

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.4, p.613-620, out.-dez., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5239/agraria.v5i4.903

Protocolo 903 – 10/04/2010 *Aprovado em 06/07/2010

João P. de S. Quaresma¹

Adriano Jakelaitis²

Emerson Alexandrino³

Abdias A. de Oliveira¹

Fábio K. Pittelkow⁴

Ricardo Araújo¹

Produção de milho e braquiarião consorciado sob adubação nitrogenada e fosfatada

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção de milho e da forrageira *Brachiaria brizantha* em consórcio sob adubação fosfatada e nitrogenada, e a formação da pastagem após a colheita do milho. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4 com três repetições. O primeiro fator constou de níveis de P₂O₅ aplicados na semeadura do milho (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e o segundo fator de níveis da adubação nitrogenada, sendo: 15+0+0+0; 15+30+0+0; 15+90+0+0; e 15+90+40+40 kg ha⁻¹ aplicados, respectivamente, na semeadura; na fase de 5-6 folhas abertas do milho; na colheita do milho; e no início da estação chuvosa após a colheita do milho. Os tratamentos adicionais foram as testemunhas em monocultivo de *B. brizantha* com e sem adubação e o milho. Verificou-se maior rendimento do milho com o aumento dos níveis das adubações. Em consórcio, o milho reduziu a produção forrageira. Considerando o resíduo das adubações foi observado maior rendimento da forrageira estabelecida pelo consórcio nas doses mais altas dos adubos; contudo, esta produção foi inferior à pastagem formada em cultivo solteiro adubado. A pastagem cultivada sem adubação produz metade do rendimento forrageiro da testemunha adubada.

Palavras-chave: Competição, integração agricultura e pecuária, rendimento de grãos, rendimento forrageiro.

Production of maize and signal grass under nitrogen and phosphate fertilization

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the production of maize and *Brachiaria brizantha* intercropping under phosphate and nitrogen fertilization, and the establishment of the pasture after harvesting the maize. The experiment was conducted according to a randomized blocks design, as a factorial scheme 3x4+3, with three replicates. The first factor consisted of the P₂O₅ levels applied in maize sowing (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) and the second factor consisted of the nitrogen fertilization levels, in which: 15+0+0+0; 15+30+0+0; 15+90+0+0; e 15+90+40+40 kg ha⁻¹ were applied in the sowing; in the stage with 5-6 open maize leaves; in the maize harvest; and in the beginning of the following rain season, respectively. *B. brizantha* control (fertilized and not fertilized) and maize monoculture were the additional treatments. As the fertilization levels increased, higher maize yield was observed. Intercropped, the maize reduced the forage yield. Considering the fertilizer residue, a better yield of *B. brizantha* intercropped at higher levels of fertilization was observed. However, the same yield was lower than the pasture fertilized. The non fertilized pasture produced half of the pasture yield of the control.

Key words: Competition, agriculture-cattle raising integration, grain yield, pasture yield.

¹ Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Agronomia, Av. Norte Sul, 7300, Bairro Nova Morada, CEP 78987-000, Rolim de Moura-RO, Brasil. Fone/Fax: (69) 3442-1119. Email: joaopsq@hotmail.com, abdiasalves@yahoo.com.br, ricaraujo5@hotmail.com

² Instituto Federal Goiano, Campus de Urutai, Departamento de Desenvolvimento Educacional, Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, CEP 75790-000, Urutai-GO, Brasil. Fone/Fax: (64) 3465-1910. Email: ajakelaitis@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Tocantins, Campus Araguaína, Departamento de Zootecnia, BR153, Km 112, Fazenda Universitária, CEP 77804-970, Araguaína-TO, Brasil. Fone/Fax: (63) 2112-2124. Email: e_alexandrino@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Av. Fernando Correa da Costa s/n°, Coxipó, CEP 78060-900, Cuiabá-MT, Brasil. Fone: (65) 3615-8261. Fax: (65) 3615-8207. Email: fabiokempim@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A elevação no preço dos alimentos tem resultado em uma crise mundial, motivada por uma série de fatores conjugados e representados principalmente pela alta no custo dos insumos agrícolas, em aumento da população mundial e do conseqüente consumo de alimentos, além da destinação de áreas agrícolas para a produção de biocombustíveis (FAO, 2008). Esta preocupação se torna mais relevante devido ao fato de serem poucas as áreas para a expansão agrícola no mundo. Dessa forma, a utilização de sistemas de produção integrando agricultura e pecuária tem sido buscada como forma de aumentar a produtividade de forma sustentável, devido ao uso mais eficiente dos recursos produtivos (Portes et al., 2000; Cobucci, 2001; Alvarenga et al., 2006; Gonçalves & Franchini, 2007). Entre as técnicas de integração utilizadas está o consórcio de cereais, como o milho e o arroz, com forrageiras, em que a forragem produzida pode ser utilizada na produção animal, ou como cobertura morta para a semeadura direta de culturas (Kluthcouski et al., 2003).

