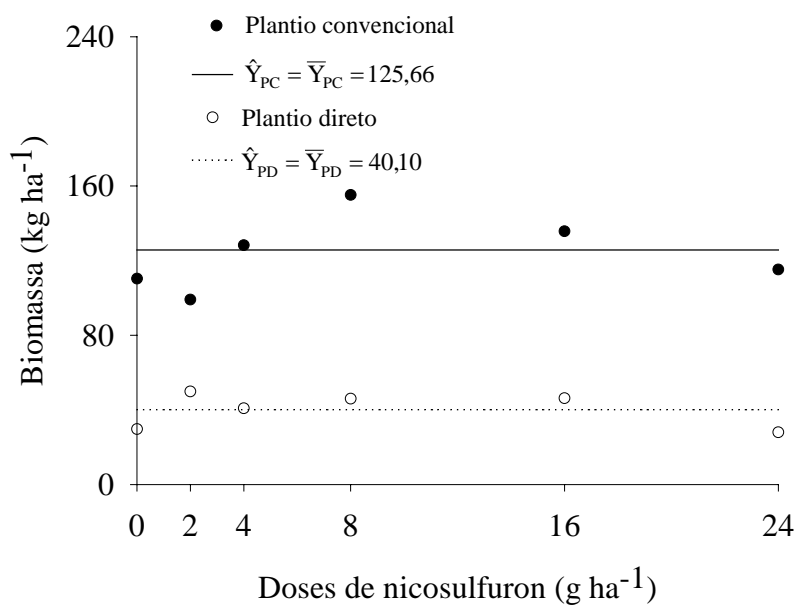


Figura 3. Biomassa seca das plantas daninhas perenes de propagação vegetativa (*C. rotundus* mais *A. verlotorum*) aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas, em função de doses de nicosulfuron, nos sistemas de plantios convencional (PC) e direto (PD). Viçosa, MG.

propagação exclusivamente seminífera. *A. verlotorum* e *C. rotundus* possuem um sistema assexuado de reprodução, constituído principalmente por rizomas e tubérculos, respectivamente, os quais contêm alta reserva nutritiva, que lhes garante a perpetuação e rápida reinfestação das áreas agrícolas submetidas ao preparo mecânico do solo (Santos, 1992; Godoy et al, 1995; Ferreira et al., 2000). *C. rotundus* em plantio direto apresenta redução na densidade e na taxa de acúmulo de biomassa seca da parte aérea e do banco de tubérculos, bem como redução da viabilidade destes em relação às populações que se desenvolvem no sistema de preparo convencional do solo (Jakelaitis et al., 2003). Essa resposta é atribuída ao manejo integrado proporcionado pelo controle químico com herbicidas dessecantes sistêmicos aplicados em pré-plantio, associado ao controle cultural conferido pelo não-revolvimento do solo e pela adoção de culturas competitivas por luminosidade.

Nas espécies anuais de propagação seminífera, observou-se somente o efeito entre as doses de nicosulfuron ($p < 0,01$), com resultados semelhantes em ambos os sistemas estudados (Figura 4). A maior eficiência de controle foi obtida quando se aumentaram as doses do herbicida, apresentando seu I_{50} inferior a $1,5 \text{ g ha}^{-1}$ de nicosulfuron e eficiência máxima de controle a partir da dose de 8 g ha^{-1} . Essa dose situou-se abaixo das obtidas por Bastiani (1997), o qual observou, nas doses de 30, 35 e 40 g ha^{-1} de nicosulfuron em mistura com 750, 875 e 1.000 g ha^{-1} de atrazine, respectivamente, controle entre 70 a 90% para *B. plantaginea* em aplicações iniciais e superior a 90% para espécies daninhas dicotiledôneas, principalmente *Bidens pilosa*, *Ipomoea grandifolia* e *Galinsoga parviflora*.

A biomassa de *B. decumbens* aos 30 DAA e no momento da colheita mecânica do milho diferiu apenas para as doses do herbicida ($p < 0,01$). O limite superior de $501,67 \text{ kg ha}^{-1}$ de biomassa da forrageira no modelo de regressão empregado correspondeu à resposta desta na dose zero de nicosulfuron, destacando, dessa forma, o efeito competitivo do milho sobre a forrageira, com redução do incremento de biomassa de 28,7%, quando comparado à testemunha solteira, que produziu $703,68 \text{ kg ha}^{-1}$ de biomassa aos 30 DAA dos herbicidas (Figura 5). Entretanto, esse efeito foi mais pronunciado na colheita do milho, quando *B. decumbens* permaneceu por período mais prolongado competindo com a cultura, apresentando $1.535,41 \text{ kg ha}^{-1}$ de biomassa produzida na dose zero de nicosulfuron, enquanto a produção da forrageira na mesma época no monocultivo representou $6.176,66 \text{ kg ha}^{-1}$, proporcionando inibição de 75,14% do acúmulo de biomassa de *B. decumbens* ao longo do período de convivência com o

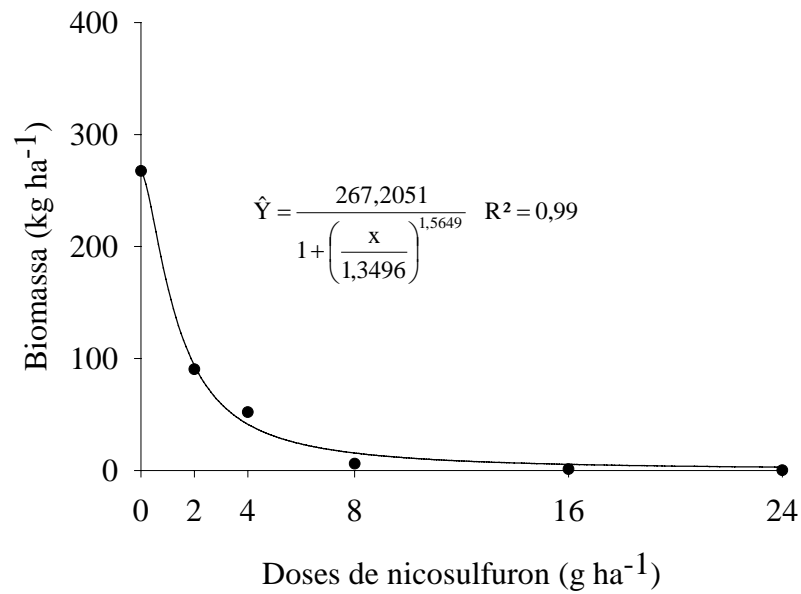


Figura 4. Biomassa seca de plantas daninhas anuais de propagação seminífera aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas, em função de doses de nicosulfuron. Viçosa, MG.

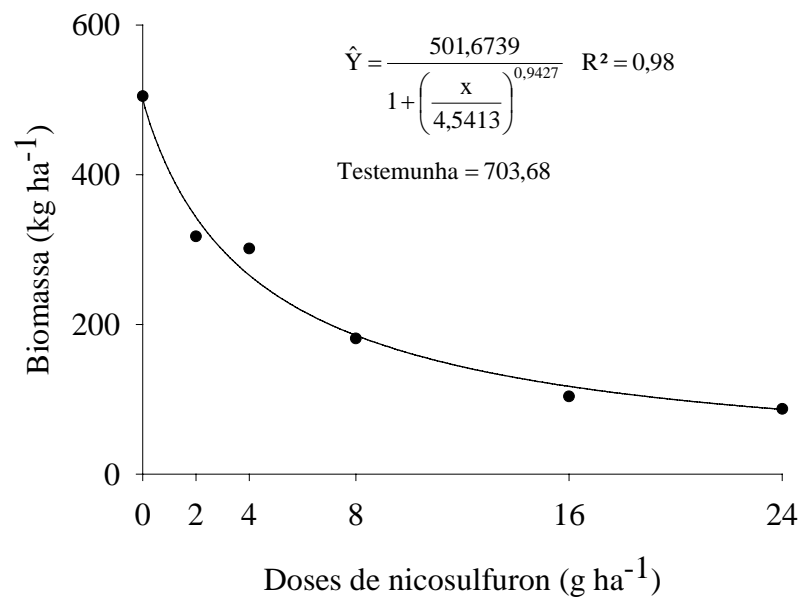


Figura 5. Biomassa seca de *B. decumbens* consorciada com milho aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas, em função de doses de nicosulfuron. Viçosa, MG.

milho (Figura 6). No consórcio do milho com *B. brizantha*, Cobucci (2001) relata que o milho apresentou taxa de acúmulo de biomassa superior à da forrageira aos 25 DAE e que esta, em monocultivo, apresentou aumento da taxa de crescimento somente aos

45 DAE. Assim, em consórcio, o acúmulo de biomassa da forrageira foi retardado, devido ao sombreamento e à competição exercida pelo milho. Castro et al. (1999), estudando a produção de biomassa seca de *B. decumbens* sob vários níveis de sombreamento, verificaram que o decréscimo em sua produtividade pode ser decorrente do fato de a radiação do ambiente sombreado ser inferior ao seu ponto de compensação luminoso. Contudo, Dias Filho (2000) constatou, em estudos referentes ao comportamento de forrageiras tropicais sob sombreamento artificial, que *B. brizantha* e *B. humidicola* apresentaram plasticidade fenotípica quanto à captura de radiação em resposta ao sombreamento e que estas alocaram significativamente menos biomassa nas raízes e aumentaram a alocação para as folhas, com incremento da área foliar específica e da razão de área foliar. Conseqüentemente, foram capazes de manter o crescimento em níveis satisfatórios, mesmo com limitação luminosa.

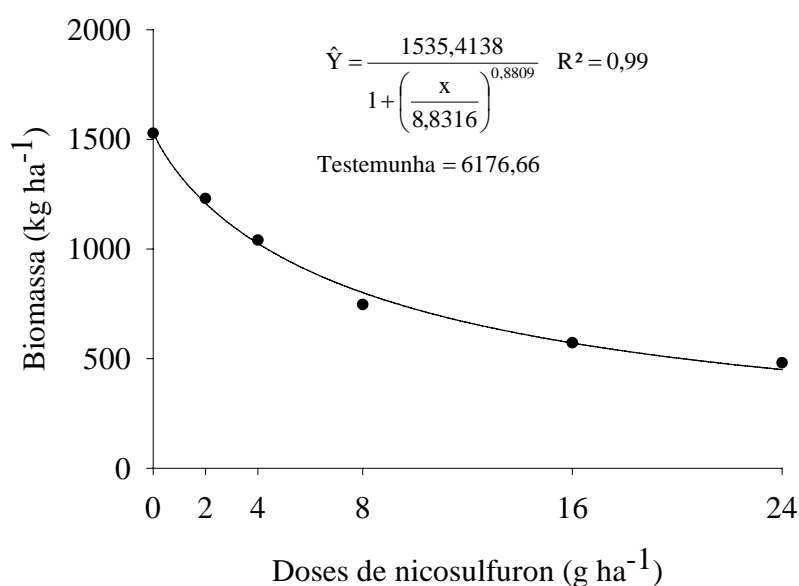


Figura 6. Biomassa seca de *B. decumbens* consorciada com milho no dia da colheita deste, em função de doses de nicosulfuron. Viçosa, MG.

Plântulas de *B. decumbens* são consideradas suscetíveis (85 a 95% de controle) em aplicações iniciais de nicosulfuron nas doses comerciais recomendadas (Lorenzi, 2000). Dessa forma, em relação à resposta de dose-efeito para a biomassa seca da forrageira, o valor do I₅₀ foi de 4,54 e de 8,83 g ha⁻¹ de nicosulfuron aos 30 DAA dos herbicidas e na colheita, respectivamente, com efeito deletério à medida que a dose foi

aumentada. Em estudos de absorção, translocação e metabolismo de nicosulfuron em *B. platyphylla*, Gallaher et al. (1999) verificaram que a maior atividade do nicosulfuron sobre esta espécie se deve à rápida absorção e translocação para as regiões meristemáticas. Este herbicida inibe a acetolactato sintase (ALS), uma enzima importante na síntese dos aminoácidos ramificados valina, isoleucina e leucina (Hinz & Owen, 1996), e a rápida translocação do inibidor da ALS para as regiões meristemáticas contribui para a maior atividade herbicida, pois a ALS é mais ativa em tecidos em desenvolvimento (Gerwick et al., 1993). Todavia, o aumento do I₅₀ no momento da colheita do milho pode estar associado ao secamento deste no final do ciclo, permitindo a entrada de radiação no dossel e favorecendo, com isso, a recuperação da forrageira.

Não foram observadas diferenças significativas quanto à produção de grãos e de palhada de milho entre doses e sistemas de plantio, destacando-se que não houve interferência significativa de *B. decumbens* na produção de milho (Figura 7). A produção desta cultura no monocultivo capinado foi superior em 481 kg ha⁻¹ de grãos, em relação à média do sistema consorciado, com a convivência da forrageira e das espécies daninhas. Resultados semelhantes, quanto ao rendimento de grãos de milho cultivados em consórcio com *B. brizantha* e solteiro, foram apresentados por Cobucci (2001).

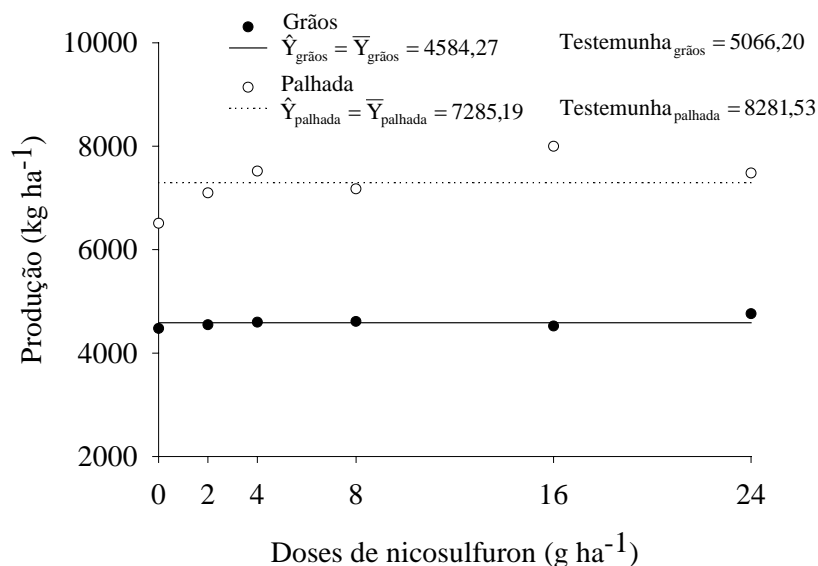


Figura 7. Rendimento de grãos e de palhada de milho, em função de doses de nicosulfuron. Viçosa, MG

De forma geral, observou-se viabilidade agronômica tanto na produção do milho quanto no estabelecimento da forrageira, atendendo os objetivos de formação de pastagem, bem como de aumento na produção de palhada para cobertura morta do solo, após a colheita mecânica do milho. Entretanto, torna-se necessário avaliar a contribuição do consórcio na supressão de plantas daninhas, quando comparado aos monocultivos em competição com estas, verificando-se a viabilidade de uso de subdoses de sulfoniluréias em determinadas infestações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, J. M. et al. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação com a cultura do milho. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 18, n. 5, p. 417-425, 1989.
- ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v. 12, n. 2, p. 2-6, 1990.
- BASTIANI, M. L. R. **Atividade dos herbicidas nicosulfuron e atrazine, em condições de casa de vegetação e de campo.** 1997. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- CASTRO, C. R. T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Ver. Bras. Zootec.** v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.
- COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: Zambolim, L. (Ed.) **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.
- DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 35:12, p. 2335-2341, 2000.
- DUARTE J. M. et al. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata*) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. **Pasturas Tropicais**, v.17, n. 2, p. 12-19, 1995.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba, RS, 2000. 360 p.
- FERREIRA, F. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. In: **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 365-372.
- GALLAHER, K. et al. Absorption, translocation and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. **Weed Sci.**, v. 47, p. 8-12, 1999.

- GERWICK, B. C. et al. Rapid diagnosis of ALS/AHAS resistant weeds. **Weed Technol.**, v. 7, p. 519-524, 1993.
- GLAT, D. Perspectivas do milho para 2002. **Plantio Direto**, v. 69, p. 15-17, 2002.
- GODOY, G. et al. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical Del banco de semillas de malezas. **Ceiba**, v. 36, n. 2, p. 217-219, 1995.
- HINZ, J. R; OWEN, M. K. Nicosulfuron and primisulfuron selectivity in corn and two grass weeds. **Weed Sci.**, v. 44, p. 219-223, 1996.
- JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 89-95, 2003.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 349 p.
- OLIVEIRA, I. P. et al. Palhada no Sistema Santa Fé. Goiânia: Embrapa-CNPAP, **Informações Agronômicas**, 93, 2001. 4 p.
- OZIER-LAFONTAINE, H. et al. Radiation and transpiration partitioning in a maize-sorghum intercrop: Test and evaluation of two models. **Field Crops Res.**, v. 49, p. 127-145, 1997.
- PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- SANTOS, A. M. B. **Crescimento, partição de assimilados da losna (*Artemisia verlotorum* Lamotte) e seu controle químico**. 1992. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- SOUZA NETO, J. M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante**. 1993. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1992.
- SOUZA, A. P. et al. Lixiviação do glyphosate e imazapyr em solos com diferentes texturas e composição química: métodos do bioensaio. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 5-16, 2000.
- TOWNSEND, C. R. et al. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: ABMS, (cd-rom).

QUANTIFICAÇÃO MORFOANATÔMICA DE *Brachiaria decumbens* SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO

MORPHO-ANATOMICAL QUANTIFICATION OF *Brachiaria decumbens* UNDER DIFFERENT MANAGEMENT CONDITIONS

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho quantificar as características morfoanatômicas de *Brachiaria decumbens* cultivada sob diferentes condições de manejo em campo. Os tratamentos consistiram do monocultivo de *B. decumbens* e do seu consórcio com a cultura do milho; a convivência entre as duas espécies foi manejada com subdoses do herbicida nicosulfuron (0, 8 e 16 g ha⁻¹), aplicadas aos 25 dias após a semeadura. Os tratamentos foram arranjados em blocos casualizados, com quatro repetições. *B. decumbens* em monocultivo apresentou maiores índices de área foliar, biomassa seca total, número de colmos, comprimentos de colmos e entrenós, espessuras do limbo, bainha, feixes vasculares, células da bainha dos feixes vasculares e distâncias entre feixes vasculares e células buliformes, comparados aos das plantas que conviveram com o milho. Nas características anatômicas da raiz não foram observadas diferenças estatísticas entre tratamentos. O consórcio afetou negativamente as características avaliadas na parte aérea das plantas de *B. decumbens*, sendo o efeito mais pronunciado na maior dose do herbicida testado.

Palavras-chave: milho, herbicida, consórcio.

ABSTRACT

Objective of this study was to quantify the morpho-anatomical characteristics of *Brachiaria decumbens* cultivated under different field management conditions. The treatments consisted in *B. decumbens* as sole crop or intercropped with corn. The the two species in coexistence were treated with subdoses of the herbicide nicosulfuron

(0, 8, and 16 g ha⁻¹) applied 25 days after sowing (DAS). The treatments were arranged in randomized blocks with four replications. *B. decumbens* in sole crop presented a larger leaf area index, total biomass, number of stems, stem and internode length, leaf and leaf sheath thickness, vascular bunches sheath, and vascular bunches sheath cell thickness and distances between vascular bunches and bulliform cells compared to the plants that grew together with the corn. The anatomical root characteristics did not present significant (P<0.05) differences among treatments. Intercropping affected the appraised characteristics negatively in the *B. decumbens* shoots. The most pronounced effect was observed under the highest dose of the tested herbicide.

Keywords: corn, herbicide, intercrop.