Todavia, em se tratando de sistemas consorciados entre cereais e forrageiras, a associação entre espécies é específica e depende das condições edafoclimáticas locais. Fatores como a compatibilidade entre as espécies, a fertilidade do solo e o conhecimento de como as espécies consorciadas são afetadas pela competição são de grande importância para o sucesso no estabelecimento da forrageira e na produção satisfatória da cultura. No consórcio de *Brachiaria brizantha* com milho, Cobucci (2001) observou que o milho é um ótimo competidor em relação às espécies forrageiras, em decorrência da precocidade na ocupação do nicho ecológico em relação a *B. brizantha*, principalmente após adubação nitrogenada em cobertura.

Devido à alta exigência de nitrogênio (N), o milho e a *B. brizantha* são espécies que respondem à aplicação da adubação nitrogenada com incrementos em várias características que influenciam sua produção final (Cecato et al., 2000, Da Ros et al., 2003). A competição por nutrientes é afetada pelo tipo e pela disponibilidade destes, bem como pela sua eficiência de uso pelas plantas, pela quantidade de precipitação pluvial (Rajcan & Swanton, 2001) e pelo manejo adotado. Em pesquisa na qual se avaliou a produção de milho e de *B. brizantha* em consórcio sob influência de doses de N, Jakelaitis et al. (2005) verificaram incrementos positivos na concentração de N nas folhas, no rendimento e peso dos grãos de milho, bem como na maior produção de forragem e na concentração de N na parte aérea da forrageira, quando a competição entre as espécies consorciadas foi suprimida com herbicidas.

Por outro lado, um dos fatores mais limitantes na formação e manejo das pastagens tropicais e na produção de milho é o nível extremamente baixo de fósforo (P) no solo devido à pobreza natural e à elevada capacidade de fixação deste em solos ácidos. No caso das pastagens, o problema é agravado quando não são realizadas adubações de manutenção, ocasionando a queda acentuada da produtividade das pastagens cultivadas, comprometendo a sustentabilidade do sistema. Neste contexto, objetivou-se avaliar a produção do

milho e da *Brachiaria brizantha* cultivados em consórcio sob adubação nitrogenada e fosfatada e a formação da pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo sobre Latossolo Amarelo de textura argilosa, em área pertencente à Universidade Federal de Rondônia, em Rolim de Moura, RO, no período de novembro de 2005 a maio de 2007. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é caracterizado por ser Tropical Quente e Úmido, com estação seca bem definida entre junho e setembro, com temperatura mínima de 24°C, máxima de 32°C e temperatura média de 28°C, precipitação anual média de 2.250 mm e com umidade relativa do ar elevada oscilando em torno de 85% (SEDAM, 2007).

Na área, anteriormente cultivada com *Brachiaria* spp., fez-se a dessecação química da vegetação com a mistura dos herbicidas sistêmicos (glyphosate + 2,4-D), nas doses de 1,50 + 0,40 kg ha⁻¹, respectivamente. O solo foi amostrado na profundidade de 0,20m, e apresentou pH em água de 5,9; H+Al, Ca, Mg, CTC(T) de 4,5; 1,7; 1,2 e 7,6 cmol_cdm⁻³, respectivamente, P de 1,1 mg dm⁻³, K de 113,0 mg dm⁻³, e argila, silte, areia fina, areia grossa e matéria orgânica de 40, 12, 18, 30 e 2,93 dag kg⁻¹, respectivamente.

O preparo do solo, sob sistema convencional, foi feito por meio de aração e gradagens aos trinta e cinco dias após a dessecação química de *Brachiaria* spp. A semeadura do milho (híbrido simples BRS1010) foi realizada no espaçamento de 1 m entre fileiras, utilizando-se oito sementes por metro linear, semeadas à profundidade de 0,04m. Juntamente com as sementes, aplicou-se carbofuran na dose de 525 g para 100 kg de sementes. A *B. brizantha* cultivar Xaraés foi semeada a lanço, na densidade de 4 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis com 76% de valor cultural, no espaçamento de 0,5 m nas entrelinhas de milho. O plantio das espécies consorciadas foi manual e simultâneo realizado em 27 de dezembro de 2005.

Foi utilizado o delineamento de blocos completos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, com três repetições. No consórcio, o primeiro fator foi constituído pelos níveis da adubação fosfatada aplicados no sulco de semeadura do milho (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e o segundo fator pelos níveis da adubação nitrogenada, sendo: 15+0+0+0; 15+30+0+0; 15+90+0+0; e 15+90+40+40 kg ha⁻¹ de N aplicados, respectivamente, na semeadura; no estádio de 5-6 folhas expandidas do milho; na colheita do milho; e no início da estação chuvosa após a colheita do milho, que se iniciou na segunda quinzena de novembro de 2006, no período chuvoso seguinte. Além desses fatores, foram avaliados três tratamentos adicionais: duas testemunhas da *B. brizantha*, com e sem adubação, e o milho, todos em monocultivo.

O milho consorciado recebeu em todos os tratamentos 64 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de semeadura, e para o milho solteiro foram utilizados na semeadura 400 kg ha⁻¹ da formulação 4-30-16 (N-P₂O₅-K₂O), e 90 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estádio de 5-6 folhas expandidas. No caso da *B. brizantha* solteira, a adubação foi a lanço na dose de

400 kg ha⁻¹ da formulação 4-30-16 (N-P₂O₅-K₂O) na semeadura, 40 kg ha⁻¹ de N aplicados aos 121 dias após a semeadura (DAS) e 40 kg ha⁻¹ de N aplicados no início da estação chuvosa seguinte.