INTRODUÇÃO

Brachiaria decumbens Stapf. é uma planta perene, decumbente, com 30 a 90 cm de altura, originária da África e de grande importância forrageira (Lorenzi, 2000). As espécies do gênero *Brachiaria* se caracterizam pela adaptação a solos de baixa fertilidade, proporcionando elevada produção de forragem e excelente cobertura vegetal do solo. Também são tolerantes à seca e de fácil estabelecimento, sendo, por isso, de grande importância para formação de pastagens (Alvim et al., 1990). Por ocorrerem com elevada frequência em áreas cultivadas com culturas anuais e perenes, *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. humidicola* são consideradas importantes plantas daninhas para a maioria das culturas de interesse econômico cultivadas nos trópicos (Lorenzi, 2000).

Atualmente existe a preocupação em recuperar pastagens degradadas de *B. decumbens*, visando intensificar a produção animal e, principalmente, associar a produção de alimentos e fibras com a manutenção dos recursos naturais. Entre as alternativas está a utilização dos consórcios de forrageiras com a cultura do milho (Kichel et al., 1998). O estabelecimento da forrageira com o milho ocorre em condições de competição; dessa forma, uma planta pode restringir o crescimento da outra, pela capacidade de capturar e utilizar os recursos do ambiente. 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 desta cultura. Ao contrário, Cobucci (2001) relata que em vários ensaios sobre o consórcio de *B. brizantha* com o milho a presença da forrageira não afetou essa cultura e que, em outros, foi necessário o uso do herbicida nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da forrageira e, com isso, garantir o bom rendimento da cultura.

A anatomia das folhas de *B. decumbens* é caracterizada pelo arranjo denso das células do mesofilo, formando uma estrutura radiada ao redor dos feixes vasculares; mais internamente, ao redor destes feixes vasculares apresenta-se uma bainha de células grandes e clorofiladas – mais espessas do que as células do mesofilo – denominada bainha parenquimática dos feixes vasculares (Paciullo, 2002). Espécies que apresentam esta estrutura realizam a fotossíntese pela rota C₄ e são altamente eficientes na conversão da radiação fotossinteticamente ativa em ATP, utilizado na conversão do CO₂ em carboidrato (Sylvester et al., 2001). Entretanto, para que as espécies C₄ realizem com eficiência a fotossíntese, é necessário que elas se desenvolvam em condições de alta temperatura e luminosidade, sendo, portanto, sensíveis ao sombreamento.

A estrutura anatômica das plantas, especialmente das folhas, pode ser influenciada pela luminosidade durante seu crescimento. Segundo Sylvester et al. (2001), a capacidade das plantas de alterar a anatomia das folhas em resposta a diferentes níveis de luminosidade é um atributo comum das espécies que apresentam amplo potencial de aclimação. Também Deinum et al. (1996) afirmam que a capacidade de as plantas se adaptarem a ambientes com restrição luminosa depende do ajuste de seu aparelho fotossintético e de que a radiação limitada seja utilizada de forma mais eficiente, pois esta influencia o crescimento total da planta. Assim, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plântulas às condições de intensidade luminosa do ambiente.

Diversos trabalhos (Moro & Damião, 1999; Paciulo et al., 2001; Brito & Rodella, 2002, 2003; Paciullo et al., 2003; Tanaka & Rodella, 2003) foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a anatomia de plantas forrageiras e relacionar os resultados com características fisiológicas, com respostas destas plantas a estímulos do ambiente e com o seu valor nutritivo. De acordo com Paciullo (2002) e Brito & Rodella (2003), a qualidade nutricional de forrageiras do gênero *Brachiaria* se relaciona com suas características anatômicas, sendo conferida pelas diversas taxas de digestibilidade encontradas nos diferentes tecidos que compõem os órgãos das plantas.

Objetivou-se neste trabalho investigar como o manejo adotado na cultura do milho consorciado com *B. decumbens* afeta as características morfológicas e anatômicas desta, em relação ao seu monocultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, de média fertilidade, localizado em Coimbra, MG, sendo o cultivo realizado no sistema de plantio direto. A semeadura das espécies consorciadas foi feita em 29 de novembro de 2001, em parcelas de 144 m². O milho (AG 6690) foi semeado no espaçamento de 0,9 m entre linhas, colocando-se sete sementes por metro de sulco. *B. decumbens* cv. Basilisk foi semeada na profundidade de 1 cm e no espaçamento de 0,45 m entre fileiras, correspondendo a duas fileiras na entrelinha do milho. Foram utilizados 3 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis da forrageira. Os tratamentos culturais realizados durante a condução do experimento em campo seguiram as recomendações técnicas indicadas por Fancelli & Dourado Neto (2000) para a cultura do milho.

Os tratamentos foram constituídos do monocultivo de *B. decumbens* e do seu consórcio com a cultura do milho. O manejo da convivência entre as espécies em consórcio foi realizado com o herbicida nicosulfuron nas doses de 0, 8 e 16 g ha⁻¹. A aplicação dos herbicidas ocorreu aos 25 dias após a semeadura (DAS), quando o milho se encontrava no estágio de quatro folhas totalmente expandidas e a maioria das plântulas de *B. decumbens* iniciava o perfilhamento. Juntamente com o nicosulfuron, foram aplicados 1.500 g ha⁻¹ de atrazine, visando aumentar a eficiência de controle sobre espécies daninhas dicotiledôneas. No monocultivo de *B. decumbens*, o controle das espécies daninhas foi feito por capinas, quando necessário. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

A coleta de *B. decumbens* foi feita numa área de 1 m² por parcela, aos 145 DAS – período correspondente à colheita do milho. Nas plantas coletadas, foram separadas as folhas e os colmos. Em seguida, mediu-se a área foliar em medidor eletrônico e determinou-se o índice de área foliar. Nos colmos, determinou-se seu número por planta e o número de entrenós por colmo, juntamente com os respectivos comprimentos. Posteriormente, o material vegetal foi secado em estufa a 70 °C, até atingir massa constante, e pesado.

Nas avaliações anatômicas foram isolados fragmentos do limbo foliar e da bainha da quinta folha completamente expandida a partir do ápice da planta. Das mesmas plantas foram coletadas amostras entre o quarto e o quinto nó do caule e amostras de raízes. Da porção mediana de limbo foliar, bainha, caule e raízes foram retiradas amostras de aproximadamente 1 mm², as quais foram imediatamente fixadas em F.A.A₅₀ (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%, 5:5:90 v/v) e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940). Em seguida, três segmentos de limbo foliar, bainha, caule e raízes foram tomados ao acaso e cortados transversalmente em micrótomo de mesa. Os cortes foram clarificados com solução de NaOH a 5%, lavados e corados com fucsina básica e azul-de-astra. As lâminas foram montadas em gelatina glicerinada e examinadas em fotomicroscópio (OLYMPUS AX 70) equipado com acessório fotográfico U-PHOTO.

As características anatômicas avaliadas no limbo foliar e na bainha foram: distância entre feixes vasculares, espessura de limbo e bainha, espessura do feixe vascular, espessura das células da bainha dos feixes vasculares, distância entre células bulbiformes e espessura da epiderme das faces abaxial e adaxial. No caule, foram avaliadas a espessura do esclerênquima subepidérmico, a área dos feixes vasculares e a espessura do metaxilema; e, na raiz, a espessura do metaxilema, a espessura do esclerênquima cortical e a porcentagem de área ocupada por epiderme, córtex e cilindro central. Essas características foram mensuradas com analisador de imagem IMAGE PRO-PLUS.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de área foliar (IAF), a biomassa seca da parte aérea, o número e comprimento dos colmos e o comprimento dos entrenós das plantas de *B. decumbens* diferiram quando se modificou o sistema de manejo desta forrageira (Tabela 1). Maiores valores de IAF e biomassa seca das plantas foram obtidos quando *B. decumbens* foi cultivada em monocultivo, em relação aos tratamentos consorciados. No consórcio, a aplicação do herbicida nicosulfuron potencializou o dano à forrageira (Tabela 1).

Segundo Radjan & Swanton (2001), o IAF define a habilidade do dossel em interceptar a radiação incidente, sendo considerado fator determinante no acúmulo de

biomassa. Dessa forma, a diminuição do IAF de *B. decumbens* no consórcio foi de 52, 69 e 83% para as doses de 0, 8 e 16 g ha⁻¹ do nicosulfuron, respectivamente, o que acarretou a redução de ganhos de biomassa em 72, 87 e 92% nos respectivos tratamentos, quando comparados com os valores de *B. decumbens* que se desenvolveu a pleno sol (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de índice de área foliar (IAF), biomassa seca total (BS), comprimento de colmos (CC), número de colmos por planta (NC), comprimento dos entrenós (CE) e número de entrenós por colmo (NE) de plantas de *B. decumbens* sob diferentes manejos. Viçosa, MG

Condição de manejo	IAF	BS (kg m ⁻²)	CC (cm)	NC	CE (cm)	NE
Monocultivo	2,95 a	0,575 a	103,52 a	44,25 a	18,84 a	5,39 a
Consoiciada com milho	1,42 b	0,160 b	69,37 b	24,50 ab	12,84 b	5,33 a
Consoiciada com milho + 8 g de nicosulfuron ha ⁻¹	0,91 bc	0,075 c	51,84 c	16,50 ab	10,30 c	4,78 a
Consoiciada com milho + 16 g de nicosulfuron ha ⁻¹	0,51 c	0,047 c	36,11 c	10,25 b	8,09 d	4,20 a
CV %	10,16	15,12	10,97	30,65	4,60	15,02

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na ausência do nicosulfuron (dose zero) sobre o IAF e a biomassa da forrageira, observou-se que o milho possuiu alta capacidade competitiva com a forrageira e que essa vantagem foi atribuída ao porte mais alto e à maior taxa de crescimento do milho, permitindo o sombreamento parcial da forrageira durante o período de convivência. Esse comportamento concorda com os resultados obtidos por Castro et al. (1999), que verificaram que a produção de *B. decumbens* decresceu linearmente com o sombreamento progressivo e que essa resposta pode estar associada ao fato de o ponto de compensação luminoso ser superior à luminosidade do ambiente sombreado. Na Tabela 1 pode ser observado o maior número de colmos registrado para *B. decumbens* em monocultivo em relação aos tratamentos consorciados. Dias-Filho (2000), estudando o crescimento e a alocação de biomassa em plantas do gênero *Brachiaria* sob sombreamento, observou maior perfilhamento nas plantas que cresceram a pleno sol. Resultados semelhantes foram observados por Portes et al. (2000), os quais constataram redução do

número de perfilhos de *B. brizantha* consorciada com cereais em relação ao cultivo solteiro.

Da mesma forma, foram observadas plantas mais altas e com entrenós mais longos no monocultivo, com acentuada queda à medida que houve o efeito combinado do sombreamento com a ação herbicida (Tabela 1). Castro et al. (1999), estudando o efeito de três níveis de sombreamento artificial (0, 30 e 60%) sobre as características morfológicas de seis gramíneas tropicais, verificaram que o sombreamento promoveu o menor crescimento do colmo de *B. decumbens* e que a queda na produção forrageira desta espécie foi acompanhada pela redução linear do comprimento do colmo em função dos níveis de sombreamento empregados. Contrariamente, Samarakoon et al (1990) comentam que o cultivo de gramíneas forrageiras sob diferentes níveis de sombreamento resulta em plantas mais altas e com colmos mais longos – reação considerada como forma de compensação da deficiência luminosa.

O número de entrenós não foi alterado em função dos tratamentos (Tabela 1). A literatura é restrita em citações sobre o número de entrenós, porém a ausência de resposta significativa também foi obtida por Castro et al. (1999), os quais comentam haver correlação entre a maior altura de plantas e a ocorrência de entrenós mais longos, sem ocorrer alteração do número destes.

Quanto às características anatômicas referentes à parte aérea das plantas de *B. decumbens*, observou-se em monocultivo maior espessura de limbo foliar e bainha, seguida da espessura dos feixes vasculares, distância entre feixes vasculares, espessura das células da bainha dos feixes vasculares e distância entre células buliformes, em relação a *B. decumbens* cultivada em consórcio (Tabelas 2 e 3). De acordo com Cutter (1986) e Deinum et al. (1996), as folhas de uma mesma espécie expostas à intensa luminosidade geralmente são mais espessas do que aquelas que se desenvolvem em condições de sombreamento. No que se refere ao efeito do herbicida nos tratamentos consorciados, constatou-se que a redução dos valores dessas variáveis foi mais acentuada (Tabelas 2 e 3).

Brito & Rodella (2002), estudando a anatomia de *B. brizantha* e *B. humidicola*, observaram que os feixes vasculares destas espécies apresentaram três tamanhos distintos, entre os quais os maiores são poligonais e os demais são circulares, embora todos eles estejam circundados pela bainha parenquimática formada por células muito desenvolvidas. A distância média entre os feixes vasculares no limbo e na bainha foliar não diferiu em condições de monocultivo e consórcio na ausência do herbicida

nicosulfuron (Tabelas 2 e 3). Segundo Brito & Rodella (2003), plantas de *B. decumbens* podem apresentar redução da distância dos feixes vasculares em relação à maturidade da folha. No entanto, esse fato não foi observado neste ensaio, mesmo com a antecipação do ciclo de *B. decumbens* no monocultivo (plantas que já se encontravam no estado reprodutivo), em relação às plantas sombreadas sob o dossel do milho, que apresentaram prolongamento do crescimento vegetativo e retardaram o início do florescimento.

Tabela 2. Médias de espessura do limbo (EL), espessura do feixe vascular (CFV), distância entre feixes vasculares (DFV), espessura das células da bainha dos feixes vasculares (CCB), distância entre células buliformes (DCB) e espessura das epidermes abaxial (EAb) e adaxial (EAd) das folhas de *B. decumbens* sob diferentes manejos. Viçosa, MG

Condição de manejo	EL	CFV	DFV	CCB	DCB	EAb	EAd
	(μm)						
Monocultivo	167,76 a	37,16 a	168,07 a	40,70 a	178,35 a	12,49 a	12,31 a
Consoiciada com milho	144,23 b	32,41 b	166,80 a	35,30 ab	167,87 ab	11,86 a	11,47 a
Consoiciada com milho + 8 g de nicosulfuron ha ⁻¹	146,88 b	33,28 b	161,48 ab	34,59 ab	167,44 ab	11,29 a	11,98 a
Consoiciada com milho + 16 g de nicosulfuron ha ⁻¹	138,18 b	29,59 c	152,09 b	33,81 b	154,65 b	11,68 a	11,84 a
CV %	3,72	3,64	3,53	10,00	7,40	4,42	7,46

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Médias da espessura da bainha (EB), espessura do feixe vascular (CFV), distância entre feixes vasculares (DFV), espessura das células da bainha dos feixes vasculares (CCB) e espessura das epidermes abaxial (EAb) e adaxial (EAd) da bainha de *B. decumbens* sob diferentes manejos. Viçosa, MG

Condição de manejo	EB	CFV	DFV	CCB	EAb	EAd
	(μm)					
Monocultivo	216,76 a	91,96 a	288,14 a	43,95 a	14,50 a	12,91 a
Consoiciada com milho	198,10 ab	82,31 a	284,24 a	35,98 b	12,74 a	11,64 a
Consoiciada com milho + 8 g de nicosulfuron ha ⁻¹	172,72 b	72,60 a	274,34 ab	36,25 b	13,73 a	12,22 a
Consoiciada com milho + 16 g de nicosulfuron ha ⁻¹	173,38 b	45,33 b	246,79 b	34,34 b	15,14 a	12,96 a
CV %	5,95	13,43	4,95	9,22	3,38	3,93

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A maior dose do nicosulfuron utilizada no consórcio afetou principalmente a espessura dos feixes vasculares (limbo e bainha foliar), a espessura das células da bainha dos feixes vasculares e a distância das células buliformes, acarretando menor expansão foliar (Tabelas 2 e 3). Esses resultados encontram respaldo na pesquisa desenvolvida por Moro & Damião Filho (1999), que, estudando o efeito da dose de 80 g ha⁻¹ de nicosulfuron em plântulas de milho, constataram alterações anatômicas no número, no tamanho e na forma das células buliformes do limbo foliar, bem como expansão das células epidérmicas do limbo e da nervura central, sendo na maioria das vezes próximo aos feixes vasculares. No entanto, em *B. decumbens* não se observou diferença para espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial do limbo e da bainha foliar (Tabelas 2 e 3).

No caule, verificou-se diferença significativa para sua área e para área do feixe vascular (Tabela 4). Mesmo não havendo diferença estatística para espessura do metaxilema e espessura da camada esclerenquimática, houve tendência de maiores valores no monocultivo. Trabalhos desenvolvidos por Deinum et al. (1996) sobre anatomia do caule de *B. brizantha* em função de vários níveis de intensidade luminosa constataram que a camada esclerenquimática foi mais espessa à medida que a intensidade luminosa aumentava, evidenciando que esta característica é afetada diretamente pelo sombreamento.

Tabela 4. Médias de diâmetro do caule (DC), área do feixe vascular (AFV), espessura do metaxilema (CM) e espessura da camada esclerenquimática (ECE) do caule de plantas de *B. decumbens* sob diferentes manejos. Viçosa, MG

Condição de manejo	DC (mm ²)	AFV (μm ²)	CM (μm)	ECE (μm)
Monocultivo	4,02 a	12579,81 a	45,95 a	78,94 a
Consoiciada com milho	2,44 b	12685,65 a	45,80 a	66,58 a
Consoiciada com milho + 8 g de nicosulfuron ha ⁻¹	1,93 c	8989,81 b	43,02 a	61,09 a
Consoiciada com milho + 16 g de nicosulfuron ha ⁻¹	1,52 d	9115,85 b	41,69 a	62,09 a
CV %	24,98	13,37	11,38	19,70

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As características radiculares não foram influenciadas pelos tratamentos (dados não mostrados). Dessa forma, a maioria das características morfológicas e anatômicas avaliadas na parte aérea de *B. decumbens* foi afetada pelo manejo realizado em consórcio, o que acarretou menor rendimento forrageiro. Esse comportamento deveu-se provavelmente ao sombreamento exercido pelo milho, com efeito mais pronunciado nos tratamentos em que se aplicaram nicosulfuron, quando comparados ao monocultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v. 12, n. 2, p. 2-6, 1990.
- BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A. Quantificação anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* e *B. humidicola* em três níveis de inserção. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/eventos/Porto Alegre/homepagesbz/For/FOR072.htm>>. Acesso em: 1 abr. 2003.
- BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A. Caracterização morfo-anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hoehst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Revista Brasil. Bot.**, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2002.
- CASTRO, C. R. T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Rev. Bras. Zootec.** v. 28, n. 5 p. 919-927, 1999.
- COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: Zambolin, L. (Ed.) **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p.583-624.
- CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**. Órgãos: São Paulo, Livraria Roca Ltda., 1986. 304 p.
- DEINUM, B. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. trichoglume). **Neth. J. Agric. Sci.**, v. 44. p. 111-124, 1996.
- DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba, RS, 2000. 360 p.
- KICHEL, A. N. et al. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, **Anais...**, Botucatu: SBZ, 1998, p. 40-42.

- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 384 p.
- 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.
- PACIULLO, D. S. C. Característica anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da material seca de gramíneas tropicais. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 3, p. 955-963, 2001.
- PACIULLO, D. S. C. et al. **Proporção de tecidos e espessura da parede celular em espécies de braquiária, cultivadas sob diferentes níveis de umidade do solo**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR059.htm>>. Acesso em: 2 abr. 2003.
- PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- RAJCAN, I.; SWANTON, C. Understanding maize-weed competition: recourse competition, light quality and the whole plant. **Fields Crop Res.**, v. 71, p. 139-150, 2001.
- SAMARAKOON, S. P et al. Growth, morphology and nutritive quality on shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **J. Agric. Sci.**, v. 114, n. 2, p.116-169, 1990.
- SHIM, S. I. et al. Response of leaf acetolactate synthase from different leaf positions and seedlings ages to sulfonylurea herbicide. **Pesticide Biochem. and Physiol.**, v. 75, p. 39-46, 2003.
- SILVA, A. A. et al. **Biologia e controle de plantas daninhas**. Viçosa: DFT/UFV, 2002. (CD-ROM).
- SYLVESTER, A. W. et al. Leaf shape and anatomy as indicators of phase in the grass: comparison of maize, rice and bluegrass. **Am. J. Bot.**, v. 88, n. 12, p. 2157-2167, 2001.
- TANAKA, L. E. Y.; RODELLA, R. A. **Caracterização morfo-anatômica da folha de gramíneas forrageiras C3 e C4 através de análise multivariada**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR029.htm>>. Acesso em: 1 abr. 2003.

INFLUÊNCIA DE HERBICIDAS E DE SISTEMAS DE SEMEADURA DE *Brachiaria brizantha* CONSORCIADA COM MILHO

INFLUENCE OF HERBICIDES AND SOWING SYSTEMS ON *Brachiaria brizantha* MAIZE INTERCROP

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a ocorrência de plantas daninhas, o estado nutricional e a produtividade do milho e de *Brachiaria brizantha* consorciados em diferentes arranjos de semeadura da braquiária, com e sem a aplicação do herbicida nicosulfuron. Os tratamentos foram constituídos das semeaduras de milho e *B. brizantha* em monocultivo, mais quatro formas de estabelecimento da braquiária, representados pela semeadura de uma e duas linhas de braquiária na entrelinha do milho; semeadura na mesma linha do milho; e semeadura da forrageira a lanço na entrelinha do milho. Nas subparcelas, os dois tratamentos secundários constaram do uso da mistura dos herbicidas nicosulfuron + atrazine ($8 + 1.500 \text{ g ha}^{-1}$) e atrazine (1.500 g ha^{-1}), aplicados aos 30 dias após a emergência (DAE) do milho. Foram avaliados a biomassa seca da comunidade infestante aos 30 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, os níveis de macronutrientes, o rendimento de grãos e o peso de mil sementes no milho, bem como a produção de biomassa seca total e o acúmulo de macronutrientes pela forrageira. As espécies *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens* e *Sorghum arundinaceum* foram controladas pela mistura de nicosulfuron + atrazine; entretanto, as demais espécies, constituídas por *Digitaria horizontalis*, *Cyperus rotundus* e *Artemisia verlotorum*, não foram controladas pela mistura de herbicidas. Menores níveis de clorofila total e de N nas folhas de milho foram observados quando cultivadas duas linhas de braquiária na entrelinha do milho. O nicosulfuron + atrazine proporcionou maiores teores de clorofila total, N, P e K e de rendimento de grãos e peso de mil sementes, quando comparados com os tratamentos que não receberam estes produtos. A presença do milho e a forma como foi estabelecida a braquiária influenciaram significativamente o rendimento forrageiro e o acúmulo de nutrientes na biomassa seca de *B. brizantha*, em relação ao seu monocultivo.

Palavras-chave: planta daninha, competição, manejo.

ABSTRACT

Aim of this study was the evaluation of the occurrence of weeds, the nutritional state, and the yield of a maize - *B. brizantha* intercrop under different layouts of *Brachiaria* pasture sowing, with and without the application of the herbicide nicosulfuron. The treatments consisted in the sowing of maize and *B. brizantha* in sole crops, besides four forms of establishing *Brachiaria* by sowing one and two rows of *Brachiaria* in-between the maize rows; by sowing along the same row as maize; and by sowing the forage scattered in-between the maize rows. In the subplots, the two secondary treatments consisted in the use of the herbicide mixture nicosulfuron + atrazine (8 + 1.500 g ha⁻¹) and atrazine (1.500 g ha⁻¹) applied 30 days after emergence (DAE) of maize. The dry biomass of the levels of macronutrients, the grain yield and the weight of a thousand maize kernels, as well as the total dry matter yield and the macronutrients accumulated by the pasture were evaluated. The species *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, and *Sorghum arundinaceum* were controlled by the mixture of nicosulfuron + atrazine; while the species *Digitaria horizontalis*, *Cyperus rotundus*, and *Artemisia verlotorum* were not controlled by the herbicide mixture. Lower levels of total chlorophyll and N leaf contents in maize were observed when two rows of *Brachiaria* were cultivated in-between the maize rows. The use of nicosulfuron + atrazine increased the contents of total chlorophyll, N, P, and K, the grain yield, and the weight of a thousand kernels compared to the treatments without the product application. The presence of maize and the form in which the forage was established influenced the pasture yield and the nutrient accumulation in the dry biomass of *B. brizantha* significantly in relation to the sole crop.

Key words: Weed, competition, management.

INTRODUÇÃO

O emprego de culturas anuais cultivadas em rotação, ou em consórcios com espécies forrageiras, tem constituído uma das principais estratégias de formação e reforma de pastagens no sistema integrado agricultura-pecuária. Nesse contexto, as

culturas de interesse econômico têm sido exploradas, visando minimizar os custos de produção, principalmente em relação a adubação, preparo do solo e controle de plantas daninhas (Souza Neto, 1993). Em consórcio com forrageiras, especificamente *Brachiaria* spp., várias culturas têm sido empregadas, porém o milho tem sido a preferida, em decorrência do valor da produção agropecuária, da tradição de cultivo e da excelente adaptação quando manejado em consórcio.

Trabalhos realizados por Kluthcouski et al. (1991) e Portes et al. (2000) têm demonstrado a viabilidade técnica de sistemas consorciados entre culturas e forrageiras. No consórcio de *Brachiaria 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 da cultura. Cobucci (2001) relata que, em vários ensaios sobre o consórcio de *B. brizantha* com o milho, a presença da forrageira não afetou esta cultura, e que 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, a eficiência técnica desses sistemas depende de certas condições, que são particulares de cada ambiente (Sanches & Salinas, 1981; Cruz Filho, 1988). A compatibilidade entre espécies, a fertilidade do solo, a ocorrência de plantas daninhas e a competição entre as espécies consorciadas pelos recursos do meio podem influenciar o estabelecimento da forrageira e a produção satisfatória da cultura.

Semelhantemente aos monocultivos, as espécies consorciadas estão sujeitas à competição promovida pelas espécies daninhas. Os efeitos negativos dessa interferência podem inviabilizar esse consórcio, por meio dos prejuízos que podem ocorrer no estabelecimento da forrageira associada, no rendimento de grãos e na qualidade do produto colhido. Desse modo, as práticas culturais – como a forma de implantação da cultura em consórcio com a forrageira, a época e forma de estabelecimento da forrageira e o arranjo entre plantas – podem minimizar a competição entre as espécies consorciadas e a ocorrência de plantas daninhas. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes arranjos de semeadura de *B. brizantha* e do uso de herbicidas no consórcio desta forrageira com o milho sobre a ocorrência de plantas daninhas, o estado nutricional e a produtividade das espécies consorciadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo, em plantio direto sobre Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, em Coimbra, MG, no período de novembro de 2002 a abril de 2003. Quinze dias antes da semeadura, fez-se a dessecação química da área com glyphosate + 2,4-D (1,44 + 0,335 kg ha⁻¹) e a coleta de solo à profundidade de 0,20 m, cuja análise química constou de pH em água de 5,6; H+Al, Ca e Mg de 2,7; 2,40 e 0,34 cmolc dm⁻³, respectivamente, P de 27 mg dm⁻³, K de 36 mg dm⁻³ e matéria orgânica de 2,1 dag kg⁻¹.

Os tratamentos foram alocados em parcelas subdivididas em blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas foram testados os monocultivos do milho e de *B. brizantha*, mais quatro formas de estabelecimento da forrageira em consórcio com o milho, representadas pela semeadura de uma e duas linhas da forrageira na entrelinha do milho, semeadura na mesma linha do milho e semeadura da forrageira a lanço na entrelinha do milho. As parcelas experimentais continham seis fileiras de milho, totalizando uma área de 120 m².

O milho, AG122, foi semeado em 13/11/2002 no espaçamento fixo de 1 m entre fileiras, sendo utilizadas sete sementes por metro linear, na profundidade de plantio de 4 cm, e adubação básica de 400 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. *B. brizantha* cv. Vitória foi semeada na densidade de 3 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis, com 76% de valor cultural. Quando a semeadura da forrageira foi em linha, a profundidade de plantio foi de aproximadamente 1,5 cm. O plantio destas espécies foi simultâneo, utilizando uma semeadora-adubadora específica para o sistema de plantio direto. Na semeadura a lanço, as sementes da forrageira foram distribuídas manualmente, logo após a semeadura do milho. Utilizou-se o espaçamento de 0,50 m entre linhas para o monocultivo e para a semeadura de duas linhas de *B. brizantha* na entrelinha do milho.

Os dois tratamentos secundários, alocados nas subparcelas, constaram da mistura de herbicidas nicosulfuron + atrazine (8 + 1.500 g ha⁻¹) e atrazine (1.500 g ha⁻¹), aplicados aos 30 dias após a emergência do milho com pulverizador costal, equipado com pontas TT 110.02 espaçadas de 1 m, e aplicando-se o equivalente a 85 L ha⁻¹ de calda. A aplicação desses herbicidas foi feita de manhã (8 h), com céu claro, solo úmido, velocidade do vento inferior a 5 km h⁻¹, umidade relativa do ar e temperatura de 90% e 24 °C, respectivamente.

A população de plantas daninhas existente no momento da aplicação dos herbicidas era composta principalmente por *Brachiaria plantaginea*, *Sorghum arundinaceum*, *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa*. As dicotiledôneas apresentavam de 4 a 6 folhas e as gramíneas daninhas, de 2 a 3 perfilhos. Aos 30 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, avaliou-se a eficiência dos tratamentos sobre a biomassa seca das espécies daninhas coletadas em quatro amostras de 1 m² em cada subparcela.

Aos 40 dias após a semeadura foi feita a adubação de cobertura, com 100 kg ha⁻¹ de N aplicados na forma de uréia. Os demais tratamentos culturais realizados atenderam as exigências do milho, conforme as recomendações técnicas citadas por Fancelli & Dourado Neto (2000).

No florescimento do milho avaliaram-se os teores de clorofila na folha, medidos com o clorofilômetro SPAD, modelo Minolta, e os teores dos macronutrientes N, P, K, Ca Mg e S. As leituras efetuadas com o medidor de clorofila foram feitas na folha-índice, em 10 plantas por parcela, as quais foram colhidas, secas em estufa de ventilação forçada de ar a 70 °C e moídas. Em seguida, parte desse material moído foi submetida à digestão sulfúrica, determinando-se o teor de N (Jackson, 1958), e outra parte à digestão nítrico-perclórica, para obtenção dos teores de K por fotometria de chama e de P pelo método do ácido ascórbico modificado (Braga & Deffelipo, 1974).

Na colheita do milho, em área útil de 14 m² na subparcela, foram determinados o estande, o rendimento e o peso de mil grãos de milho. Na mesma época, em 2 m² de área útil foi avaliado o rendimento forrageiro de *B. brizantha*. Da biomassa forrageira se obteve o teor e o acúmulo de macronutrientes, conforme metodologia exposta anteriormente.

Os resultados da biomassa seca da comunidade infestante, do rendimento forrageiro e do acúmulo de nutrientes foram transformados em $x^{0.5}$, para análise. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, no caso do teste F significativo, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que não houve interação entre os arranjos de semeadura de *B. brizantha* e o uso de herbicidas para a comunidade infestante avaliada aos 30 DAA dos herbicidas. Entre as espécies daninhas, foi observada maior ocorrência de *B. plantaginea*, *S. arundinaceum*, *D. horizontalis* e *B. decumbens*, sendo *B. plantaginea*

a mais importante (Tabela 1). De acordo com Cruz Filho et al. (1986), um dos fatores que influenciam a infestação de plantas daninhas consiste na eficiência do método de semeadura da forrageira. Apesar de não haver diferenças estatísticas entre arranjos de semeadura, constatou-se maior tendência de supressão de plantas daninhas – principalmente *B. plantaginea* e *S. arundinaceum* – no arranjo de semeadura de duas linhas de *B. brizantha* na entrelinha do milho, mostrando ser esse método um importante componente cultural no controle, embora distante de ser a estratégia definitiva para evitar a competição dessas plantas daninhas com as espécies consorciadas (Tabela 1). Esse método de semeadura mostrou-se mais efetivo no estabelecimento inicial das plantas de *B. brizantha*, o que proporcionou maior ocupação da área pela forrageira e pela cultura e, em consequência, favoreceu o aumento da capacidade de interceptação de luz pelo dossel das plantas cultivadas, reduzindo a quantidade desse recurso para as plantas daninhas.

Tabela 1. Biomassa seca das plantas daninhas *B. plantaginea* (BRAPL), *B. decumbens*, (BRADE), *D. horizontalis* (DIGHO), *S. arundinaceum* (SORAR), *A. verlotorum* (ARTEV) e *C. rotundus* (CYPRO) avaliadas aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas, em função dos tratamentos utilizados no consórcio da forrageira com o milho. Viçosa, MG

Arranjos de semeadura	Biomassa (g m ⁻²)							
	BRAPL	BRADE	DIGHO	SORAR	ARTVE	CYPRO	Outras espécies	Total
2 linhas na entrelinha do milho	17,93 a	4,70 a	15,70 a	6,87 a	1,52 a	1,16 a	0,34 a	48,21 a
A lanço	30,09 a	5,64 a	18,92 a	22,67 a	0,60 a	2,86 a	0,24 a	81,02 a
Na linha de plantio do milho	31,67 a	3,44 a	12,22 a	26,75 a	1,79 a	2,42 a	1,24 a	79,51 a
1 linha na entrelinha do milho	36,34 a	4,31 a	16,72 a	22,56 a	1,52 a	1,76 a	0,93 a	84,13 a
<i>B. brizantha</i> solteira	27,35 a	1,56 a	8,41 a	16,62 a	1,08 a	1,45 a	0,76 a	57,22 a
Milho solteiro	26,39 a	6,05 a	15,80 a	22,28 a	1,59 a	3,08 a	0,32 a	75,50 a
Herbicidas	Biomassa (g m ⁻²)							
	BRAPL	BRADE	DIGHO	SORAR	ARTVE	CYPRO	Outras	Total
Atrazine	45,82 a	6,05 a	14,13 a	36,99 a	1,38 a	1,79 a	1,04 a	107,20 a
Atrazine + Nicosulfuron	10,77 b	2,51 b	15,13 a	2,27 b	1,31 a	2,45 a	0,23 b	34,67 b
CV (%)	15,72	21,42	16,07	22,16	21,05	11,36	25,63	9,63

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando se utilizou o herbicida atrazine no manejo de plantas daninhas, independentemente do sistema de semeadura da forrageira, verificou-se eficiência no

controle de espécies dicotiledôneas, principalmente *Bidens pilosa*, e ineficiência no controle de gramíneas. O uso da subdose de nicosulfuron em mistura com atrazine proporcionou redução significativa no acúmulo de biomassa seca da maioria das espécies daninhas encontradas, especialmente *B. plantaginea*, *S. arundinaceum* e *B. decumbens*, em comparação ao uso de atrazine aplicado isoladamente em todas as combinações de arranjos de plantas (Tabela 1). Resultados semelhantes quanto à eficiência dessa mistura na cultura do milho são relatados por Bastiani et al. (1997). Já as espécies *D. horizontalis*, *Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus* não foram influenciadas pelos tratamentos.

Plântulas do gênero *Brachiaria* são, em sua maioria, consideradas suscetíveis em aplicações realizadas em pós-emergência precoce de nicosulfuron nas doses comerciais recomendadas; seus sintomas, em plantas sensíveis, se manifestam por clorose foliar, necrose e redução do crescimento (Lorenzi, 2000; Shim et al., 2003). Em *Brachiaria platyphylla*, Gallaher et al. (1999) observaram que a maior atividade desse herbicida sobre a acetolactato sintase (enzima-alvo) deveu-se à rápida absorção e translocação para as regiões meristemáticas de tecidos em desenvolvimento, onde essa enzima é mais ativa. Dessa forma, na forrageira o herbicida proporcionou determinado nível de injúria nas plantas tratadas, cuja magnitude foi dependente da tolerância dessa espécie à subdosagem testada e do seu estágio de desenvolvimento em relação às plantas daninhas.

O rendimento forrageiro de *B. brizantha* avaliado no momento da colheita do milho não foi afetado de forma significativa pela interação testada e pelo uso dos herbicidas, ocorrendo diferenças apenas entre os arranjos de semeadura da forrageira (Tabela 2). A biomassa de *B. brizantha* em monocultivo foi superior às produções dos demais sistemas de semeadura utilizados no consórcio com o milho. Foi observado no consórcio que o vigor das plântulas de milho foi maior em relação às plântulas de *B. brizantha* e que, por essa razão, o crescimento inicial do milho foi mais rápido, o que gerou uma competição entre elas desfavorável à forrageira. Como planta dominante nesse consórcio, o desenvolvimento vegetativo de *B. brizantha* foi retardado devido ao sombreamento e à competição exercida pela cultura (Tabela 2).

Tabela 2. Biomassa seca total (BST) e teores de N, P, K, Ca, Mg e S em *B. brizantha* em função dos tratamentos utilizados no consórcio desta com a cultura do milho. Viçosa, MG

Arranjos de semeadura	BST (kg ha ⁻¹)	Macronutrientes (dag kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
2 linhas na entrelinha do milho	2.664,22 b	1,11 b	0,66 a	1,49 d	0,31 a	0,24 a	0,07 a
A lança	450,50 c	1,26 a	0,71 a	2,22 a	0,31 a	0,23 a	0,09 a
Na linha de plantio do milho	714,71 c	1,31 a	0,67 a	1,97 b	0,29 a	0,22 a	0,08 a
1 linha na entrelinha do milho	1.154,48 c	1,09 b	0,62 a	1,68 c	0,29 a	0,23 a	0,07 a
<i>B. brizantha</i> solteira	7.633,78 a	0,78 c	0,41 b	1,29 e	0,30 a	0,25 a	0,06 a

Herbicidas	BST (kg ha ⁻¹)	Macronutrientes (dag kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Atrazine	2.801,86 a	1,04 a	0,57 a	1,61 a	0,29 a	0,23 a	0,07 a
Atrazine + Nicosulfuron	2.245,21 a	1,17 b	0,66 b	1,84 b	0,31 a	0,24 a	0,08 a
CV (%)	16,14	6,73	8,02	7,05	5,86	6,72	13,97

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Portes et al. (2000), pesquisando o consórcio de *B. brizantha* cv. Marandu com milho, arroz, milheto e sorgo, verificaram que a forrageira sofreu forte competição das culturas durante seu ciclo de convivência com elas. De acordo com Dias Filho (2000, 2002), *B. brizantha* sombreada reduz sua capacidade fotossintética, porém mostra determinada tolerância em resposta ao sombreamento, apresentando no ambiente sombreado maior área foliar específica e razão de área foliar, visando maximizar a captura de luz, e baixo ponto de compensação luminoso, promovendo um balanço positivo de carbono mesmo com limitação luminosa.

Em consórcio, a máxima produção forrageira de *B. brizantha* foi obtida quando se utilizou o arranjo de duas linhas na entrelinha do milho, sendo ela superior às produções dos sistemas de semeadura de uma linha na entrelinha do milho, semeadura na mesma linha do milho e semeadura da forrageira a lança, as quais foram semelhantes entre si (Tabela 2). Comparando a mesma distribuição de plantas de *B. brizantha* no monocultivo e no consórcio de duas linhas na entrelinha do milho, constatou-se que a presença do milho inibiu o desenvolvimento forrageiro em aproximadamente 65% ao longo do período de convivência (Tabela 2). Entre os demais arranjos, a semeadura de

uma linha de *B. brizantha* na entrelinha do milho proporcionou menor ocupação e cobertura vegetal do solo pela forrageira, acarretando menor rendimento forrageiro se comparado à semeadura de duas linhas dessa na entrelinha do milho (Tabela 2). De forma semelhante entre os tratamentos consorciados, a semeadura da forrageira na mesma linha do milho resultou em menor produção de biomassa, em decorrência de ela ser mais profunda em relação à isolada, o que promoveu a emergência mais tardia da forrageira, tornando com isso a competição mais desfavorável a esta, pois o sombreamento e a competição com as plantas já estabelecidas foram se tornando maiores (Tabela 2). Em semeaduras mais profundas, as plantas emergem tardiamente, se desenvolvem lentamente e dificilmente alcançam o nível de produção forrageiro daquelas que emergem mais cedo (Abreu, 1993). Quando a forrageira foi semeada a lanço, verificou-se também menor rendimento de forragem, em consequência do efeito da falta de contato das sementes com o solo (Tabela 2). A incorporação destas beneficia a germinação e a sobrevivência das plântulas, devido à proteção das sementes, à eficiência no aproveitamento da umidade e à facilidade de fixação das plântulas ao solo (Cruz Filho, 1988; Abreu, 1993).