As parcelas experimentais possuíam uma área total de 36 m² (6x6m), sendo as avaliações na cultura do milho realizadas nas quatro fileiras centrais. Como tratamento fitossanitário utilizou-se aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho o inseticida clorpirifos na dose de 480 g ha⁻¹ visando o controle de *Spodoptera frugiperda* e das cigarrinhas *Deois* spp. e *Mahanarva fimbriolata*. Aos 32 DAE foi utilizado a mistura dos herbicidas atrazine (1000 g ha⁻¹) + nicosulfuron (2 g ha⁻¹) em decorrência da infestação de plantas daninhas, principalmente *Ipomoea* spp., *Cenchrus echinatus* e *Acanthospermum* spp.

O milho foi colhido manualmente aos 116 dias após a semeadura e neste período avaliou-se: o número de plantas acamadas e quebradas por meio de observações visuais, em que zero indicou ausência de acamamento ou quebramento e 100 a totalidade de plantas acamadas ou quebradas, a população total de plantas pela contagem delas na área útil, a massa seca da parte aérea obtida amostrando seis plantas em cada parcela, o número de espigas por planta presentes na área útil, e o rendimento e a massa de cem grãos corrigidos para 13% de umidade, em base úmida.

Na forrageira *B. brizantha* foram avaliadas a altura das plantas em cinco perfilhos ao acaso na parcela, a massa seca total da parte aérea e a relação folha:colmo. As avaliações da massa seca da forrageira foram realizadas por meio da amostragem de 1 m² na parcela, em que as plantas coletadas foram separadas em folhas, colmo e material morto e, em

seguida, secas em estufa de ventilação forçada a 70°C, até atingirem massa constante, sendo posteriormente pesadas. As avaliações de massa seca da forrageira ocorreram aos 116 DAS (colheita do milho em abril de 2006), aos 190 DAS (julho de 2006), 384 DAS (janeiro 2007) e 497 DAS (maio de 2007). No caso da testemunha adubada, foi realizada uma avaliação adicional antes da colheita do milho, aos 78 DAS (março de 2007).

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância, e no caso do teste F significativo, procederam-se as comparações de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Na comparação das médias das testemunhas com cada média dos tratamentos do fatorial foi utilizado o teste Dunnett a 5% de probabilidade, considerando o milho solteiro e a *B. brizantha* solteira e adubada como testemunhas comparativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos significativos para a interação entre as adubações fosfatada e nitrogenada para as variáveis avaliadas no milho (Tabela 1) e na forrageira *B. brizantha* (Tabelas 2, 3 e 4). Verificou-se, no milho, aumento nas alturas de plantas e de inserção da espiga, no rendimento e na massa de cem grãos com o aumento das doses de P₂O₅ e de N, e aumento da massa seca das plantas de milho com a elevação das doses de N (Tabela 1). Não foram observados efeitos dos tratamentos para a população de plantas, o quebramento e o acamamento de plantas e o número de espigas por planta (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AE), quebramento (QB), acamamento (AC), população (PO), massa seca da parte aérea de milho (MSP), número de espigas por planta (EP), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (RG) na cultura do milho consorciado com *Brachiaria brizantha* e em monocultivo em função da adubação fosfatada e nitrogenada

Table 1. Plant height (AP), ear insertion height (AE), fracture (QB), lodging (AC), population (PO), dry matter of the shoot (MSP), number of ear per plant (EP), one hundred grains mass (MCG) and grain yield (RG) in maize intercropped with *Brachiaria brizantha* and in monoculture crop in function phosphate and nitrogen fertilization

Tratamento	Característica avaliada								
	AP (cm)	AE (cm)	QB* (%)	AC* (%)	PO (plantas ha ⁻¹)	MSP (g m ⁻²)	EP	MCG (g)	RG (kg ha ⁻¹)
Adubação fosfatada kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅									
50	151,62 b (-)	69,12 b (-)	3,35 a	0,46 a	67177 a	406,87 a	0,81 a	27,03 b (-)	1662,56 c (-)
100	159,45 b (-)	76,82 a (-)	1,71 a	0,23 a	66327 a	462,91 a	0,92 a	28,29 a (-)	3312,86 b (-)
150	172,15 a	82,58 a	1,48 a	0,49 a	68537 a	459,29 a	0,96 a	29,04 a	4845,65 a
Adubação nitrogenada kg ha ⁻¹ de N**									
15	147,31 b (-)	68,31 b (-)	3,47 a	0,00 a	68254 a	359,54 b (-)	0,85 a	27,37 b (-)	2215,57 b (-)
15+30	159,42 ab (-)	74,27 ab (-)	2,42 a	0,34 a	67800 a	444,99 ab (-)	0,91 a	27,76 ab (-)	2911,04 b (-)
15+90	166,18 a	79,80 a	1,90 a	0,62 a	68027 a	482,99 a	0,94 a	28,51 ab	3954,95 a (-)
15+90+(40+40)	171,38 a	82,31 a	0,93 a	0,62 a	65306 a	484,57 a	0,89 a	28,85 a	4013,20 a (-)
Milho solteiro (testemunha)	170,13	84,93	0,90	0,90	68027	593,99	1,02	29,40	4863,61
CV (%)	6,19	9,12	11,92	16,14	7,83	22,74	13,69	3,13	15,05