Os teores de N, P e K na biomassa da parte aérea de *B. brizantha* apresentaram variação significativa em função dos tratamentos herbicidas e dos arranjos de semeadura. O teor de N na biomassa do monocultivo foi significativamente mais baixo comparado ao teor desse elemento na forragem proveniente do consórcio; entre as diferentes combinações de semeadura, a forrageira desenvolvida na mesma linha de semeadura do milho e a lanço apresentaram os maiores teores (Tabela 2). Os resultados concordam com as observações de Carvalho et al. (2002), de que o maior teor de N na biomassa de plantas cultivadas sob sombreamento possa ser atribuído a um efeito de concentração nas folhas, em virtude do menor rendimento forrageiro produzido nessa condição. Da mesma forma, Gloser (1993) comenta que plantas sombreadas e não-sombreadas nos primeiros estádios de crescimento vegetativo possuem aproximadamente a mesma concentração de N em seus tecidos. Entretanto, segundo o autor, com o desenvolvimento vegetativo o teor de N decresce rapidamente em plantas não-sombreadas, e o sombreamento, ao atrasar o desenvolvimento das plantas permite manter elevado o teor de N na biomassa por mais tempo. Independentemente da condição de cultivo de *B. brizantha*, os teores de N encontrados situaram-se abaixo dos estabelecidos por Malavolta et al. (1986) como adequados para espécies do gênero *Brachiaria*.

Comportamento análogo ao N foi observado para o P, que apresentou teor mais baixo no monocultivo em relação aos tratamentos consorciados (Tabela 2). Em trabalhos realizados por Carvalho et al. (1995) e Castro et al. (2001) com diversas forrageiras tropicais se desenvolvendo em ambiente sombreado, os autores constataram que *B. brizantha* apresentou maior teor de P na biomassa forrageira e que o teor mais elevado desse elemento provavelmente se deve à menor produção de biomassa pelas plantas sombreadas. Por outro lado, plantas crescendo sob radiação solar direta sem atraso no seu desenvolvimento vegetativo tendem a reduzir os níveis de P na biomassa, em decorrência da redistribuição desse elemento dentro da planta (Minson, 1990). Os teores encontrados desse elemento na forragem ficaram acima da faixa crítica, conforme Malavolta et al. (1986). Para o K, verificou-se relação linear entre o rendimento forrageiro das plantas nos diferentes arranjos de semeadura e o seu teor na biomassa (Tabela 2). Esse comportamento corrobora as observações de Carvalho et al. (1995), de que os maiores teores de K nas folhas de *B. brizantha* sombreada também se devem a seu menor rendimento forrageiro.

Entre os herbicidas, quando se utilizou atrazine em mistura com nicosulfuron foram obtidos maiores teores de N, P e K na biomassa de *B. brizantha*, em relação aos tratamentos que receberam somente atrazine (Tabela 2). Esse comportamento pode ser atribuído ao controle nulo do atrazine sobre as gramíneas infestantes que conviveram com a forrageira, o qual pode ter influenciado diretamente a utilização desses nutrientes pelas plantas. Já os teores de Ca, Mg e S não foram influenciados pelos tratamentos.

Resultados publicados por Magalhães (1997) demonstram que *B. brizantha* possui boa capacidade de ciclagem de nutrientes, acumulando em sua biomassa aproximadamente 109 kg ha⁻¹ de K, 62 kg ha⁻¹ de N e 12 kg ha⁻¹ de P, Ca e Mg para seis toneladas de matéria seca disponível produzida em solos de Cerrado. Considerando os teores médios obtidos na biomassa forrageira de todos os tratamentos, verificou-se que os nutrientes extraídos em maior quantidade e em ordem decrescente desde a semeadura até a colheita do milho foram potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre (Tabela 3). O acúmulo desses nutrientes não foi influenciado pelo uso de herbicidas, mas apenas pelos diferentes arranjos de semeadura da forrageira; em monocultivo, mais nutrientes foram extraídos em relação aos tratamentos consorciados (Tabela 3). Em consórcio, os resultados relativos ao acúmulo de nutrientes na forragem evidenciaram a superioridade do arranjo de duas linhas de *B. brizantha* na entrelinha do milho, em comparação com os demais sistemas de semeadura (Tabela 3).

Tabela 3. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S em *B. brizantha* em função dos tratamentos utilizados no consórcio desta com a cultura do milho. Viçosa, MG

Arranjos de semeadura	Macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
2 linhas na entrelinha do milho	28,93 b	17,23 b	39,26 b	8,21 b	6,45 b	1,91 b
A lança	5,62 c	3,22 c	9,79 c	1,41 c	1,01 c	0,41 c
Na linha de plantio do milho	9,34 c	4,81c	14,33 c	2,08 c	1,54 c	0,57 c
1 linha na entrelinha do milho	12,14 c	7,12 c	19,12 c	3,40 bc	2,61 c	0,81 bc
<i>B. brizantha</i> solteira	59,31 a	30,44 a	97,29 a	22,58 a	19,25 a	4,93 a

Herbicidas	Macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Atrazine	23,49 a	12,70 a	35,00 a	7,94 a	6,75 a	1,97 a
Atrazine + Nicosulfuron	22,65 a	12,43 a	36,92 a	7,13 a	5,59 a	1,49 a
CV (%)	15,34	16,98	15,73	16,67	16,41	18,34

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos com as características relacionadas à cultura do milho estão indicados na Tabela 4. Observou-se que o índice SPAD e o teor de N foram influenciados pelos diferentes arranjos de semeadura da forrageira com o milho e que essas características e os teores de P e K, bem como o rendimento de grãos e o peso destes, foram significativamente afetados pelo manejo com herbicidas. Foi observado, no arranjo de duas linhas da forrageira na entrelinha do milho – onde se obteve o maior rendimento forrageiro –, que o teor de clorofila total e o teor de N nas folhas de milho foram inferiores aos obtidos nos demais arranjos e no monocultivo do milho (Tabela 4). Segundo Argenta et al. (2002) e Rocha (2003), existe correlação positiva e significativa entre os valores obtidos com o medidor de clorofila e o teor de N nas folhas do milho, avaliados no florescimento com o rendimento de grãos. Dessa forma, mesmo não ocorrendo diferenças estatísticas entre os métodos de semeadura da forrageira no que se refere ao rendimento de grãos de milho, verificou-se relação direta entre essas variáveis, em decorrência do menor rendimento de grãos quando se utilizou a semeadura de duas linhas da forrageira na entrelinha da cultura (Tabela 4).

Tabela 4. Leitura correspondente ao teor de clorofila total (CL) e teores de N, P, K, Ca, Mg e S, produção de grãos (PG) e peso de mil sementes (PS) em função dos tratamentos utilizados no consórcio do milho com *Brachiaria brizantha*. Viçosa, MG

Arranjos de semeadura	CL	Macronutrientes (dag kg ⁻¹)						PG (t ha ⁻¹)	PS (g)
		N	P	K	Ca	Mg	S		
2 linhas na entrelinha do milho	52,74 b	2,49 b	0,34 a	1,90 a	0,35 a	0,32 a	0,11 a	5,03 a	267,92 a
A lanço	55,40 a	2,84 a	0,37 a	2,18 a	0,37 a	0,31 a	0,11 a	5,77 a	285,97 a
Na linha de plantio do milho	56,84 a	2,82 a	0,37 a	2,12 a	0,35 a	0,36 a	0,13 a	5,55 a	292,66 a
1 linha na entrelinha do milho	55,45 a	2,90 a	0,38 a	2,05 a	0,36 a	0,35 a	0,13 a	5,57 a	279,84 a
Milho solteiro	55,88 a	2,83 a	0,40 a	2,23 a	0,39 a	0,35 a	0,13 a	5,91 a	286,88 a
Herbicidas	CL	Macronutrientes (dag kg ⁻¹)						PG (t ha ⁻¹)	PS (g)
		N	P	K	Ca	Mg	S		
Atrazine	54,51 b	2,65 b	0,36 b	1,97 b	0,36 a	0,33 a	0,12 a	5,27 b	271,57 b
Atrazine + Nicosulfuron	56,02 a	2,90 a	0,39 a	2,22 a	0,37 a	0,34 a	0,12 a	5,86 a	293,73 a
CV %	4,02	8,76	7,28	14,01	8,44	16,70	17,80	9,20	6,26

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparados aos valores de N estabelecidos por Malavolta et al. (1989) como adequados para a cultura (2,75 a 3,25 dag kg⁻¹ de N), os teores encontrados nos tratamentos em que se utilizou atrazine e no arranjo de semeadura de duas linhas na entrelinha do milho se situaram abaixo da faixa considerada adequada. Entre os demais nutrientes, independentemente dos tratamentos, os teores de P, K, Ca e Mg se encontraram na faixa adequada e S ficou abaixo. Melhor estado nutricional da cultura, maior rendimento de grãos e peso de mil sementes foram alcançados com a utilização da mistura de nicosulfuron com atrazine. Nesse manejo se obteve redução na biomassa das principais espécies daninhas encontradas, especialmente *B. plantaginea*; ao mesmo tempo, a injúria promovida pelo nicosulfuron em *B. brizantha* contribuiu para minimizar a competição existente durante o período crítico de prevenção de interferência do milho (Tabela 4). *B. plantaginea* constitui importante planta daninha da cultura do milho da região Centro-Sul do Brasil, e a sua presença no início do período crítico de competição do milho pode resultar em perdas significativas no rendimento de grãos da cultura, caso seu manejo seja realizado de forma inadequada

(Vidal et al., 2004). Conseqüentemente, em consórcio, a presença de altas infestações desta espécie pode comprometer a integridade desse sistema.

De acordo com Sanches & Salinas (1981), a associação entre espécies cultivadas é específica e depende das condições edafoclimáticas de cada local, devendo ser comprovada em cada agrossistema. Em ensaios realizados no Estado de Goiás, envolvendo o consórcio entre milho e *B. brizantha*, Cobucci (2001) não constatou interferência negativa da forrageira manejada com nicosulfuron nas doses de 0, 8, 12 e 20 g ha⁻¹ em mistura com 1.000 g ha⁻¹ de atrazine sobre o rendimento de grãos da cultura. Ao contrário, em trabalhos realizados em Minas Gerais, Cruz Filho (1988) constatou diferenças na produção de milho consorciado com forrageiras e que os resultados variaram em função da espécie forrageira associada à cultura, das condições locais e do método de semeadura da forrageira.

Nesta pesquisa foi observado que, independentemente de como a forrageira foi estabelecida junto à cultura, o uso dos herbicidas nicosulfuron em mistura com atrazine foi necessário para atingir o controle satisfatório sobre a maioria das plantas daninhas presentes nesse agrossistema e permitir com esse manejo o rendimento de grãos de milho compatível com a produção de forragem. Por outro lado, ao utilizar duas linhas da semeadura de *B. brizantha* em associação com o milho, foi obtida maior ocupação do solo pelas espécies cultivadas, maior produção de forragem e, conseqüentemente, maior quantidade de nutrientes incorporada a essa biomassa, sem afetar significativamente a produção da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função da adubação nitrogenada e estádios de desenvolvimento. **B. Industr Anim.**, v. 56, n. 2, p. 137-146, 1999.

ABREU, J. G. **Influência da profundidade de semeadura e da pressão de compactação no solo sobre a emergência de *Brachiaria brizantha* Stapf Cv.Marandu.** 1993. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros da planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 37, n. 4. p. 519-527, 2002.

BASTIANI, M. L. R. **Atividade dos herbicidas nicosulfuron e atrazine, em condições de casa de vegetação e de campo.** 1997. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

- BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Ceres**, v. 21, p. 73-85, 1974.
- CARVALHO, M.M. et al. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth). **Pasturas Tropicales**. v. 17., n. 1, 24-30, 1995.
- CARVALHO, M. M. et al. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 37, n. 5., p. 717-722, 2002.
- CASTRO, C. R. T. et al. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, suplemento 6, p. 1959-1968, 2001.
- CASTRO, C. R. T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n.5, p. 919-927, 1999.
- COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.
- CRUZ FILHO, A. B. et al. Comparação entre métodos de *Brachiaria decumbens* em pastagens de capim-gordura em áreas montanhosas. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 15, n. 4, p. 297-306, 1986.
- CRUZ FILHO, A. B. Práticas agronômicas para o estabelecimento de pastagens. In: **Manejo de pastagens**. Pindamonhangaba: DIRA, 1988. p. 10-25.
- DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.
- DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.
- DIAS FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Sci.Agric.**, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba, RS, 2000. 360 p.
- GALLAHER, K. et al. Absortion, tyranslocation and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. **Weed Sci.**, v. 47, p. 8-12, 1999.
- GLOSER, J. Growth rate and total nonstructural sacharides content in *Alopecurus pratensis* L. **Biologia plantarum, the Hague**, v.35, n. 1, p. 37-42, 1993.

JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.). **Soil chemical analysis**. New Jersey, 1958. p. 183-204.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão, Goiânia: EMBRAPA-CNAPF, 1991. 20 p. (EMBRAPA-CNAPF, Documentos, 33).

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 5.ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2000.

MAGALHÃES, R. T. **Evolução das propriedades físicas e químicas de solos submetidos ao manejo pelo Sistema Barreirão**. 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E. et al. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H. B. (Ed.) **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.31-91.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press. 1990. 483 p.

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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SANCHES, P. A.; SALINAS, J. G. Low input technology for managing Oxisols in Tropical América. **Adv. Agron.**, v. 34, p. 279-406, 1981.

SHIM, S. I. et al. Response of leaf acetolactate synthase from different leaf positions and seedlings age to sulfonyleureia herbicide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 75, p. 39-46, 2003.

SOUZA NETO, J. M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante**. 1993. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1993.

VIDAL, R. A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.

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

*EFFECTS OF HERBICIDES ON INTERCROPS OF CORN AND *Brachiaria brizantha**

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* e verificar 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, arranjados em blocos ao acaso, com três repetições. Avaliou-se 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 e iodosulfuron methyl sodium + atrazine, foramsulfuron e 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 estatística dos tratamentos apenas em relação à testemunha sem capina. Foramsulfuron e iodosulfuron methyl sodium + espalhante mostraram-se tóxicos 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 à 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

Objective of this study was to evaluate the efficiency of herbicides applied in post emergence on weeds and corn - *Brachiaria brizantha* intercrops. The treatments were applications of atrazine (1.500 g ha^{-1}), foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine ($15+1+1.500$ and $30+2+1.500 \text{ g ha}^{-1}$) foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium ($45+3 \text{ g g ha}^{-1}$), nicosulfuron + atrazine ($2+1.500$; $4+1.500$; $8+1.500$; $12+1.500 \text{ g ha}^{-1}$), besides the weeded corn and intercrops without weeding, arranged in randomized blocks with three replications. The control percentage of *Digitaria horizontalis* and *Ipomoea* spp was evaluated, the degree of toxicity for the maize crop, the soil plant cover, the nutritional state, and the maize and forage yields. It was verified that the herbicides foramsulfuron and iodosulfuron methyl sodium + atrazine, foramsulfuron and iodosulfuron methyl sodium + espalhante, and nicosulfuron + atrazine in the two larger doses provided a similar control percentage (above 70%) to 28 days after applications (DAA) of herbicides for *D. horizontalis*. For *Ipomoea* spp. there was only a significant difference of the treatments in relation to the control without weeding. Foramsulfuron and iodosulfuron methyl sodium + espalhante proved toxic for corn up to 28 DAA, while only atrazine was not harmful for *B. brizantha*. Readings corresponding to total chlorophyll, N, and K contents and to the corn yield were inferior in the witness without weeding and the treatment with atrazine. The others were not influenced by the use of the herbicides. On the other hand, *B. brizantha* was more productive in the treatments where atrazine was applied and in the control without weeding, presenting a reduced development under the highest sulfonylurea doses in the coexistence period with the corn, after the harvest, and after the pasture period.

Keywords: 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

(Agrianual, 2002). No entanto, um dos fatores que comprometem seu rendimento e a qualidade da produção 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 com a cultura, bem como do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas reinantes durante o período de competição (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). Entre estas, o controle químico tem se destacado, pela eficiência no controle das plantas daninhas, rapidez na operação e redução 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 utilizadas 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).

Por outro lado, 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). Shim et al. (2003) comentam que esta enzima atua sobre a condensação de duas moléculas de piruvato, para formar 2-acetolactato na primeira reação da síntese de valina e leucina, e sobre a condensação de piruvato e 2-cetobutirato, para produzir 2-aceto-2-hidroxi-butirato na segunda reação da biossíntese de isoleucina. 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

monoxigenase, em reações de hidroxilação e glicosilação (Brow, 1990; Fonne-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*, conhecida como capim-marandu, 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. Todavia, plântulas de espécies do gênero *Brachiaria* são consideradas suscetíveis em aplicações iniciais de herbicidas do grupo químico das sulfonilurêias 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 cmolc 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 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.

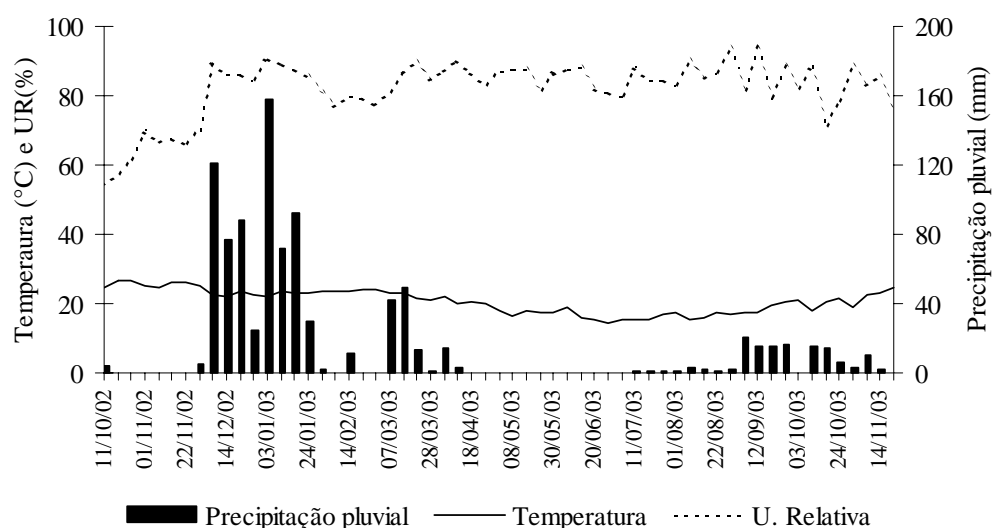


Figura 1. Médias semanais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa observadas na área experimental durante a condução do experimento. Viçosa, MG.

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 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 $28 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 de *Digitaria horizontalis*. *B. brizantha*, por ser uma espécie sensível a 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, 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 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingir massa constante e posteriormente moídas. Parte desse material foi submetida à 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; por ocasião da colheita determinaram-se o estande, a porcentagem de plantas de milho “enroladas” com *Ipomoea* spp. em relação ao estande 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, de 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 $(x/100)^{0,5}$ 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 e iodossulfuron 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 (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 30 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.

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

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Toxicidade (%)			Cobertura vegetal (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	7 DAA	14 DAA	28 DAA
Atrazine	1500	0 e	0 d	0 c	25,0 b	40,0 b	70,0 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1500	11,7 c	6,7 c	0 c	4,7 c	2,0 c	4,3 d
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1500	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 + 1500	3,3 e	0 d	0 c	6,7 c	10,0 c	23,3 c
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1500	6,7 d	0 d	0 c	7,3 c	5,3 c	15,0 c
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1500	9,0 d	0 d	0 c	4,0 c	1,3 c	3,7 d
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1500	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®.

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

Quanto ao efeito dos herbicidas aos 7 DAA sobre *Brachiaria brizantha*, verificou-se que os sintomas foram mais intensos nas maiores doses do foramsulfuron e iodossulfuron methyl sodium + espalhante e destas sulfoniluréias (foramsulfuron e iodossulfuron) 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 primissulfuron 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 + iodossulfuron 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 + iodossulfuron methyl sodium + atrazine e 2 e 4+1.500 g ha⁻¹ de nicosulfuron + atrazine, verificou-se determinada 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 + iodossulfuron, 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%, o que praticamente inviabiliza a colheita mecânica. Segundo Deuber & Duarte (1997) e Marcondes et al. (1997), o atrazine aplicado em pós-emergência proporciona excelente controle destas 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.

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

Tratamentos	Doses (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	0 e	0 e	6,7 f	0 c	0 e	12,0 b
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1500	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 + 1500	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 + 1500	65,0 d	26,7 d	20,0 g	43,3 e	50,0 b	30,0 d	28,7 b
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1500	73,3 c	56,7 c	43,3 f	71,6 d	56,7 b	50,0 c	21,3 b
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1500	80,0 c	80,0 b	73,3 d	83,3 c	63,3 b	80,0 a	17,6 b
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1500	78,3 c	90,0 a	91,7 b	81,7 c	81,7 a	83,3 a	11,1 b
Testemunha capinada	---	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,0 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®.

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

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 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 as diferenças foram mais acentuadas aos 14 e aos 28 DAA, época referente ao final do período crítico de interferência (Silva et al., 2002).

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

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	SPAD	Macronutrientes (dag kg ⁻¹)				
			N	P	K	Ca	Mg
Atrazine	1500	54,97 b	2,90 b	0,36 a	1,76 b	0,33 a	0,31 a
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	15 + 1 + 1500	57,43 a	3,12 a	0,39 a	2,10 a	0,40 a	0,40 a
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl sodium + atrazine	30 + 2 + 1500	57,43 a	3,13 a	0,39 a	1,98 a	0,38 a	0,37 a
Foramsulfuron + iodosulfuron 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 + 1500	59,00 a	3,13 a	0,39 a	2,02 a	0,38 a	0,41 a
Nicosulfuron + atrazine	4 + 1500	57,70 a	3,19 a	0,41 a	2,11 a	0,39 a	0,43 a
Nicosulfuron + atrazine	8 + 1500	57,57 a	3,12 a	0,38 a	2,08 a	0,32 a	0,37 a
Nicosulfuron + atrazine	12 + 1500	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 + iodosulfuron adicionou-se 1 L ha⁻¹ do espalhante Hoefix®.

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

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 pastejo (DAP), nos tratamentos de controle de plantas daninhas do milho cultivado em consórcio com *B. brizantha*. Viçosa, MG

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Milho (kg ha ⁻¹)	Biomassa de <i>B. brizantha</i> (kg ha ⁻¹)		
			Colheita	50 DAC	40 DAP
Atrazine	1.500	5.319,04 b	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®.

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

Segundo Rocha et al. (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).

Tabela 5. Correlações lineares entre as variáveis fitotoxicidade do 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

Variáveis	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.

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, milho e sorgo, verificaram que a braquiária sofreu forte competição das culturas, de modo 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 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 e iodossulfuron 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; porém, 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 e

iodosulfuron methyl sodium + espalhante prolongaram a taxa de recuperação da forrageira após o pastejo.

Em síntese, foi necessário o uso de subdoses das sulfoniluréias 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **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.

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. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 37. n. 1, p. 165-173, 1990.

FRANCO, G. Equip Plus (Foramsulfuron + iodosulfuron) – novo conceito em herbicidas sulfoniluréias na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado, RS. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 659.

GALLAHER, K. et al. Absortion, tyranslocation 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-SP: Instituto Plantarum, 2000.

- 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 CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu, MG. **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. Agrop. 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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina, PR: Edição dos autores, 1998. 648 p.
- SHIM, S. I.; LEE. et al. Response of leaf acetolactate synthase from different leaf positions and seedlings age to sulfonylureia herbicide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 75, p. 39-46, 2003.
- 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. **Boletim Informativo SBCPD**, v. 8, n. 2, p. 27-32, 2002.

EFEITOS DO NITROGÊNIO SOBRE O MILHO CULTIVADO EM CONSÓRCIO COM *Brachiaria brizantha*

EFFECTS OF NITROGEN ON INTERCROPS OF CORN AND Brachiaria brizantha

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de doses de nitrogênio (N), aplicadas em cobertura do solo, sobre o estado nutricional e a produtividade de milho, bem como a biomassa e a composição mineral de *Brachiaria brizantha*, cultivados em consórcio. Foram avaliadas cinco doses de N (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), aplicadas em cobertura no consórcio, mais uma testemunha correspondente ao monocultivo do milho, com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N. Aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho foi feita a aplicação dos herbicidas nicosulfuron e atrazine, visando minimizar a competição entre as espécies consorciadas, e aos 25 DAE realizou-se a adubação em cobertura. No milho, foram avaliados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e clorofila total, além do rendimento e peso de mil grãos. A biomassa e a composição mineral de *B. brizantha* foram avaliadas por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) deste e 40 dias após o pastejo (DAP) da forrageira. Verificou-se aumento nos teores de clorofila total, N orgânico foliar, produção e peso de mil grãos de milho à medida que se elevaram as doses de N. Quando se aplicou a dose de 120 kg ha⁻¹ de N no monocultivo e no consórcio, não se observou diferença entre essas características. O aumento das doses de N resultou em maior produção de forragem e de concentração de N orgânico na parte aérea de *B. brizantha*.

Palavras-chave: competição, pastagem, composição mineral.

ABSTRACT

Objective of this work was to evaluate the effects of nitrogen (N) doses applied in sidedressing on the nutrients contents and corn yield, as well as the biomass and

mineral composition of intercropped *Brachiaria brizantha*. Five doses of N (0, 60, 120, 180, and 240 kg ha⁻¹) were evaluated, applied in topdressing to the consortium, besides a control of a corn sole crop fertilized with 120 kg ha⁻¹ of N. Twenty days after the emergence (DAE) of the corn, the herbicides (nicosulfuron and atrazine) were applied in order to minimize the competition between the intercropped species, and fertilization occurred 25 DAE in topdressing. The N, P, K, Ca, Mg and chlorophyll contents were assessed for maize, besides the yield and weight of one thousand kernels. The biomass and the mineral composition of *B. brizantha* were appraised at the maize harvest, 50 days after the harvest (DAC), and 40 days after the graze period (DAP) of *B. brizantha*. An increase in the chlorophyll and organic N contents, and in the yield and weight of a thousand corn kernels was verified according to the increase of N doses. When the dose of 120 kg ha⁻¹ of N was applied in the sole crop and intercrop, no difference was observed among these characteristics. The increase of the N doses engendered a larger forage production and organic N content in the *B. brizantha* shoots.

Key words: competition, pasture, mineral composition.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do milho. Sua importância é conhecida pelas funções exercidas no metabolismo das plantas, participando como constituinte de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, citocromos, moléculas de clorofila, etc., além de ser considerado um dos fatores mais relevantes para o aumento da produção (Bull, 1993; Marchner, 1995).

Esse nutriente influencia a taxa de emergência e de expansão foliar, a duração da área foliar e, por conseguinte, atua na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, bem como no uso eficiente desta e nos seus efeitos sobre a taxa fotossintética e produção de biomassa seca (Sinclair & Horie, 1989; Uhart & Andrade, 1995). Conseqüentemente, folhas bem nutridas de nitrogênio têm capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de biomassa seca e maior rendimento de grãos. Por esses motivos, sua deficiência causa sérios distúrbios em plantas de milho, culminando com a formação de espigas de

tamanho reduzido, com grãos malformados, e redução no teor de amido e proteínas (Ferreira, 1997).

Devido à alta exigência de nitrogênio, o milho é uma cultura que responde à aplicação da adubação nitrogenada com incremento em várias características que influenciam a produção final (Da Ros et al., 2003). Entretanto, as respostas encontradas estão relacionadas às características inerentes aos cultivares utilizados, às condições de uso do solo e climáticas e ao manejo da cultura, do suprimento de nitrogênio do solo e de doses aplicadas (Muchow & Sinclair, 1995). A magnitude das respostas a este elemento nas condições brasileiras tem sido variável; a maioria das pesquisas indica respostas significativas a doses de 30 a 90 kg ha⁻¹, em parte devido aos níveis de produtividade relativamente baixos, porém são encontradas respostas em até 200 kg ha⁻¹ (Mello et al., 1988; Coelho & França, 1995).

Assim como no milho, o nitrogênio é o principal macronutriente limitante da produtividade das pastagens, principalmente aquelas formadas por espécies do gênero *Brachiaria*. A adubação nitrogenada, mediante o fornecimento de nitrogênio prontamente disponível às plantas, tem revelado significativa influência sobre diversos parâmetros quantitativos e qualitativos inerentes ao manejo das pastagens (Ruggieri et al., 1995). De acordo com Cecato et al. (2000), o nitrogênio atua como indutor dos processos metabólicos, que resultam em efeitos marcantes na produção de biomassa seca e energia para as plantas. Vários trabalhos têm reportado aumento de produtividade de espécies de braquiária com a utilização da adubação nitrogenada, dentre os quais se destacam os realizados para *Brachiaria decumbens* (Alvim et al., 1990; Andrade et al., 1997; Ferragine & Monteiro, 1999), *B. humidicola* (Alvim et al., 1990; Costa et al., 2001), *B. ruziziensis* (Alvim et al., 1990; Andrade et al., 1996) e *B. brizantha* (Abreu & Monteiro, 1999; Cecato et al., 2000; Alexandrino, 2000).

A espécie *Brachiaria brizantha*, conhecida como capim-marandu, é considerada excelente forrageira tropical; em razão de suas características agronômicas e seus índices zootécnicos adquiridos, ocupa extensas áreas de cultivo no Brasil. Atualmente, tem sido recomendada para o 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. No entanto, em cultivos consorciados, seu estabelecimento com uma cultura anual ocorre sob condições de competição entre a cultura e a forrageira, principalmente em plantio simultâneo.

No milho, a competição por nutrientes é influenciada pelo tipo e pela disponibilidade do nutriente, pelo índice de precipitação pluvial e pelo uso eficiente dos nutrientes pelas plantas. No caso do nitrogênio, a presença do competidor durante o crescimento e desenvolvimento do milho pode alterar a disponibilidade deste no solo e a distribuição na planta (Rajcan & Swanton, 2001). A sua baixa disponibilidade no solo pode resultar no aumento dos sintomas de deficiência na cultura, caracterizada pelo surgimento de clorose e aumento da senescência foliar. Assim, segundo Tollenaar et al. (1994), sob alta competição ocorre diminuição da concentração de clorofila nas folhas, conduzindo a redução na taxa fotossintética, no acúmulo de biomassa e na produção de grãos. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos do N aplicado em cobertura no solo sobre o estado nutricional e a produção de milho e *B. brizantha*, cultivados em consórcio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de novembro de 2002 a outubro de 2003, no campo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado há seis anos no sistema de plantio direto com a cultura do milho. Anteriormente à instalação do experimento, fez-se a dessecação química da vegetação com os herbicidas glyphosate + 2,4-D ($1,44 \text{ kg ha}^{-1} + 0,335 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente) e a coleta do solo à profundidade de 0 a 0,20 m, cuja análise química constou de pH em água = 5,6; CTC (T) = 8,17; H + Al = 4,21; soma de bases = 3,96; Ca = 2,8 e Mg = 1,1 cmolc dm^{-3} ; P = 66,6 mg dm^{-3} ; K = 123 mg dm^{-3} ; e 1,49 dag kg^{-1} de matéria orgânica. Os índices pluviométricos e as temperaturas médias ocorridas no período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

O milho cultivado foi o híbrido precoce AGN 2003, semeado em 11 de novembro de 2002 no espaçamento de 0,9 m entre fileiras, com sete sementes por metro linear. A adubação básica consistiu de 300 kg ha^{-1} da formulação 8-28-16 (N-P-K). A *Brachiaria brizantha* cv. Vitória foi semeada com equipamento de tração animal após a semeadura do milho, sendo utilizados aproximadamente 3 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis no espaçamento de 0,45 m entre fileiras, correspondendo a duas destas na entrelinha do milho.

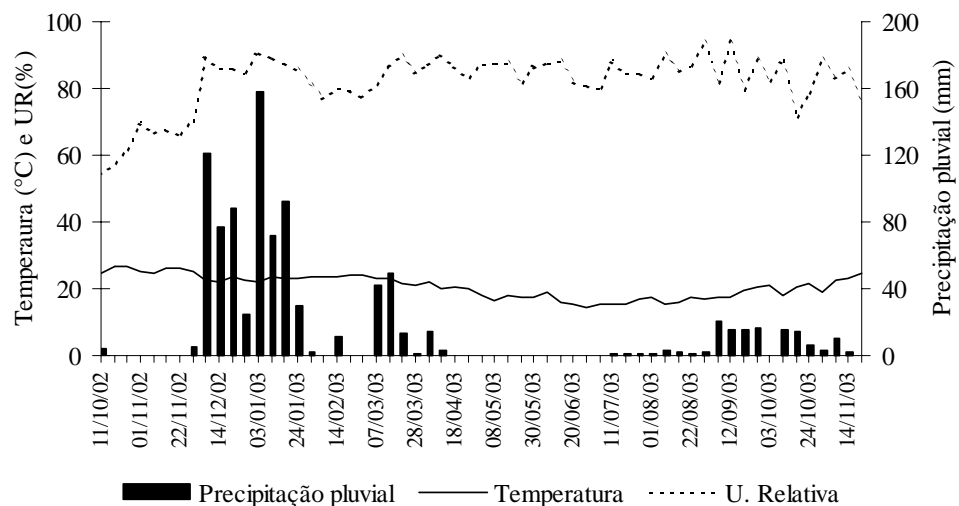


Figura 1. Médias semanais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa ocorridas durante a condução do experimento. Viçosa, MG.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco doses de N (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura, na forma de uréia, aos 25 DAE do milho (estádio de 5 a 6 folhas expandidas) nas parcelas onde conviviam o milho com a forrageira, mais a dose de 120 kg ha⁻¹ de N na testemunha composta pelo milho solteiro, totalizando 24 parcelas. Cada parcela era constituída de cinco fileiras de milho com 7 metros de comprimento e área útil de 16,66 m², formada pelas três fileiras centrais. A população de plantas daninhas após a semeadura do milho foi composta principalmente por *Digitaria horizontalis*, *Cenchrus echinatus* e por espécies do gênero *Ipomoea*. Para garantir o estabelecimento satisfatório das culturas, foi feita, aos 20 DAE, a aplicação de subdoses de nicosulfuron (8 g ha⁻¹) em mistura com atrazine (1.500 kg ha⁻¹).

No florescimento da cultura 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, em dois pontos situados na parte central da folha e a dois centímetros da margem, em dez plantas por parcela. As folhas em que foram realizadas as leituras foram coletadas, secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até atingir massa constante e, posteriormente, moídas. Parte desse material foi submetida à digestão sulfúrica, e o teor de N orgânico foi dosado com reagente de Nessler (Jackson, 1958). Outra parte do material foi submetida à digestão nítrico-perclórica, sendo

posteriormente determinados os teores de K, por fotometria de chama; Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e P em espectrofotômetro, pelo método da vitamina C modificado (Braga & Deffelipo, 1974).

O milho foi colhido mecanicamente em 22 de março de 2003 e, por ocasião da colheita, foram determinados o estande, o rendimento de grãos e o peso de mil grãos corrigido para 13% de umidade. Após a colheita até os 70 DAC, a área foi isolada e, posteriormente, submetida a pastejo contínuo, com 2,0 unidades animal (UA) ha⁻¹ até o início de setembro de 2003. Após a retirada dos animais, a área permaneceu em pousio por 40 dias, até a dessecação química da braquiária, para posterior plantio direto da cultura do milho. A avaliação da biomassa de *B. brizantha* foi realizada durante a colheita mecânica do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP), coletando-se aleatoriamente uma amostra de 1 m² em cada parcela. O material coletado foi levado ao laboratório e seco em estufa de ventilação forçada a 70 °C por 72 horas, para determinação da biomassa seca. Em seguida, foram retiradas amostras em torno de 20 g, que foram moídas para determinação das concentrações de macronutrientes na biomassa seca da forrageira, conforme metodologia utilizada para o milho.

Os resultados foram submetidos à análise de variância; no caso do teste F significativo, realizou-se a análise de regressão linear em função das doses de N aplicadas em cobertura. Para a escolha dos modelos de regressão, os critérios utilizados foram a significância de até 5% dos coeficientes pelo teste de t, a simplicidade do modelo e o coeficiente de determinação. Fez-se a análise de correlação simples entre as variáveis dependentes, adotando 5 (*) e 1% (***) de significância pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, no milho, diferença significativa entre os tratamentos para índice SPAD, teor de N orgânico no florescimento, rendimento de grãos e peso de mil grãos, os quais foram influenciados pelo aumento nas doses de N aplicadas em cobertura (Figuras 2 a 5). Nos tratamentos consorciados, a adição de cada unidade de N em cobertura incrementou em 0,0298; 0,005222; 10,4738; e 0,1666 as unidades SPAD, o teor de nitrogênio orgânico, o rendimento de grãos e o peso de mil grãos de milho, respectivamente (Figuras 2 a 5). Observou-se também que as correlações dos teores de N orgânico com o índice SPAD ($r = 0,97^*$), a produção de grãos ($r = 0,95^{**}$) e o peso

de mil grãos (0,94**) – e entre o índice SPAD e a produção ($r = 0,89^*$) e o peso de mil grãos (0,97**) – foram positivas e significativas, indicando os efeitos das doses de N da adubação em cobertura em magnitudes semelhantes, tanto sobre a produção de grãos quanto sobre os teores de N e da tonalidade de cor verde das folhas, medida pelo clorofilômetro.

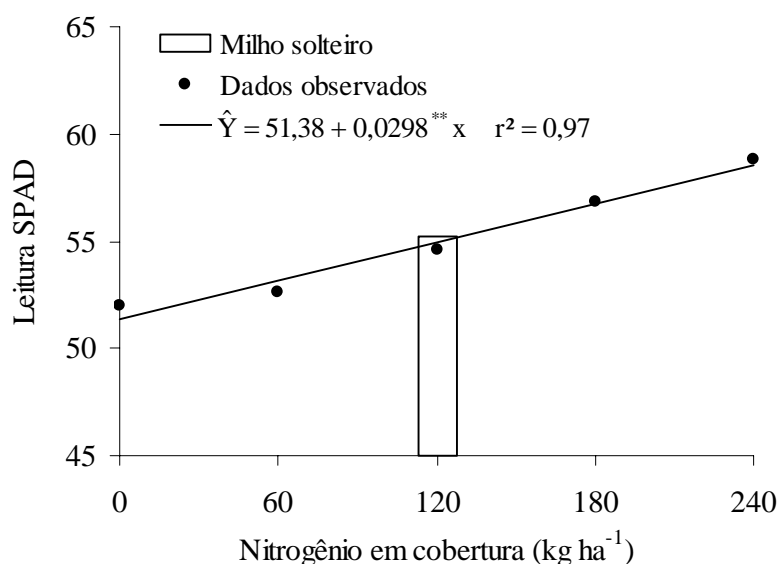


Figura 2. Leitura correspondente ao teor de clorofila nas folhas de milho no florescimento, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, MG.