* Variáveis transformadas em \sqrt{x} para análise. ** Respectivamente foram aplicados 15 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura do milho; 30 ou 90 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estágio fenológico do milho de 5 a 6 folhas expandidas; e 40 + 40 kg ha⁻¹ de N aplicados logo após a colheita do milho e na pastagem formada no início da época chuvosa. Letras minúsculas nas colunas comparam as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As médias seguidas de (-) foram inferiores à testemunha (milho solteiro) pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade

Tabela 2. Altura de plantas de *Brachiaria brizantha* aos 78, 116, 190, 384 e 497 dias após a semeadura (DAS) da forrageira cultivada em consórcio com milho e em monocultivo em função da adubação fosfatada e nitrogenada

Table 2. *Brachiaria brizantha* plants height on 78, 116, 190, 384 e 497 days after sowing (DAS) of the forage cultivated intercropping with maize and in monoculture in function phosphate and nitrogen fertilization

Tratamento	Altura de plantas (cm)				
	78 DAS	116 DAS	190 DAS	384 DAS	497 DAS
Adubação fosfatada (kg ha⁻¹ de P₂O₅)					
50	---	66,05 a (+)	40,33 b (-)	114,93 a	132,62 a
100	---	59,38 a	45,62 ab (-)	118,28 a	139,32 a
150	---	59,10 a	48,39 a	119,65 a	140,80 a
Adubação nitrogenada (kg ha⁻¹ de N*)					
15	---	67,51 a (+)	46,31 a (-)	110,76 a (-)	132,44 a
15+30	---	59,42 a	45,11 a (-)	117,40 a	135,87 a
15+90	---	58,89 a	43,84 a (-)	114,60 a	138,47 a
15+90+(40+40)	---	60,22 a	43,74 a (-)	127,73 a	143,53 a
Testemunhas					
<i>B. brizantha</i> adubada	91,91	55,33	51,33	122,80	147,20
<i>B. brizantha</i> não adubada	---	54,60	42,53 (-)	117,20	122,00 (-)
CV (%)		14,42	14,13	11,57	13,07

* Foram aplicados, respectivamente, 15 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura do milho; 30 ou 90 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estágio fenológico do milho de 5 a 6 folhas expandidas; e 40 + 40 kg ha⁻¹ de N aplicados logo após a colheita do milho e na pastagem formada no início da época chuvosa. Letras minúsculas nas colunas comparam as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As médias seguidas de (-) ou (+) foram inferiores ou superiores à testemunha (*B. brizantha* adubada) pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade

Tabela 3. Massa seca da parte aérea de *Brachiaria brizantha* aos 78, 116, 190, 384 e 497 dias após a semeadura (DAS) da forrageira cultivada em consórcio com milho e em monocultivo em função da adubação fosfatada e nitrogenada

Table 3. *Brachiaria brizantha* dry matter of the shoot on the 78, 116, 190, 384 e 497 days after sowing (DAS) of the forage cultivated intercropping with maize and in monoculture in function phosphate and nitrogen fertilization

Tratamento	Massa seca da parte aérea (kg.ha ⁻¹)					
	78 DAS	116 DAS	190 DAS	384 DAS	497 DAS	Acumulado
Adubação fosfatada (kg ha⁻¹ de P₂O₅)						
50	---	3482,67 a (-)	5148,08 a (-)	5189,92 b (-)	10095,11 c (-)	23915,78 b (-)
100	---	3174,20 a (-)	5729,43 a (-)	5744,37 b (-)	11957,38 b	26605,38 a (-)
150	---	2318,11 b (-)	5300,60 a (-)	7222,05 a	13047,41 a (+)	27888,17 a (-)
Adubação nitrogenada (kg ha⁻¹ de N*)						
15	---	3721,51 a (-)	5326,53 a (-)	5033,40 b (-)	10658,20 b	24739,64 b (-)
15+30	---	3275,38 a (-)	4948,97 a (-)	5321,50 b (-)	11921,49 a	25467,34 b (-)
15+90	---	2626,26 b (-)	5370,76 a (-)	5323,25 b (-)	11883,07 a	25203,34 b (-)
15+90+(40+40)	---	2343,50 b (-)	5924,55 a (-)	8530,31 a	12337,11 a (+)	29135,46 a (-)
Testemunhas						
<i>B. brizantha</i> adubada	9805,61	7368,81	8223,95	7781,05	11452,96	44632,38
<i>B. brizantha</i> não adubada	---	7485,86	3854,71 (-)	4027,05 (-)	7062,92 (-)	22430,55 (-)
CV (%)		29,22	25,60	19,90	25,35	15,01

* Foram aplicados, respectivamente, 15 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura do milho; 30 ou 90 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estágio fenológico do milho de 5 a 6 folhas expandidas; e 40 + 40 kg ha⁻¹ de N aplicados logo após a colheita do milho e na pastagem formada no início da época chuvosa. Letras minúsculas nas colunas comparam as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As médias seguidas de (-) ou (+) foram inferiores ou superiores à testemunha (*B. brizantha* adubada) pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade

Em relação aos níveis da adubação fosfatada, foi observada maior altura das plantas de milho com a dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, apresentando resultado semelhante ao monocultivo de milho (Tabela 1). Também não houve diferença significativa entre as doses de 50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, as quais se diferenciaram da testemunha, cujas plantas foram mais altas. O tratamento em que se aplicou N apenas no plantio, a altura média alcançada pelas plantas de milho foi inferior aos demais

tratamentos, com altura 12,7% inferior à média obtida pelas plantas dos tratamentos que receberam 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Porém, não ocorreu diferença significativa na altura das plantas entre os tratamentos que receberam 90 kg ha⁻¹ em cobertura e o milho em monocultivo (Tabela 1).

Quanto aos efeitos dos níveis da adubação fosfatada na altura de inserção de espiga, observou-se que a menor dose de P₂O₅ promoveu menor incremento na altura em relação às

Tabela 4. Relação folha:colmo de *Brachiaria brizantha* aos 78, 116, 190, 384 e 497 dias após a semeadura (DAS) da forrageira cultivada em consórcio com milho e em monocultivo (testemunhas) em função da adubação fosfatada e nitrogenada**Table 4.** *Brachiaria brizantha* leaf:stem relation on the 78, 116, 190, 384 e 497 days after sowing (DAS) of the forage cultivated intercropping with maize and in monoculture in function phosphate and nitrogen fertilization

Tratamento	Relação folha:colmo				
	78 DAS	116 DAS	190 DAS	384 DAS	497 DAS
Adubação fosfatada (kg ha⁻¹ de P₂O₅)					
50	---	1,47 (-)	1,78 (+)	1,65	0,98
100	---	1,34 (-)	1,66 (+)	1,65	0,88 (-)
150	---	1,28 (-)	1,73 (+)	1,61	0,93
Adubação nitrogenada (kg ha⁻¹ de N*)					
15	---	1,50 (-)	1,74 (+)	1,71	0,96
15+30	---	1,47 (-)	1,72 (+)	1,58	0,90 (-)
15+90	---	1,27 (-)	1,78 (+)	1,66	0,92
15+90+(40+40)	---	1,22 (-)	1,65 (+)	1,59	0,94
Testemunhas					
<i>B. brizantha</i> adubada	0,96	2,51	1,30	1,59	1,12
<i>B. brizantha</i> não adubada	---	0,98 (-)	1,78 (+)	1,66	1,07
CV (%)		13,66	13,43	15,21	19,39

* Foram aplicados, respectivamente, 15 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura do milho; 30 ou 90 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estágio fenológico do milho de 5 a 6 folhas expandidas; e 40 + 40 kg ha⁻¹ de N aplicados logo após a colheita do milho e na pastagem formada no início da época chuvosa. As médias seguidas de (-) ou (+) foram inferiores ou superiores à testemunha (*B. brizantha* adubada) pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade

doses de 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados com os níveis da adubação nitrogenada, em que o tratamento que não recebeu adubação de cobertura obteve menor média. Já a adubação nitrogenada de cobertura promoveu maior altura de inserção da espiga, em aproximadamente 9% para o nível de 30 kg ha⁻¹ de N, e 19% em média, nos tratamentos que receberam 90 kg ha⁻¹, comparativamente àquela que não recebeu N em cobertura (Tabela 1). O milho em cultivo solteiro apresentou a maior altura de inserção de espiga, sendo aproximadamente 24,4% superior à obtida para o tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura. A altura de inserção da espiga é uma das características mais importantes nesse sistema de consórcio, pois pode influenciar diretamente na colheita, pois plantas que apresentam altura de espiga no dossel forrageiro podem ter a operação de colheita comprometida, principalmente se esta for mecanizada pela obstrução da plataforma de corte com a forragem.

Não houve resposta significativa da massa seca da parte aérea do milho em relação aos níveis da adubação fosfatada quando cultivado em consórcio (Tabela 1). No entanto, conforme se aumentou a quantidade de N em cobertura, houve incrementos crescentes na massa seca da parte aérea do milho, sendo observado que a aplicação de 30 e 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura aumentou a massa seca em 85,45 e 124,24 g m⁻² respectivamente, em comparação ao tratamento que recebeu N apenas no plantio (Tabela 1).

Considerada componente importante no rendimento de grãos, a massa do grão pode ser afetada por qualquer estresse que a planta seja submetida após o florescimento (Fancelli & Dourado Neto, 2000), e sendo assim, a deficiência de nutrientes e a competição exercida pela forrageira podem

diminuir a massa de grãos. Neste ensaio, observou-se acréscimo na massa de grãos conforme se aumentou as doses de P₂O₅ nos tratamentos (Tabela 1). Comportamento semelhante foi observado para o N, ocorrendo acréscimo na massa de grãos conforme se aumentaram as doses, sendo que não ocorreu redução nas taxas de acúmulo quando o milho consorciado com a *B. brizantha* foi adubado com 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Em relação à testemunha solteira verificou-se redução na massa de grãos dos tratamentos consorciados submetidos às duas menores doses das adubações nitrogenada e fosfatada (Tabela 1). Especificamente para o N, o aumento da massa de grãos em função de doses crescentes foi verificado também por Jakelaitis et al. (2005), os quais comentam que no consórcio entre milho e forrageiras, as plantas de milho bem nutridas com N têm período mais longo de translocação de N e de açúcares para os grãos, fato que colabora para o enchimento dos grãos e que minimiza também o efeito competitivo da forrageira.