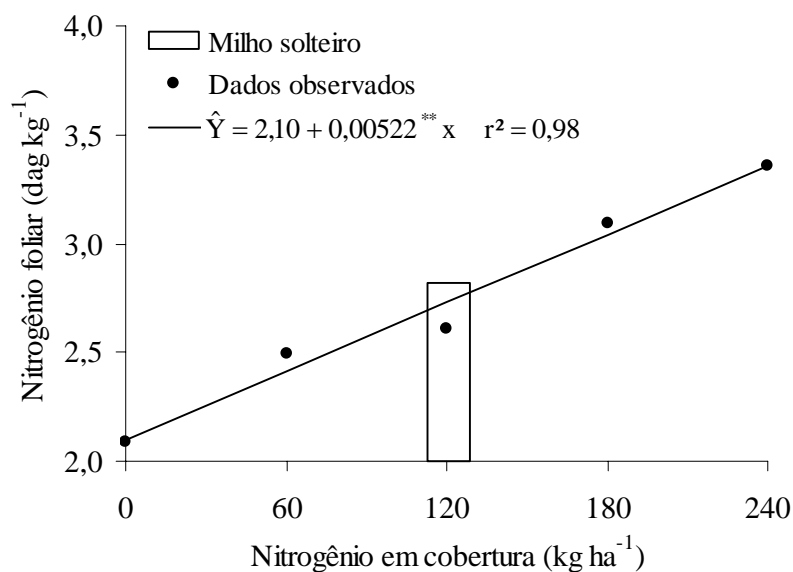


Figura 3. Teor de nitrogênio foliar no florescimento da cultura, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, MG.

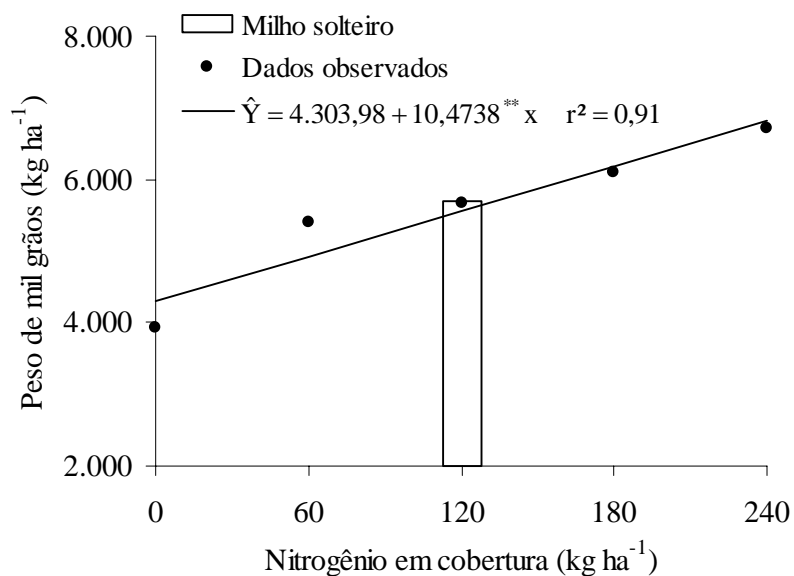


Figura 4. Rendimento de grãos em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, MG.

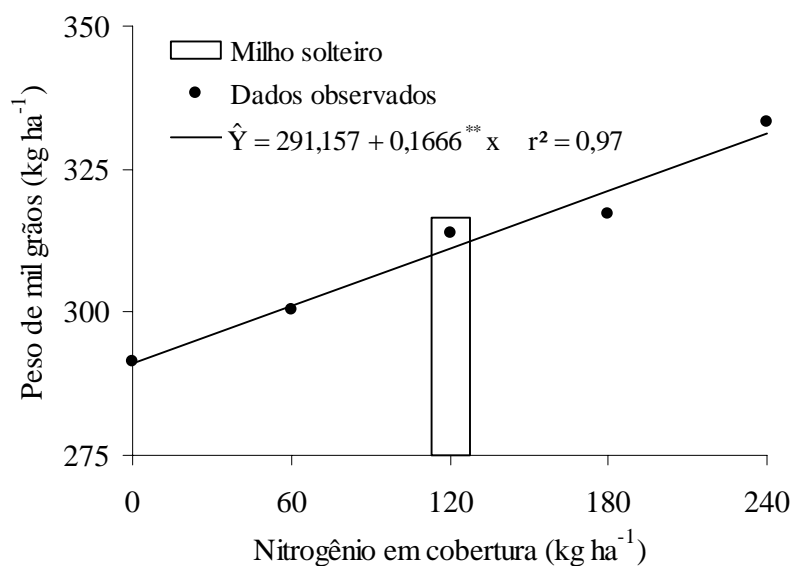


Figura 5. Peso de mil grãos de milho em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, MG

Esses resultados estão de acordo com os observados por Recieri (1998) e Rocha, (2003), que verificaram correlações positivas e significativas entre os valores obtidos com o medidor de clorofila e o teor de N nas folhas durante o ciclo da cultura do milho e o rendimento de grãos. No entanto, segundo Argenta et al. (2002), o teor de N

foliar na planta é influenciado pelo consumo de luxo e sua determinação demanda tempo relativamente longo entre coleta, processamento e análise laboratorial; assim, nesta pesquisa, os seus valores, juntamente com a leitura SPAD, são utilizados apenas como parâmetros indicativos do estado nutricional das plantas.

Observando os resultados correspondentes às leituras do clorofilômetro e ao teor de N orgânico obtido no florescimento feminino do milho, referentes à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura, tanto no consórcio quanto no milho solteiro verifica-se que não houve interferência negativa de *B. brizantha* sobre o milho (Figuras 2 e 3). Esse comportamento foi atribuído ao manejo realizado com os herbicidas, pois o efeito tóxico provocado pelo nicosulfuron sobre a sobrevivência de espécies de *Brachiaria* é vasto na literatura (Anderson et al., 1998; Zagonel, 2002). Assim, a aplicação de subdoses deste herbicida contribuiu para minimizar a competição entre a forrageira e o milho durante o período crítico de prevenção da interferência do milho.

Os teores de N foliar nos tratamentos consorciados foram mais baixos para as doses menores de 120 kg ha⁻¹ de N aplicadas em cobertura, se comparados com os valores estabelecidos por Malavolta et al. (1989), de 2,75 a 3,25 dag kg⁻¹ na época de emissão do estigma. No entanto, no florescimento da cultura, Fageria et al. (1991) consideraram adequados os teores de N maiores que 3,2 dag kg⁻¹, e Jones Júnior et al. (1991), os de 2,7 a 4,0 dag kg⁻¹; as variações encontradas nesses valores podem ser atribuídas às diferenças de material genético e de fertilidade de solo e, principalmente, às mudanças nas condições climáticas.

Para os teores de P, K, Ca e Mg não houve efeito significativo em função dos tratamentos, sendo, dessa forma, apresentado o valor médio observado das doses de N aplicadas em cobertura para os tratamentos consorciados e para o milho solteiro (Tabela 1). O teor foliar de P foi superior em relação ao encontrado na faixa considerada adequada, segundo Malavolta et al. (1989), o que refletiu o suficiente suprimento dado pelo solo e pela adubação de base. Os teores de K, Ca e Mg atingiram a faixa adequada sugerida pelos mesmos autores, confirmando, assim, que o estado nutricional do milho em relação a estes nutrientes se encontrava na faixa ótima.

As maiores produtividades de grãos foram obtidas com a utilização das doses mais elevadas de N (Figura 4). Comportamento semelhante aos níveis de N orgânico e intensidade da cor verde medida com clorofilômetro foi observado em relação ao rendimento de grãos dos tratamentos consorciado e solteiro para a dose fixa de 120 kg ha⁻¹ de N aplicada em cobertura; nestes tratamentos, verificou-se que a

competição entre as espécies consorciadas não foi significativa durante o período de convivência e se refletiram em produções equivalentes de grãos (Figura 4). Essa equivalência é confirmada pelos resultados citados por Cobucci (2001), que, em trabalhos realizados no Estado de Goiás, constatou que a presença da forrageira não-tratada e tratada com 8 g ha⁻¹ de nicosulfuron não afetou a produção de milho, comparado com o sistema solteiro.

Tabela 1. Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio do milho durante o florescimento, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, MG

Macronutrientes	Consórcio *	Milho solteiro **
Fósforo	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,440$	0,438
Potássio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,143$	2,212
Cálcio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,358$	0,361
Magnésio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,376$	0,361

* Valores referentes às médias dos tratamentos consorciados.

** Médias referentes ao milho solteiro.

O efeito linear positivo das doses de N sobre o rendimento de grãos (Figura 4) concorda com os resultados obtidos por Muzilli et al. (1983) e Melgar et al. (1991) e discorda daqueles encontrados por Ferreira (1997) e Andrade Jr. & Cardoso, (2000), que encontraram ajuste quadrático. Respostas lineares das plantas de milho à aplicação de N são atribuídas, entre outros fatores, ao uso de genótipos melhorados – que possuem alta eficiência de uso deste nutriente, não atingindo o ponto de inflexão superior da curva de dose-resposta – e também ao estoque de N do solo. No entanto, nesta pesquisa observou-se que os efeitos do N aplicado foram influenciados pela excessiva intensidade pluviométrica que atingiu a cultura após as aplicações das doses de N em época única em cobertura, até o florescimento do milho (Figura 1), refletindo-se na resposta das características avaliadas e correlacionadas, em virtude da perda de N pela lixiviação e, ou, escoamento superficial. De acordo com White (1987), a quantidade de N perdida por lixiviação se deve ao seu teor na solução do solo (principalmente na forma de nitrato) e à quantidade de água percolada. Esse fato explica a maior perda de

N verificada na maior dose aplicada, visto que a presença da forrageira não influenciou as características avaliadas na cultura do milho.

O peso de mil grãos aumentou linearmente com as doses crescentes de N, e a presença da forrageira também não interferiu nos resultados desta variável (Figura 5). O enchimento de grãos está diretamente relacionado à mobilização de açúcares e de N dos órgãos vegetativos para os grãos (Karlen et al., 1988). Desse modo, observou-se que o aumento do peso dos grãos em função das doses de N pode ter sido determinado pelas diferenças encontradas no período de seu enchimento. Após o florescimento, observou-se, no tratamento que não recebeu uréia em cobertura, sintoma típico de deficiência de N, caracterizada pelo amarelecimento das folhas inferiores. Todavia, nos tratamentos com as maiores doses aplicadas, as folhas estavam mais verdes, prolongando o período de translocação de açúcares e de N para os grãos.

A análise de variância da produção de biomassa seca da parte aérea de *B. brizantha* foi significativa ($p < 0,05$), e em todas as épocas avaliadas as respostas ao N se ajustaram a modelos lineares positivos (Figura 6). Na colheita do milho verificou-se, para cada quilo de N adicionado em cobertura no período de convivência entre as espécies consorciadas, que houve acréscimo de $6,16 \text{ kg ha}^{-1}$ de forragem produzida, o que demonstrou efeito significativo, mesmo sob sombreamento e competição, imposto pelo milho e pela injúria promovida pelas subdoses dos herbicidas. Estudos realizados por Castro et al. (1999) na avaliação do crescimento de espécies forrageiras sob luminosidade reduzida evidenciaram redução de 25% no acúmulo de biomassa seca de *B. brizantha* com sombreamento de 30 e 60% em relação à ausência deste. De forma semelhante, Portes et al. (2000), avaliando o crescimento desta espécie em monocultivo e associada à cultura do milho, observaram que a forrageira que se desenvolveu a pleno sol obteve $19,5 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa seca total aos 120 dias; já a que conviveu com o milho atingiu $2,54 \text{ t ha}^{-1}$, refletindo em perdas de rendimento devido ao sombreamento e à competição exercida por esta cultura.

O incremento significativo na produção de biomassa seca da parte aérea de forrageiras tropicais pelo fornecimento de N é amplamente relatado na literatura (Abreu & Moteiro, 1999; Cecato et al., 2000; Alexandrino, 2000), porém as respostas são variáveis de acordo com as condições climáticas, as doses do nutriente, o manejo adotado e a espécie forrageira em estudo (Pietrosemoli et al., 1996).

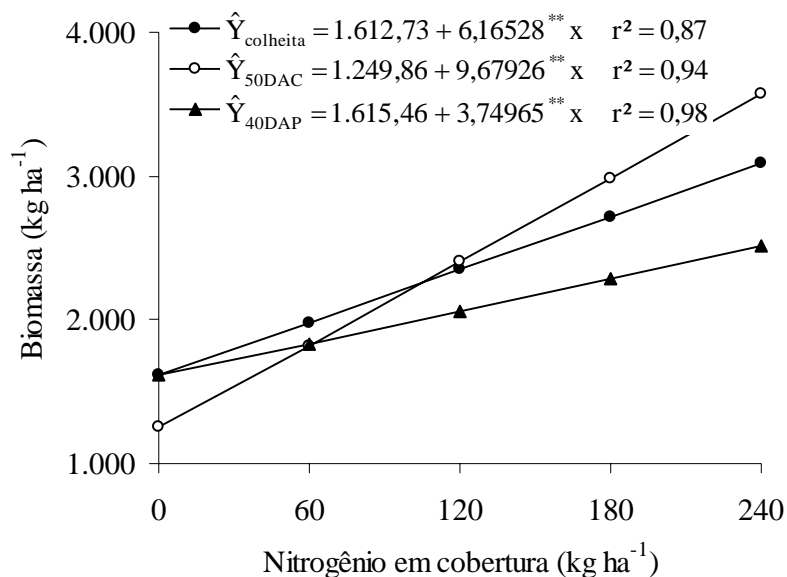


Figura 6. Biomassa seca de *B. brizantha* por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura do milho. Viçosa, MG.

No período posterior à colheita mecânica do milho, compreendido entre final de março e início de junho, em que a área experimental permaneceu vedada ao pastejo, verificou-se maior resposta de *B. brizantha* ao N remanescente da adubação em cobertura, quando comparado com seu período de convivência com o milho (Figura 6). O efeito de dose-resposta no período posterior à colheita do milho foi significativo e representou ganhos de biomassa seca de 9,68 kg ha⁻¹ de forragem para cada quilo de N utilizado. Todavia, ao comparar as retas de regressão do rendimento forrageiro referente às épocas de colheita do milho e aos 50 DAC, observou-se que as doses de N da adubação em cobertura acima de 103,26 kg ha⁻¹ proporcionaram melhor recuperação da braquiária após a colheita mecânica do milho. Vários fatores do manejo influenciam a capacidade de recuperação de forrageiras, dentre os quais destacam-se a luminosidade, a umidade e a disponibilidade de minerais, especialmente o N (Langer, 1979). Portanto, esperava-se maior rendimento forrageiro em virtude da eliminação da competição acarretada pelo milho; entretanto, este resultado pode estar associado à baixa intensidade pluviométrica que atingiu a área experimental no período pós-colheita do milho (Figura 1).

Após a retirada dos animais no início da estação chuvosa, a resposta da forrageira às doses de N usadas no consórcio foi moderada em relação às demais épocas

de avaliação, com incremento de 3,75 kg ha⁻¹ de forragem produzida para cada unidade de adubo utilizado, confirmando os resultados anteriores de aumento da forragem produzida à medida que se elevaram os níveis aplicados de N (Figura 5). Esses resultados encontram respaldo nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (1991) e Pietrosevoli et al. (1996), os quais observaram respostas positivas na produção de forragem de *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente, quando submetidas às doses de N de até 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Associado às doses de N, os ganhos de biomassa estão também relacionados à fertilidade natural do solo avaliado (Tabela 1) e à adubação residual de base utilizada no milho, principalmente em relação ao P, que interage positivamente com o N no estabelecimento e na produção de forrageiras, principalmente nas maiores doses (Cecato et al., 2000).

Quanto à concentração do N orgânico na parte aérea da forrageira, observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) nos períodos em que a braquiária conviveu com o milho e aos 50 DAC, não sendo verificada diferença estatística aos 40 DAP. Da mesma forma que ocorreu com a produção de forragem, as respostas significativas dos teores de N orgânico em função dos tratamentos se ajustaram a modelos lineares positivos (Figura 7), com significativo grau de associação com o rendimento forrageiro da parte aérea, conferido pelos coeficientes de correlação de 0,92*, 0,86* e 0,94* na colheita do milho, aos 50 DAC e 40 DAP, respectivamente.

No momento da colheita e aos 50 DAC, os teores de N orgânico na biomassa forrageira aumentaram em 2,25 e 1,16 10⁻² dag kg⁻¹, respectivamente para cada quilo de N utilizado, enquanto aos 40 DAP prevaleceu o valor de 1,343 dag kg⁻¹ de N orgânico das médias das doses utilizadas (Figura 6). No entanto, pequenas diferenças foram observadas na amplitude das respostas destes teores obtidos na colheita do milho e aos 50 DAC, e estas diferenças podem estar relacionadas às condições climáticas reinantes nesses períodos (Figura 1), visto que o ciclo do N no agroecossistema é aberto e que as respostas ao seu uso são dependentes dessas condições, principalmente da quantidade e intensidade das chuvas. Por outro lado, a semelhança estatística entre os tratamentos obtida aos 40 DAP pode estar associada à mineralização do N presente na matéria orgânica, ocorrida no início da estação chuvosa (Figura 7).

Os teores de P, K, Ca e Mg não foram influenciados pelos tratamentos em todas as épocas avaliadas e se encontraram nas faixas adequadas para a forrageira, conforme resultados de Malavolta et al. (1986) e Castro et al. (2001) (Tabela 2). Com

base nesses resultados, observou-se tendência de aumento do rendimento de ambas as espécies consorciadas e das características correlacionadas à sua produção, em virtude do manejo que foi empregado. Entretanto, vale ressaltar que o parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura durante a convivência de ambas as espécies, ou após a colheita do milho, bem como o pastejo logo após a colheita do milho (mesmo sob menor pressão de pastejo), podem contribuir com resultados promissores, uma vez que, segundo Ruggieri et al. (1995), o perfilhamento dessa forrageira é favorecido quando esta é cortada no período de crescimento de março a abril.

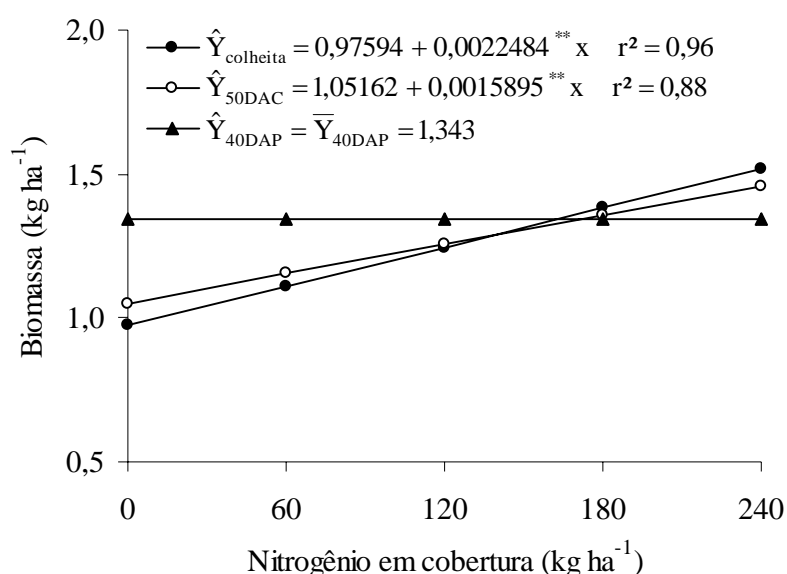


Figura 7. Teor de nitrogênio orgânico na parte aérea de *B.brizantha* por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura do milho, Viçosa, MG.