Em consórcio foi verificado aumento no rendimento de grãos à medida que se elevaram os níveis testados de P₂O₅ e de N (Tabela 1). O fósforo foi o nutriente que mais influenciou o rendimento de grãos de milho, sem diferença de produtividade entre o milho solteiro e o consorciado, quando este recebeu 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As doses de 50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultaram em redução na produção de 65,81 e 31,89%, respectivamente, comparativamente à testemunha solteira. Quanto aos níveis de adubação nitrogenada, ocorreram aumentos na produção de grãos com o aumento dos níveis da adubação nitrogenada em cobertura, aplicados no consórcio; no entanto, mesmo os tratamentos que receberam 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura apresentaram produtividades inferiores ao milho em cultivo solteiro. Nesta pesquisa,

independentemente dos tratamentos avaliados, o rendimento do milho foi considerado baixo em relação ao potencial produtivo da cultura.

Várias pesquisas comprovam a eficiência agrônômica do consórcio entre milho e forrageiras, em que a cultura do milho não sofreu interferência delas (Alvim et al., 1989; Cobucci, 2001; Jakelaitis et al., 2004; Lara-Cabezas & Padua, 2007), enquanto outras pesquisas apontam à existência de efeito depressivo das forrageiras na produtividade do milho, principalmente quando a referida espécie foi semeada em condição desfavorável ao milho (Jakelaitis et al., 2005; Borghi & Crusciol, 2007). Segundo Silva et al. (2004), a interferência das forrageiras no rendimento de grãos do milho depende das condições de solo, clima, cultivares utilizadas e do manejo das culturas.

Os resultados referentes à altura da *B. brizantha* se encontram na Tabela 2. A forrageira cultivada solteira e adubada recebeu um corte adicional aos 78 DAS em relação à consorciada e à testemunha cultivada solteira e não adubada, demonstrando que tanto a competição exercida pelo milho como a presença insuficiente de nutrientes no solo limitaram o crescimento da forrageira. Quando consorciada com o milho observou-se aos 116 DAS (colheita do milho), não haver diferença significativa na altura da forrageira entre os níveis testados das adubações fosfatada e nitrogenada, embora possa ser notado que a altura foi maior nos tratamentos que receberam a menor dose das adubações quando comparada à testemunha adubada. É importante destacar que o corte adicional realizado na forrageira em monocultivo e adubada reduziu aos 116 DAS a idade fisiológica da planta, refletindo-se em sua altura.

De acordo com Dias-Filho (2000, 2002), a *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, alterações morfológicas que incrementam a captura de luz. No presente trabalho, a forrageira consorciada com o milho apresentou perfilhos estiolados, possivelmente como estratégia para aumentar a absorção luminosa.

Nas avaliações realizadas no período seco do ano, aos 190 DAS, as plantas de *B. brizantha* foram mais altas entre os níveis de adubação fosfatada quando esta se estabeleceu nas parcelas adubadas anteriormente com 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 2). Este resultado pode ser devido à época de avaliação coincidir com o período de baixa pluviosidade após a colheita do milho, dificultando a absorção de nutrientes residuais pela forrageira e interferindo em seu crescimento nas menores doses de P e de N fornecidas.

Nas avaliações ocorridas aos 384 DAS correspondendo à plena estação chuvosa, não foi observado efeito entre os níveis da adubação fosfatada e nitrogenada, porém a *B. brizantha* estabelecida pelo consórcio adubado somente com 15 kg ha⁻¹ de N no plantio do milho apresentou plantas mais baixas em relação à testemunha solteira adubada (Tabela 2). Aos 497 DAS também não ocorreu diferença significativa entre os níveis de P₂O₅ e de N fornecidos, e entre estes e a *B. brizantha* cultivada solteira adubada, que registrou altura

significativamente superior apenas a *B. brizantha* em monocultivo não adubada.

Na Tabela 3 constam os resultados referentes ao rendimento forrageiro de *B. brizantha*. No primeiro corte, aos 78 DAS, a massa seca das plantas da testemunha cultivadas de forma solteira e adubada alcançou aproximadamente 10 t ha⁻¹ e atingiu produção acumulada de aproximadamente 17 t ha⁻¹ em dois cortes, sendo que a massa seca da rebrota no período de 38 dias foi equivalente a da pastagem não adubada quando avaliada aos 116 DAS. Foi observado na comparação do rendimento forrageiro da testemunha solteira adubada, avaliada aos 116 DAP, que a presença do milho reduziu os ganhos de massa seca da forrageira em aproximadamente 53, 57 e 69% para os níveis de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ da adubação fosfatada e de 50, 56, 65 e 68% para os níveis de 15, 15+30, 15+90 e 15+90+(40+40) kg ha⁻¹ da adubação nitrogenada, respectivamente. Entretanto, o efeito negativo do milho no rendimento forrageiro fica mais evidente quando se considera a produção atingida até os 116 DAS, quando o monocultivo recebeu um corte adicional realizado aos 78 DAS.

Avaliando-se apenas os consórcios verificou-se maior rendimento de massa seca da forrageira nos menores níveis de adubação com N e P₂O₅ (Tabela 3). O fato de o milho ser mais exigente em fertilidade propiciou nos menores níveis de adubações o favorecimento da forrageira pelo menor sombreamento e pela menor capacidade competitiva do milho nestas condições. De acordo com Cobucci (2001), o milho é considerado ótimo competidor com as forrageiras do gênero *Brachiaria*, e todas as práticas culturais que o beneficiam minimizam os efeitos competitivos da forrageira.

Após 74 dias da colheita do milho, aos 190 DAS, não houve diferença significativa na massa seca da forrageira entre os níveis de P₂O₅ e de N testados, mesmo no tratamento em que houve a aplicação adicional de 40 kg ha⁻¹ de N após a colheita do milho (Tabela 3). Talvez esse resultado já seja decorrente do início da estação seca. Entretanto, a rebrota de *B. brizantha* cultivada solteira e adubada apresentou a maior produção de massa seca em relação aos demais tratamentos, mesmo considerando o efeito residual dos fertilizantes aplicados na cultura do milho. Esse resultado ainda é um efeito retardado da competição do milho, que reduziu o vigor de rebrotação da planta desfolhada, provavelmente limitado pelo estoque de reservas orgânicas, pois, segundo Alexandrino et al. (2008), as reservas interferem no crescimento da forrageira após a desfolhação.

Aos 384 DAS observaram-se maiores rendimentos forrageiros de *B. brizantha* remanescente do consórcio com o milho nos maiores níveis de fertilizações com N e de P₂O₅, sendo que estes rendimentos foram semelhantes aos da testemunha cultivada solteira e adubada, demonstrando que não ocorreu mais o efeito do milho sobre o rendimento forrageiro (Tabela 3). Entretanto, a produção da forrageira nos demais níveis de N e de P₂O₅ fornecidos e a produção da *B. brizantha* solteira não adubada apresentaram rendimento inferior à testemunha comparativa (Tabela 3). Aos 497 DAS, a forrageira alcançou maior produção de massa seca quando recebeu aplicação de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por ocasião da

implantação do consórcio e quando recebeu 40 kg ha⁻¹ de N no início das chuvas, superando a produção da forrageira estabelecida solteira e adubada, possivelmente em função da reciclagem de nutrientes ocasionado pela mineralização da matéria orgânica produzida pelo milho. A *B. brizantha* implantada solteira e não adubada apresentou a menor produção de massa seca avaliada, demonstrando produção limitada por deficiência nutricional.

Avaliando-se a produção acumulada pode-se notar que o rendimento forrageiro da *B. brizantha* remanescente do consórcio, independente das fertilizações realizadas, e o rendimento da testemunha não adubada foram inferiores em relação à pastagem cultivada solteira e adubada (Tabela 3). Para a adubação fosfatada realizada na implantação do consórcio observaram-se aumentos na produção de massa seca da forrageira conforme aumentaram as doses de P₂O₅, todavia estes foram inferiores à testemunha comparativa em 46, 40 e 37% para as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Entre os níveis de adubação nitrogenada houve incrementos na massa seca da forrageira somente quando a adubação foi realizada em pós-colheita do milho, mesmo assim, o rendimento foi 35% inferior ao da testemunha adubada; os demais tratamentos tiveram redução média de 43% em relação à mesma testemunha (Tabela 3). A resposta pouco significativa em relação à adubação nitrogenada deve-se parcialmente ao longo período ocorrido entre as colheitas, pois o potencial de crescimento da forrageira ocorre próximo do índice de área foliar (IAF) crítico, e a partir desse ponto, ela se reduz, pois a planta passa a aumentar a partição de assimilados para o colmo e material morto, em detrimento da lâmina foliar – que é o componente de maior taxa fotossintética (Alexandrino et al. 2005b). Em trabalho realizado por Pedreira et al. (2007), a interceptação luminosa no dossel do capim Xaraés atingiu valores próximos a 95% da radiação incidente aos 22 dias de rebrotação em condições não limitantes de crescimento.

Não foram observadas diferenças estatísticas na relação folha:colmo da *B. brizantha* entre as doses de P₂O₅ e de N aplicadas nos períodos avaliados (Tabela 4). Apesar de os níveis aplicados de P₂O₅ e de N não afetarem esta relação na *B. brizantha* consorciada por ocasião da colheita do milho aos 116 DAP, observou-se que esta variável foi inferior à alcançada pela *B. brizantha* solteira e adubada, que apresentou a maior relação folha:colmo avaliada. A presença do milho causou estiolamento nos perfilhos, aumentando a proporção de colmos nas forrageiras consorciadas. Por outro lado, a forrageira solteira e adubada obteve maior perfilhamento favorecido pelo corte realizado aos 78 DAS, fato que influenciou sua maior proporção de folhas comparativamente à forrageira solteira sem adubação (Tabela 4).