Tabela 2. Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio (dag kg⁻¹) na parte aérea de *B. brizantha* na colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) deste e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados. Viçosa, MG

Macronutrientes	Épocas de coleta de <i>B. brizantha</i>		
	Colheita do milho	50 DAC	40 DAP
Fósforo	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,333$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,442$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,275$
Potássio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,448$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,902$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,864$
Cálcio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,463$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,428$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,443$
Magnésio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,221$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,229$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,249$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função da adubação nitrogenada e estádios de desenvolvimento. **B. Industr Anim.**, v. 56, n. 2, p. 137-146, 1999.
- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas a cortes e doses de nitrogênio.** 2000. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, v. 12, n. 2, p. 2-6, 1990.
- ANDERSON, D. D. et al. Mechanism of primisulfuron resistance in sathercane (*Sorghum bicolor*) biotype. **Weed Sci.**, v. 46, n. 1, p. 158-162, 1998.
- ANDRADE JR., A. S.; CARDOSO, M. J. **Otimização da adubação nitrogenada em milho sob irrigação.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., Uberlândia, 2000. (cd-rom).
- ANDRADE, J. B. et al. Efeitos das adubações nitrogenadas na produção e composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 31, n. 9, p. 617-620, 1996.
- ANDRADE, J. B. et al. Nitrogênio e potássio na produção e composição da forragem de *Brachiaria decumbens* Stapf. **ARS Veterinária**, v. 13, n. 3, p. 268-274, 1997.
- ARGENTA, G. et al. Parâmetros da planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.
- BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Ceres**, v. 21, p. 73-85, 1974.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade.** Informações Agronômicas. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.
- CARVALHO, M. M. et al. Resposta de uma espécie de braquiária a fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 15, p. 195-200, 1991.
- CARVALHO, M.M. et al. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 37, n. 5., p. 717-722, 2002.
- CASTRO, C. R. T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.
- CASTRO, C. R. T. et al. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, suplemento 6, p. 1959-1968, 2001.

CECATO, U. et al. Influencia da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandú (*Brachiaria brizantha* [Hochst] stapf. Cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 817-822, 2000.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.) **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Arquivo do Agrônomo**, n. 2, p. 1-9, 1995.

COSTA, M. N. X et al. Influência de épocas e doses de adubação nitrogenada na produção estacional do capim *Brachiaria humidicola*. **B. Industr Anim.**, v. 58, n. 2, p. 153-167, 2001.

DA ROS, C. O. et al. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003.

FAGERIA, N. K. et al. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1991. 476 p. (Books in soils, plants and environment, 18)

FERRAGINE, M. D. C; MONTEIR, F. A. Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim braquiária. **B. Industr Anim.**, v. 56, n. 1, p. 25-33, 1999.

FERREIRA, A. C. B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade dos grãos e concentração de nutrientes no milho**. 1997. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.) **Soil chemical analysis**. New Jersey, 1958, p. 183-204.

JONES, JR., J. B. et al. **Plant analysis handbook – a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Micro-Macro Publishing, Inc., Georgia, USA, 991, 213 p.

KARLEN, D. L. et al. Aerial partitioning of nutrients by corn. **Agron. J.**, v. 80, p. 232-242, 1988.

LANGER, R. H. **How grasses grow**. 2.ed. London: Longman, 1979. 34 p.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E. et al. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H. B. (Ed.) **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 31-91.

- MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press 1995. 889 p.
- MELGAR, R. J. et al. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para o milho em latossolo a Amazônia Central. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 15, n. 3, p. 289-296, 1991.
- MELLO, S. A. et al. Efeitos de doses e modos da aplicação de uréia na produção de milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 12, p. 269-274, 1988.
- MONTEIRO, F. A. et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf cv Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Sci. Agric.**, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- MUCHOW, R. C; SINCLAIR, T. R. Effect on nitrogen supply on maize yield: II. Field and model analysis. **Agron. J.**, v. 87, p. 642-648, 1995.
- MUZILLI, O. et al. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III – Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas a adubação nitrogenada. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 18, n. 1, p. 23-27, 1983.
- 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.
- PIETROSEMOLI, S. et al. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilizacion nitrogenada. **Revista de la Facultad de Agronomia**, v. 13, n. 5 p. 551-560, 1996.
- RAJCAN, I.; SWANTON, C. Understanding maize-weed competition: recourse competition, light quality and the whole plant. **Field Crop Res.**, v. 71, p. 139-150, 2001.
- RECIERI, H. O. **Produção e teores de nitrogênio no solo e no milho safrinha irrigado em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e de molibdênio**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998, 128 p.
- 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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- RUGGIERI, A. C. et al. Efeitos de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição da composição bromatológica e na digestibilidade “in vitro” da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv Marandu. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 24, n. 2, p. 222-232, 1995.
- SINCLAIR, T. R; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. **Crop Sci.**, v. 29, p. 90-98, 1989.
- TOLENAAR, M et al. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. **Agron. J.**, v. 86, p. 596-601, 1994.

UHART, A. S.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize: I – Effects on crop, growth, development, dry matter partitioning and kernel sets. **Crop Sci.**, v. 35. p. 1376-1383, 1995.

WHITE, R. E. Leaching. In: WILSON, J. R. (Ed.) **Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems**. Wallingford: CAB International, 1987. p. 193-211.

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

**MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO
CULTIVADO EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM
*Brachiaria brizantha***

*WEED MANAGEMENT AND YIELD OF COMMON BEAN CULTIVATED AFTER A
MAIZE – Brachiaria brizantha INTERCROP*

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a ocorrência de plantas daninhas, o estado nutricional e a produtividade do feijoeiro de inverno cultivado sobre palhada proveniente do consórcio do milho com *Brachiaria brizantha* cultivado no verão. Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas e dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas, os tratamentos foram constituídos de seis níveis de palhada remanescente do consórcio do milho com a braquiária (9,3; 8,4; 8,0; 7,0; 6,9; e 6,3 t ha⁻¹ de palha), mais as palhadas provenientes dos monocultivos do milho (4,1 t ha⁻¹) e da braquiária (12,7 t ha⁻¹) e uma testemunha, constituída pelo solo descoberto. Os tratamentos das subparcelas constaram da ausência e da aplicação dos herbicidas fomesafen + bentazon + fluazifop-p-butil em pós-emergência do feijoeiro. Foram avaliados a ocorrência das espécies daninhas, o estado nutricional, o estande e o rendimento de grãos do feijoeiro. As espécies daninhas *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Raphanus sativum* e *Sonchus oleraceus* tiveram sua população suprimida nos tratamentos com palha de braquiária oriunda do consórcio e do monocultivo, comparados com palha de milho e solo descoberto, equivalendo-se aos tratamentos com herbicidas. Observaram-se maiores níveis de P, N e K no feijoeiro desenvolvido sobre palha de braquiária, independentemente do uso dos herbicidas. A produtividade média dos tratamentos foi elevada, porém aquelas obtidas sobre palhada de braquiária consorciada com o milho superaram as demais.

Palavras-chave: palhada, plantio direto, herbicida.

ABSTRACT

Objective of this study was to evaluate the occurrence of weeds, the nutritional state, and the yield of common winter bean grown on straw from the intercrop of maize with *Brachiaria brizantha* cultivated in the summer. The treatments were set up in subdivided plots and arranged in complete randomized blocks with four replications. The treatments in the plots were represented by six levels of remainder straw from the maize – *B. brizantha* intercrop (9.3; 8.4; 8.0; 7.0; 6.9, and 6.3 t ha⁻¹ of straw), besides the straw from maize sole crop (4.1 t ha⁻¹) and of *B. brizantha* (12.7 t ha⁻¹), and a control, which consisted in bare soil. The treatments of the subplots consisted in the absence and the application of the herbicides fomesafen + bentazon + fluazifop-p-butyl applied in post-emergence to common bean. The occurrence of weed species, the nutritional state, stand, and grain yield of the common bean were evaluated. The populations of the weed species *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Raphanus sativum*, and *Sonchus oleraceus* were suppressed by the treatments with *B. brizantha* straw from the intercrop and the sole crop in comparison to maize straw and the bare soil, presenting equivalent results as obtained by the herbicide treatments. Highest P, N, and K levels were observed in the common bean grown on *B. brizantha* straw, independently of the use of herbicides. The mean yield of the treatments was high; however, yields obtained with straw of *B. brizantha* in intercrop with maize outstripped the others.

Key words: straw, no-tillage, herbicide.

INTRODUÇÃO

Plantas daninhas constituem um dos principais componentes bióticos do agrossistema do feijoeiro e interferem diretamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Além dos prejuízos diretos decorrentes da competição pelos fatores consumíveis e da liberação de substâncias alelopáticas – que resultam na redução do rendimento de grãos –, as espécies daninhas podem ser responsáveis pela hospedagem de pragas e doenças comuns ao feijoeiro, pela desuniformidade de

maturação dos grãos, pela dificuldade nas práticas de colheita, pela depreciação da qualidade do produto e, conseqüentemente, pelo aumento dos custos de produção (Andrade & Ramalho, 1995; Ferreira et al., 1998).

Na competição entre as plantas daninhas e o feijoeiro é fundamental a adoção de estratégias que minimizem a interferência negativa das plantas daninhas e que proporcionem ao mesmo tempo vantagem competitiva da cultura sobre elas. Entre as técnicas de manejo, o plantio direto, que consiste na semeadura sobre os resíduos vegetais da cultura anterior e de plantas daninhas dessecadas, pode influenciar diretamente as relações de competição. A cobertura do solo com palha, além de atuar como o principal fator de proteção do solo, também interfere na infestação de plantas daninhas nas culturas subseqüentes, por meio do impedimento físico à germinação, pela alteração nos padrões de luminosidade, umidade e temperatura do solo – variáveis que regulam a dormência e germinação das sementes – e pela produção de substâncias alelopáticas que podem inibir a germinação de plantas daninhas (Graziero & Souza, 1993; Rodrigues & Passini, 1995).

De acordo com Kluthcouski et al. (2000), a evolução do plantio direto em regiões tropicais depende de fontes eficientes de cobertura vegetal, capazes de cobrir plenamente a superfície do solo e de apresentar longevidade adequada. Nas regiões em que ocorrem rápida decomposição do material orgânico depositado sobre o solo, torna-se necessário o uso de resíduos de maior relação C/N, como os provenientes de gramíneas (Calegari et al., 1993). Dentre as gramíneas, a espécie *Brachiaria brizantha* tem atendido a esses objetivos, por causa da produção elevada de palha, que, quando adequadamente manejada, permanece por mais de seis meses sobre o solo (Cobucci, 2001). Em razão dessas características agrônômicas e dos bons índices zootécnicos, *Brachiaria brizantha* tem sido empregada no sistema integrado 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 cobertura morta no sistema de plantio direto. Dessa forma, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a ocorrência de plantas daninhas, o estado nutricional e a produtividade do feijoeiro de inverno cultivado sobre palha proveniente do consórcio entre o milho e *Brachiaria brizantha* cultivado no verão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no sistema de plantio direto, em um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, em Coimbra, MG, no período de julho a novembro de 2003. A análise química deste solo constou de pH em água de 5,7; H+Al, Ca e Mg de 3,7; 3,42; e 0,58 cmolc dm⁻³, respectivamente; P de 67 mg dm⁻³; K de 91 mg dm⁻³; e matéria orgânica de 2,8 dag kg⁻¹. As culturas antecessoras ao feijoeiro foram representadas pelo cultivo exclusivo do milho e de *B. brizantha* e pelo consórcio entre ambas as espécies – o manejo da convivência entre elas no consórcio foi feito com subdoses de herbicidas (nicosulfuron nas doses de 0, 2, 4, 8, 16 e 32 g ha⁻¹ mais atrazine na dose fixa de 1.500 g ha⁻¹). O delineamento experimental utilizado no cultivo de verão foi o de blocos ao acaso, totalizando oito tratamentos, constituídos dos cultivos exclusivos e do consórcio realizado em parcelas de 153 m² (9 x 17 m). Estas parcelas foram mantidas fixas até a semeadura do feijoeiro.

A colheita mecânica do milho ocorreu na segunda quinzena de março, e a mensuração da palhada remanescente desses tratamentos foi feita antes da dessecação química da forrageira em 02/07/2003, vinte e sete dias antes da semeadura do feijoeiro. A dessecação foi feita com glyphosate na dose de 1,44 kg ha⁻¹.

No feijoeiro, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas parcelas, os tratamentos consistiram de seis níveis de palhada remanescente do consórcio do milho com *B. brizantha* (9,3; 8,4; 8,0; 7,0; 6,9 e 6,3 t ha⁻¹ de palha), os quais foram manejados com as subdoses do nicosulfuron mais as palhadas provenientes dos monocultivos de *B. brizantha* (12,7 t ha⁻¹) e do milho (4,1 t ha⁻¹). Adicionalmente a esses tratamentos, houve uma testemunha, constituída pelo solo descoberto. Os dois tratamentos secundários, alocados nas subparcelas, constaram da ausência e do uso da mistura dos herbicidas fomesafen + bentazon (50 + 420 g ha⁻¹), aplicados aos 29 dias após a emergência do feijoeiro (DAE), mais fluazifop-p-butil (62,5 g ha⁻¹), aplicado aos 33 DAE. Esses herbicidas foram aplicados com pulverizador costal equipado com pontas TT 110.02, espaçadas de 0,9 m, em quantidade equivalente a 80 L ha⁻¹ de calda.

Foi utilizada a variedade BRSMG Talismã, do grupo Carioca, que foi semeada com semeadora/adubadora em 29/07/2003 no espaçamento de 0,45 m entre fileiras, com 13 sementes m⁻¹ e adubação básica de 300 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. No florescimento foi feita a adubação nitrogenada de cobertura, aplicando-se o equivalente

a 40 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. Os dados climatológicos e a irrigação fornecida por aspersão durante o ciclo da cultura estão apresentados na Figura 1.

As principais espécies daninhas que ocorreram na área experimental antecedendo a aplicação dos herbicidas em pós-emergência na cultura do feijão foram *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa*, *Cyperus rotundus*, *Euphorbia heterophylla*, *Raphanus sativum* e *Sonchus oleraceus*. O efeito dos tratamentos sobre a população de plantas daninhas foi avaliado aos 63 DAE e na época da colheita do feijoeiro, em quatro amostragens de 1 m² ao acaso nas subparcelas. As espécies coletadas foram separadas, contadas, secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C e pesadas.

Na fase de florescimento pleno do feijoeiro, foi retirada a primeira folha trifoliolada totalmente expandida a partir do ápice de 10 plantas ao acaso nas subparcelas, para determinação dos níveis de N, P, K, Ca, Mg e S. Essas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada de ar e moídas em moinho tipo Willey. Parte desse material moído foi submetida à digestão sulfúrica, para determinação do teor de N, e outra parte foi submetida à digestão nítrico-perclórica, para determinação dos demais nutrientes, conforme metodologia usual.

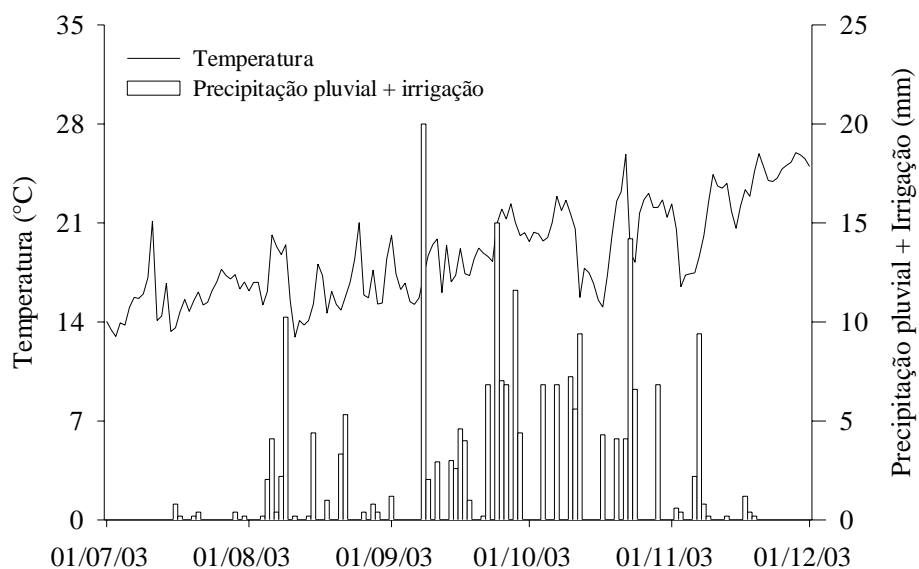


Figura 1. Valores diários de temperatura e precipitação mais irrigação observados durante a condução do experimento. Viçosa, MG.

No momento da colheita, as plantas de feijão presentes na área útil de 6,75 m² na subparcela foram colhidas e contadas, determinando-se o estande da cultura e, posteriormente, o rendimento de grãos corrigidos para 13% de umidade. Todas as variáveis mensuradas foram submetidas à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, após a aplicação dos herbicidas até a colheita do feijoeiro, maior ocorrência de espécies daninhas de propagação seminífera, em relação àquelas que se estabelecem preferencialmente por propagação vegetativa. Entre as espécies que se propagam por sementes, as mais frequentes foram *B. pilosa*, *E. heterophylla*, *R. sativum* e *S. oleraceus*. Além dessas espécies, as que ocorreram em menor frequência foram agrupadas em “outras espécies”, dentre as quais se destacaram *Ageratum conyzoides*, *Chamaesyce hirta*, *Coronopus didymus*, *Galinsoga parviflora*, *Lepidium virginicum*, *Ipomoea grandifolia* e *Solanum americanum*, entre as dicotiledôneas; e *Digitaria horizontalis* e *Brachiaria plantaginea*, entre as gramíneas. *Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus* constituíram as espécies cuja principal forma de propagação é a vegetativa.

Verificou-se interação significativa entre os níveis de palha proveniente do manejo que antecedeu a semeadura da cultura e o uso dos herbicidas em pós-emergência para a biomassa seca total da população de plantas daninhas e para *R. sativum* e *S. oleraceus*, que foram as espécies dominantes aos 63 DAE do feijoeiro (Tabela 1). Nas parcelas desprovidas de controle químico, a biomassa acumulada pelas plantas daninhas em solo descoberto e na palha proveniente do monocultivo exclusivo do milho foi superior à observada nas palhadas provenientes do consórcio de milho com *B. brizantha* e do monocultivo desta (Tabela 1). Nessa condição, a eficiência de controle proporcionado pelas palhas que continham *B. brizantha* sobre a população de plantas daninhas, principalmente as seminíferas, foi em média 90% superior, comparado ao solo descoberto e coberto com a palha de milho, equivalendo-se ao uso dos herbicidas aplicados (Tabela 1). Por outro lado, mesmo com pequena participação efetiva na comunidade infestante, as espécies *A. verlotorum* e *C. rotundus* não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 1).

Os níveis de eficiência de controle adquiridos com o manejo da palha de *B. brizantha* persistiram até a colheita do feijoeiro, inclusive para as espécies *B. pilosa*, *E. heterophylla* e outras plantas daninhas que foram significativamente influenciadas pelos tratamentos (Tabela 2). Partindo-se do solo descoberto e não-tratado, o efeito da palha remanescente do consórcio – que cobriu 100% da superfície do solo – foi efetivo em promover a redução nos ganhos de biomassa das espécies *B. pilosa*, *E. heterophylla*, *R. sativum*, *S. oleraceus*, das demais espécies e do total da comunidade infestante, independentemente da quantidade de palha produzida que permaneceu na superfície do solo (Tabela 2). Ao contrário, devido à pequena cobertura do solo proporcionada pelos restos culturais do milho proveniente de monocultivo, a biomassa de *B. pilosa*, *E. heterophylla*, *R. sativum* e *S. oleraceus*, avaliada na colheita do feijoeiro, foi semelhante à obtida em solo descoberto e pouco inferior a este para as demais espécies daninhas e para o total de invasoras (Tabela 2).

Tabela 1. Biomassa das plantas daninhas *A. verlotorum*, *B. pilosa*, *C. rotundus*, *E. heterophylla*, *R. sativum*, *S. oleraceus* e demais espécies em g m^{-2} avaliada aos 63 DAE do feijão, em função da ausência e da presença de herbicidas e do manejo da palha do consórcio do milho com *B. brizantha* (C), do monocultivo do milho (M) e da braquiária (B) e do solo descoberto (SD). Viçosa, MG

Plantas daninhas	Herbicidas	Níveis de palha (t ha^{-1})								
		9,3 (C)	8,4 (C)	8,0 (C)	7,0 (C)	6,9 (C)	6,3 (C)	4,1 (M)	12,7 (B)	0 (SD)
<i>A. verlotorum</i>	Sem	0,17 Aa	0,59 Aa	0,16 Aa	1,19 Aa	0,77 Aa	0,67 Aa	0,84 Aa	0,20 Aa	1,40 Aa
	Com	0,27 Aa	1,09 Aa	0,01 Aa	0,45 Aa	0,79 Aa	0,97 Aa	0,63 Aa	0,07 Aa	0,09 Aa
<i>B. pilosa</i>	Sem	1,50 Aa	0,00 Aa	0,01 Aa	0,09 Aa	0,42 Aa	0,07 Aa	0,81 Aa	0,41 Aa	1,45 Aa
	Com	0,93 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,01 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,05 Aa
<i>C. rotundus</i>	Sem	0,33 Aa	0,29 Aa	0,43 Aa	0,26 Aa	0,11 Aa	0,17 Aa	0,40 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Com	0,15 Aa	0,87 Aa	0,09 Aa	0,06 Aa	0,07 Aa	0,01 Aa	0,10 Aa	0,00 Aa	0,38 Aa
<i>E. heterophylla</i>	Sem	0,02 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,02 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,14 Ba	0,85 Aa
	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,02 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab
<i>R. sativum</i>	Sem	0,83 Ba	0,04 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	12,89 Aa	0,49 Ba	9,42 Aa
	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,40 Ab	0,06 Aa	0,00 Ab
<i>S. oleraceus</i>	Sem	0,00 Ba	1,64 Ba	0,33 Ba	1,37 Ba	0,00 Ba	0,40 Ba	7,90 Aa	1,95 Ba	9,20 Aa
	Com	0,00 Aa	0,01 Aa	0,06 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,61 Ab	0,00 Aa	0,13 Ab
Outras	Sem	0,27 Aa	0,34 Aa	0,09 Aa	0,67 Aa	0,51 Aa	0,40 Aa	1,03 Aa	0,30 Aa	2,06 Aa
	Com	0,15 Aa	0,64 Aa	0,14 Aa	0,12 Aa	0,93 Aa	0,16 Aa	0,30 Aa	0,06 Aa	0,16 Ab
Total	Sem	3,10 Ba	2,88 Ba	1,01 Ba	3,59 Ba	1,80 Ba	1,71 Ba	23,85 Aa	3,49 Ba	24,37 Aa
	Com	1,50 Aa	2,60 Aa	0,30 Aa	0,63 Aa	1,82 Aa	1,13 Aa	2,02 Ab	0,19 Aa	0,81 Ab

Letras maiúsculas nas linhas comparam as médias dos níveis da palha na ausência e na presença de herbicidas e as minúsculas nas colunas comparam as médias dos tratamentos na ausência e presença de herbicidas dentro de cada manejo da palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Biomassa das plantas daninhas *A. verlotorum*, *B. pilosa*, *C. rotundus*, *E. heterophylla*, *R. sativum*, *S. oleraceus* e demais espécies em g m⁻², avaliada na colheita do feijoeiro, em função da presença de herbicidas e do manejo da palha do consórcio do milho com *B. brizantha* (C), do monocultivo do milho (M) e da braquiária (B) e do solo descoberto (SD). Viçosa, MG

Plantas daninhas	Herbicidas	Níveis de palha (t ha ⁻¹)								
		9,3 (C)	8,4 (C)	8,0 (C)	7,0 (C)	6,9 (C)	6,3 (C)	4,1 (M)	12,7 (B)	0 (SD)
<i>A. verlotorum</i>	Sem	0,00 Aa	0,42 Aa	1,53 Aa	0,31 Aa	0,01 Aa	0,80 Aa	0,98 Aa	0,29 Aa	0,50 Aa
	Com	0,84 Aa	0,40 Aa	0,00 Aa	0,17 Aa	0,11 Aa	0,38 Aa	1,43 Aa	0,00 Aa	0,66 Aa
<i>B. pilosa</i>	Sem	0,24 Ba	1,33 Ba	0,23 Ba	1,62 Ba	1,50 Ba	0,00 Ba	5,29 Aa	0,00 Ba	5,18 Aa
	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,08 Aa	0,00 Aa	0,20 Aa	0,00 Aa	0,82 Ab	0,00 Aa	1,63 Ab
<i>C. rotundus</i>	Sem	0,29 Aa	0,19 Aa	0,03 Aa	0,15 Aa	0,53 Aa	0,07 Aa	0,25 Aa	0,00 Aa	0,73 Aa
	Com	0,36 Aa	0,67 Aa	0,00 Aa	0,36 Aa	0,11 Aa	0,04 Aa	0,65 Aa	0,00 Aa	1,06 Aa
<i>E. heterophylla</i>	Sem	0,64 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,10 Ba	4,74 Aa	0,00 Ba	7,17 Aa
	Com	0,10 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,03 Aa	0,38 Ab	0,00 Aa	0,00 Ab
<i>R. sativum</i>	Sem	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	100,28 Aa	0,00 Ba	135,45 Aa
	Com	0,33 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Aa	0,00 Ab
<i>S. oleraceus</i>	Sem	0,71 Ba	1,20 Ba	0,29 Ba	2,54 Ba	1,06 Ba	0,28 Ba	6,06 Aa	0,00 Ba	6,43 Aa
	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,35 Aa	0,42 Aa	0,28 Ab	0,00 Aa	0,00 Ab
Outras	Sem	0,10 Ba	0,55 Ba	0,55 Ba	0,93 Ba	0,22 Ba	0,88 Ba	2,15 Ba	0,06 Ba	9,67 Aa
	Com	0,01 Aa	0,15 Aa	0,63 Aa	0,19 Aa	1,12 Aa	0,00 Aa	0,85 Aa	0,05 Aa	0,30 Ab
Total	Sem	1,97 Ca	3,68 Ca	2,62 Ca	5,54 Ca	3,31 Ca	2,12 Ca	119,73 Ba	0,34 Ca	165,10 Aa
	Com	1,64 Aa	1,22 Aa	0,71 Aa	0,71 Aa	1,88 Aa	0,87 Aa	4,40 Ab	0,05 Aa	3,64 Ab

Letras maiúsculas nas linhas comparam as médias dos níveis da palha na ausência e na presença de herbicidas e as minúsculas nas colunas comparam as médias dos tratamentos na ausência e presença de herbicidas dentro de cada manejo da palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Almeida (1991), a palha na superfície do solo promove alterações nas características físicas, químicas e biológicas deste e, conseqüentemente, modifica a composição da comunidade infestante pela interferência nos processos de quebra de dormência das sementes e pela ação alelopática sobre a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas. Adicionalmente, o efeito físico da palhada pode reduzir a sobrevivência das plântulas, principalmente as que possuem pequena quantidade de reserva nas sementes, a qual pode não ser suficiente para garantir a sobrevivência da planta durante o seu estabelecimento.

Comportamento semelhante quanto à eficiência no controle de plantas daninhas no feijoeiro cultivado sobre palhadas de *B. brizantha* consorciada com culturas anuais também é relatado por Cobucci (2001), que constatou redução nas populações de *E. heterophylla* e *Amaranthus hybridus* no feijoeiro cultivado sobre a palha remanescente do consórcio dessa forrageira com a soja; bem como diminuição da população de *Digitaria horizontalis* no feijoeiro cultivado sobre as palhas oriundas do

consórcio de *B. brizantha* com o milho, em relação ao feijoeiro que se desenvolveu sobre as palhas exclusivas dos monocultivos das culturas. Quando se utilizou o controle químico, independentemente do sistema de cultivo do feijoeiro, verificou-se controle eficiente das plantas daninhas de propagação seminífera e nenhuma influência dos herbicidas sobre as espécies de propagação vegetativa (Tabelas 1 e 2). Os resultados obtidos quanto à eficiência de controle com esses herbicidas sobre as espécies que se propagam por sementes concordam com aqueles encontrados por Alcântara & Carvalho (1982), Cobucci (1996), Jakelaitis et al. (2001) e Fontes (2002). Todavia, o uso dessa modalidade de controle foi justificado somente onde se utilizou a cobertura do solo com palha de milho e na ausência de palha.

A análise de variância referente aos teores foliares de nutrientes mostrou, à exceção do S, efeito significativo da interação entre os níveis de palha e o uso de herbicidas sobre os teores de Ca, P, Mg, N e K. Foi observado que os teores desses nutrientes apresentaram determinado grau de associação com a eficiência de controle promovido pelo manejo; os teores de Ca, P, N e K foram mais elevados no feijoeiro cultivado sobre palha proveniente do consórcio, seguido posteriormente pelo manejo realizado na palha de milho e em solo descoberto (Tabela 3). De forma semelhante, o teor de Mg também foi superior sobre palha remanescente do consórcio, se comparado ao realizado na palha de milho e no solo descoberto, os quais foram semelhantes entre si (Tabela 3). Assim, verificou-se, também no feijoeiro que se estabeleceu sobre a palhada de milho e em solo descoberto, que a presença de herbicidas foi necessária para reduzir a competição das espécies daninhas com a cultura em relação aos nutrientes supracitados (Tabela 3).

Comparando os teores analisados nas folhas do feijoeiro com os teores considerados adequados encontrados na literatura, verificou-se que os níveis de P, independentemente dos efeitos dos tratamentos, encontraram-se acima dos limites adequados para a cultura, conforme Wilcox & Fageria (1976), Malavolta (1987) e Martinez et al. (1999). Como os teores de P determinados no solo foram considerados elevados, segundo a recomendação de Vieira (1998), assume-se que a adubação de plantio permitiu a manutenção dos teores deste elemento acima dos limites considerados adequados. Em relação ao K, observou-se, em solo descoberto com infestação de plantas daninhas, que o teor deste elemento nas folhas do feijoeiro ficaram abaixo do limite inferior da faixa considerada adequada por Wilcox & Fageria (1976). Para os demais nutrientes, os teores foliares, em todas as condições de manejo da cultura, situaram-se dentro dos limites considerados adequados (Wilcox & Fageria, 1976).

Independentemente da presença de plantas daninhas, a população final do feijoeiro foi afetada somente pelo manejo da cobertura do solo. A cultura estabelecida sobre a palha de *B. brizantha* originada do monocultivo teve sua população reduzida, comparada com a obtida em palhas do consórcio, do monocultivo do milho e em solo descoberto (Tabela 3). Conseqüentemente, essa resposta contribuiu para que a interação entre o manejo da palhada e o uso de herbicidas fosse significativa para o rendimento de grãos. Na palhada originada do consórcio, o rendimento de grãos foi maior comparado ao obtido sobre palha de milho e solo descoberto, que por sua vez superou a produtividade do feijoeiro em solo coberto somente com palha de *B. brizantha*, independentemente do uso de herbicidas (Tabela 3). Provavelmente, o menor rendimento de grãos é decorrente da população final de plantas de feijão obtida nessa condição, cujo efeito pode estar relacionado à intensidade de palha de *B. brizantha* sobre o solo. Incorporada aos resíduos culturais do milho, a quantidade desta palha não atingiu 6,0 t ha⁻¹ e, conseqüentemente, não interferiu no estande da cultura.

Tabela 3. Concentração de cálcio, enxofre, fósforo, magnésio, nitrogênio e potássio (dag kg⁻¹), estande (plantas m⁻¹) e produtividade de grãos (t. ha⁻¹) em função da ausência e da presença de herbicidas e do manejo da palha do consórcio do milho com *Brachiaria brizantha* (C), do monocultivo do milho (M) e da braquiária (B) e do solo descoberto (SD). Viçosa, MG

Características avaliadas	Herbicidas	Níveis de palha (t ha ⁻¹)								
		9,3 (C)	8,4 (C)	8,0 (C)	7,0 (C)	6,9 (C)	6,3 (C)	4,1 (M)	12,7 (B)	0 (SD)
Cálcio	Sem	1,37 Aa	1,38 Aa	1,38 Aa	1,37 Aa	1,37 Aa	1,38 Aa	1,31 Bb	1,36 Aa	1,25 Cb
	Com	1,38 Aa	1,39 Aa	1,39 Aa	1,39 Aa	1,37 Aa	1,38 Aa	1,38 Aa	1,36 Aa	1,39 Aa
Enxofre	Sem	0,21 Aa	0,23 Aa	0,20 Aa	0,20 Aa	0,22 Aa	0,21 Aa	0,21 Aa	0,18 Aa	0,18 Aa
	Com	0,22 Aa	0,19 Aa	0,20 Aa	0,19 Aa	0,21 Aa	0,21 Aa	0,20 Aa	0,18 Aa	0,20 Aa
Fósforo	Sem	0,88 ABa	0,88 Aba	0,88 Aa	0,87 Aa	0,87 Aa	0,88 Aa	0,79 Ba	0,88 Aa	0,68 Cb
	Com	0,86 Aa	0,86 Aa	0,90 Aa	0,89 Aa	0,89 Aa	0,89 Aa	0,85 Aa	0,87 Aa	0,85 Aa
Magnésio	Sem	0,27 Aa	0,27 Ab	0,27 Aa	0,27 Aa	0,28 Aa	0,27 Aa	0,24 Bb	0,28 Aa	0,23 Bb
	Com	0,29 Ab	0,29 Aa	0,27 Aa	0,28 Aa	0,27 Aa	0,27 Aa	0,28 Aa	0,27 Aa	0,27 Aa
Nitrogênio	Sem	4,75 Aa	4,83 Aa	4,92 Aa	4,54 Aa	4,74 Aa	4,86 Aa	4,04 ABa	4,94 Aa	3,66 Bb
	Com	4,70 Aa	5,06 Aa	4,82 Aa	4,68 Aa	4,80 Aa	4,87 Aa	4,97 Aa	4,79 Aa	4,90 Aa
Potássio	Sem	2,21 Aa	2,21 Aa	2,18 Aa	2,21 Aa	2,20 Aa	2,20 Aa	1,98 Bb	2,16 Aa	1,79 Cb
	Com	2,23 Aa	2,22 Aa	2,21 Aa	2,22 Aa	2,20 Aa	2,18 Aa	2,17 Aa	2,19 Aa	2,14 Aa
Estande	Sem	8,87 Aa	9,08 Aa	9,05 Aa	9,14 Aa	8,82 Aa	9,00 Aa	8,62 Aa	5,74 Ba	8,55 Aa
	Com	9,16 Aa	9,11 Aa	8,84 Aa	8,97 Aa	8,93 Aa	8,89 Aa	9,00 Aa	5,68 Ba	8,98 Aa
Produtividade	Sem	2,506 Aa	2,411 Aa	2,450 Aa	2,527 Aa	2,507 Aa	2,519 Aa	1,906 ABb	1,783 Ba	1,980 ABb
	Com	2,592Aa	2,590 Aa	2,736 Aa	2,612 Aa	2,684 Aa	2,683 Aa	2,482 ABa	1,922 Ba	2,253 ABa

Letras maiúsculas nas linhas comparam as médias dos níveis da palha na ausência e na presença de herbicidas e as minúsculas nas colunas comparam as médias dos tratamentos na ausência e presença de herbicidas dentro de cada manejo da palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação dos herbicidas proporcionou aumentos significativos no rendimento de grãos somente no feijoeiro cultivado sobre palha de milho e no solo descoberto, em relação às parcelas não-tratadas (Tabela 3). Já na palha proveniente do consórcio para todos os níveis testados, não se observaram diferenças no rendimento de grãos com o uso de herbicidas (Tabela 3). Somando-se a eficiência de controle das plantas daninhas promovida pela palha originada do consórcio, o maior rendimento de grãos nesse ambiente, comparado ao obtido sobre os resíduos de milho e em solo descoberto, pode ser atribuído também às menores variações térmicas e à manutenção da umidade do solo proporcionada pela maior cobertura deste com palha, acarretando melhor condição de desenvolvimento da cultura.

Dos resultados obtidos, verificou-se que a utilização da palha originada do consórcio do milho com *B. brizantha* constitui excelente opção no manejo cultural de plantas daninhas no feijoeiro cultivado no inverno e que, se manejada corretamente, não influencia o estado nutricional da cultura e o rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO, D. A. Controle de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 9, p. 30-32, 1982.

ALMEIDA, F. S. **A Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1991. 60 p.

ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P. **Cultura do feijoeiro**. Lavras: UFLA, Lavras, 1995. 97 p.

CALEGARI, A. et al. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord). **Adubação verde no sul do Brasil, Rio de Janeiro**. Assessoria e serviços a projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 1-56.

COBUCCI, T. **Avaliação agronômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado milho feijão**. 1996. 105 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

FERREIRA, F. A. et al. Manejo de plantas daninhas. In: VIEIRA, C.; PAULA, JR., T. J.; BORÉM, A. **Feijão – aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 325-356.

- FONTES, J. R. A. **Eficácia de herbicidas aplicados via pivô central na cultura do feijão em plantio direto e convencional.** 2002. 64 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- GRAZIERO, D. L. P.; SOUZA, I. F. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Eds.) **Cultura da soja nos cerrados.** Piracicaba: Potafos, 1993. p. 183-222.
- JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de diferentes sistemas de manejo da cultura do milho sobre a população de tiririca e de outras plantas daninhas na cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2001, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, 2001. p. 46-463.
- KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Sci. Agric.**, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.
- MALAVOLTA, E. Leguminosas – feijão, soja. In: **Manual de calagem e adubação das principais culturas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1987. p. 120-150.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Diagnose foliar. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. p. 143-168.
- RODRIGUES, B. N.; PASSINI, T. Controle de plantas daninhas em feijão num sistema de rotação de culturas em plantio direto. **Planta Daninha**, v. 13, n. 1, p. 14-21, 1995.
- VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA, JR., T. J.; BORÉM, A. A. **Feijão – aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1998. p. 123-152.
- WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção.** Goiânia: CNPAF/EMBRAPA, 1976. 22 p. (Boletim Técnico, 5).

3. CONCLUSÕES FINAIS

Pelos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- O milho consorciado com as forrageiras *B. decumbens* e *B. brizantha* mostrou-se viável do ponto de vista agrônômico, em decorrência do rendimento de grãos e de forragem obtido e das finalidades de uso da forrageira após a colheita da cultura.
- O milho apresentou maior capacidade competitiva em relação às braquiárias, afetando diretamente o rendimento forrageiro.
- A produção de milho não foi afetada pelas forrageiras em condições adequadas de manejo e de fertilidade e umidade do solo.
- A produção de grãos em consórcio foi equivalente à do monocultivo capinado, onde a competição com as demais espécies foi minimizada pelo uso das sulfoniluréias em mistura com atrazine.
- As sulfoniluréias em mistura com atrazine, mesmo em doses reduzidas, proporcionaram controle eficiente das espécies daninhas, mono e dicotiledôneas, de propagação seminífera, e não controlou espécies perenes de propagação vegetativa.
- As sulfoniluréias causaram toxidez às forrageiras durante a convivência com o milho, e as maiores doses utilizadas prolongaram a recuperação e o seu desenvolvimento vegetativo após a colheita do milho.
- O método mais eficiente de estabelecimento de *Brachiaria* spp. foi o de duas linhas na entrelinha do milho.

- Maior produtividade e qualidade nutricional das espécies consorciadas foram obtidas com o aumento da disponibilidade de N no solo durante a convivência.
- A palha produzida pelo consórcio do milho com *B. brizantha* não interferiu no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção do feijoeiro cultivado no inverno.
- As plantas de feijão cultivado em solo coberto com palha proveniente do consórcio do milho com *B. brizantha* desenvolveram-se livre da competição de plantas daninhas.