Aos 190 DAS, a forrageira remanescente do consórcio obteve relação folha:colmo semelhante à forrageira solteira sem adubação, mas superior à forrageira cultivada solteira e adubada, enquanto nas avaliações realizadas aos 348 e 497 DAP não foi verificado efeito de tratamentos sob a relação folha:colmo, e uma resposta importante foi observada na última avaliação em que, nos tratamentos resultantes do

consórcio, foi inferior a um, e em níveis intermediários das adubações, foram inferiores aos encontrados para a testemunha comparativa (Tabela 4). A relação folha:colmo é uma variável extremamente importante a ser considerada no manejo da pastagem, pois interfere tanto no valor nutritivo da forragem, como no comportamento ingestivo de matéria seca do animal em regime de pastejo. Possivelmente, um valor abaixo de um para a relação folha:colmo já estaria causando alguma limitação para a produção animal, seja em função do comprometimento da composição bromatológica, ou da ingestão de matéria seca, ou de ambos.

A relação folha:colmo é muito responsiva ao acúmulo de forragem, portanto, períodos de descanso longos (Alexandrino et al., 2005a), associados à elevada taxa de crescimento contribui para o estreitamento desta relação, justificando os menores valores observados aos 190 DAS para a *B. brizantha* solteira e o menor valor observado na última avaliação para todos os tratamentos.

CONCLUSÕES

Em consórcio, o milho é mais produtivo com a elevação dos níveis das adubações, aumentando sua capacidade competitiva com a forrageira.

No estabelecimento do consórcio, a interferência do milho sobre o capim cessa completamente nas maiores doses de P₂O₅ e N utilizadas.

No consórcio de milho com a forrageira há o aproveitamento da adubação residual, beneficiando o crescimento do capim após a colheita do cereal, inclusive no início da estação de crescimento seguinte.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- Alexandrino, E.; Mosquim, P.R.; Nascimento Júnior, D. do; Vaz, R.G.M.V.; Detmann, E. Evolução da biomassa e do perfil da reserva orgânica durante a rebrotação da “*Brachiaria brizantha*” cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. v. 9, n. 2, p. 190-200, 2008.
- Alexandrino, E.; Gomide, C.A.M.; Candido, M.J.D.; Gomide, J.A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagens de capim-Mombaça sob lotação intermitente. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2174- 2184, 2005a.
- Alexandrino, E.; Gomide, J.A.; Gomide C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2164-2173, 2005b.
- Alvarenga, R.C.; Cobucci, T.; Khuthcouski, J.; Wruch, F.J.;

- Cruz, J.C.; Gontijo Neto, M.M. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2006. 12p. (Circular técnica, 80).
- Alvim, J.M.; Botrel, M.A.; Salvati, J.A. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação com a cultura do milho. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 18, n.5, p.417-425, 1989.
- Borghi, E.; Crusciol, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.2, p.163-171, 2007.
- Cecato, U.; Yanaka, F.Y.; Toscano, M.R.B.F.; Santos, G. T. dos; Canto, M.W. do; Onorato, W.M.; Peternelli, M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandú (*Brachiaria brizantha* [Hochst] stapf. cv. Marandú). 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. (Eds). Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa – MG: UFV, 2001. p.583-624.
- Da Ros, C.O.; Salet, R.L.; Porn, R.L. 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.
- Dias-Filho, M.B. Crescimento e alocação de biomassa nas gramíneas C4 *Brachiaria brizantha* e *B. humidicola* sob sombreamento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.12, p.2335-2341, 2000.
- Dias-Filho, M.B. Respostas fotossintéticas das gramíneas C4 *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* sob sombreamento. Scientia Agrícola, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.
- Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. Produção de milho. Guaíba:Agropecuária, 2000. 360p.
- FAO. Fighting food inflation through sustainable investment. <http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/1000808/en/FAOEBRD.pdf>. 25 Mai. 2008.
- Gonçalves, L.S.; Franchini, J.C. Integração Lavoura-Pecuária. Londrina: Embrapa-CNPMS, 2007. 8p. (Circular Técnica, 44).
- Jakelaitis, A.; Silva, A.A.; Ferreira, L.R.; Silva, A.F.; Freitas, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). Planta Daninha, v.22, n.4, p.553-560, 2004.
- Jakelaitis, A.; Silva, A.A.; Ferreira, L.R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. Acta Scientiarum, v.27, n. 1, p.39-46, 2005.
- Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; Aidar, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2003. 569 p.
- Lara-Cabezas, W.A.R.; Padua, R.V. de. Efficiency and distribution of nitrogen applied on side-dressing in corn intercropped with *Brachiaria ruziziensis*, cultivated in Santa Fe system. Bragantia, v.66, n.1, p.131-140, 2007.
- Pedreira, B.C.; Pedreira, C.G.S.; Silva, S.C.da. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.2, p.281-287, 2007.
- Portes, T.A.; Carvalho, S.I.C.; Oliveira, I.P. de; Kluthcouski, J. 2000. 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.
- Rajcan, I.; Swanton, C. Understanding maize-weed competition: recourse competition, light quality and the whole plant. Fields Crop Research, v.71, n.1, p.139-150, 2001.
- Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM. Boletins Climatológicos. <http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Boletim>. 29 Mar. 2007.
- Silva, A.A.; Jakelaitis, A.; Ferreira, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura pecuária. In: Zambolim, L.; Silva, A.A.; Agnes, E.L. (Orgs.). Manejo integrado: integração agricultura pecuária. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Editora Ltda, 2004. p.117-169.