

## BROMATOLOGIA E NUTRIÇÃO DO MILHO SUBMETIDO À DOSES DE POTÁSSIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Simério Carlos Silva Cruz<sup>1</sup>, Silvio José Bicudo<sup>2</sup>, Carla Gomes Machado<sup>3</sup>, Francisco Rafael da Silva Pereira<sup>4</sup>, Elizeu Luiz Brachtvogel<sup>5</sup>

**Resumo:** Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adubação potássica sobre a bromatologia e o teor de macronutrientes na planta de milho cultivado em sistema de integração lavoura-pecuária. O experimento foi conduzido na UNESP, em Botucatu (SP), nos anos agrícolas de 2007/2008 e 2008/2009. O experimento consistiu de 16 tratamentos estabelecidos em esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições. Cada dose de K<sub>2</sub>O (0, 75, 150, 225 kg ha<sup>-1</sup>) correspondeu a uma parcela, sendo as subparcelas formadas pela presença ou ausência de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada como planta de cobertura; as subsubparcelas foram compostas por dois sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Os valores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e proteína bruta se ajustaram a equações lineares, as quais foram negativas para fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e positivas para proteína bruta; noutros termos, os valores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido reduziram significativamente com o aumento das doses em kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Conclui-se então, que a planta de milho tem sua qualidade bromatológica melhorada quando cultivada sob palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e submetida a doses crescentes de K<sub>2</sub>O. A presença de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura proporciona maiores teores de Mg, N e P na planta de milho cultivado em sucessão. A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu quando cultivada em consórcio, eleva o teor de Ca no tecido vegetal do milho.

<sup>1,3</sup> Professor Doutor da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. BR 364, km 193, CEP: 75801-615 – Jataí - GO – Brasil. Email: [simerio\\_cruz@yahoo.com.br](mailto:simerio_cruz@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Professor Doutor do Departamento de Produção Vegetal; UNESP, Avenida José Barbosa de Barros, CxP. 1 237, CEP: 18603-970 – Botucatu – SP – Brasil.

<sup>4</sup> Professor Doutor do Instituto Federal de Alagoas. Rua Odilon Vasconcelos, n. 103, Jatiúca - CEP: 57035-350 - Maceió – AL – Brasil.

<sup>5</sup> Professor Instituto Federal do Mato Grosso, Campus Confresa. Av. Vilmar Fernandes, n. 300, Setor Santa Luzia, CEP: 78 652-000. Confresa – MT – Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** fibra em detergente neutro; fibra em detergente ácido; proteína bruta; níveis de K<sub>2</sub>O.

**THE BROMATOLOGY AND NUTRITION OF MAIZE TREATED WITH POTASSIUM DOSAGES IN A SYSTEM INTEGRATING AGRICULTURE AND CATTLE RAISING**

**Abstract:** This work aimed at assessing the effect of potassic fertilization on the bromatology and macronutrients content of maize grown in a system integrating agriculture and cattle raising. The experiment was carried out at UNESP, in Botucatu, São Paulo state, during the agricultural season of 2007–8 and 2008–9. It consisted of sixteen treatments in random blocks with parcels being subdivided in four replications. Each K<sub>2</sub>O dosage (0, 75, 150, and 225 kilos per hectare) corresponded to a parcel, the sub-parcels being made up by the presence or absence of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu grown as mulch. Subsub-parcels were made up of growing systems (maize intercropped or not with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu). One can notice that rates of neutral detergent fiber, acid detergent fiber and of crude protein fitted linear equations, which were negative regarding both neutral detergent fiber and acid detergent fiber; and positive in regard to crude protein. In other words, neutral detergent and acid detergent fibers' rates reduced dramatically with the increase of K<sub>2</sub>O dosages per hectare. These results lead to the conclusion that maize plant bromatologic quality improves when it is grown under mulch of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and treated with increasing K<sub>2</sub>O dosages. The presence of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu grown as mulch provides higher levels of Mg, N and P in corn grown in succession. The *Brachiaria brizantha* cv. Marandu when grown in intercropping increased the content of Ca in plant tissue of corn.

**KEY WORDS:** neutral detergent fiber; acid detergent fiber; crude protein; K<sub>2</sub>O levels.

### INTRODUÇÃO

Sistemas de produção integrados chamam a atenção por apresentarem algumas vantagens em relação aos sistemas mais simplificados quanto à diversificação

agrícola. Dentre eles, pode-se destacar o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (SILP), que vem ganhando cada vez mais espaço nas propriedades rurais,

principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil.

A determinação de níveis críticos e das doses recomendáveis de nutrientes a serem adicionadas ao solo, neste sistema, é de vital importância para uso racional de fertilizantes. A produção agrícola está diretamente relacionada com a disponibilidade dos nutrientes, que em determinada condição depende, além das formas químicas em que o mesmo se encontra no solo, da capacidade de absorção da cultura, do desenvolvimento do sistema radicular, do tempo de crescimento e, ainda, das condições climáticas e da disponibilidade de outros nutrientes (ANDRADE et al., 2000).

O potássio (K) é um nutriente mineral que não possui função estrutural no metabolismo das plantas. Por outro lado, é o cátion mais abundante no citoplasma, contribuindo sobremaneira para a manutenção do potencial osmótico das células e tecidos, atuando como ativador enzimático e como neutralizador de macromoléculas aniônicas (MARSCHNER, 1995), e também absorção de nitrogênio e síntese protéica (MALAVOLTA, 2006), tornando-se, importante para a produção e qualidade da forragem.

Além de ser um elemento de alto custo de importação, o K sofre grande

lixiviação nos solos altamente intemperizados e profundos e, assim, não se acumula de maneira significativa nos solos (PREZOTTI et al., 1988). É, portanto, um elemento do qual não se esperam, nesses solos, respostas residuais por um período muito longo, devendo sua recomendação de adubação basear-se no conhecimento de seu nível crítico no solo (ANDRADE et al., 2000).

A composição mineral e bromatologia de espécies forrageiras varia com uma série de fatores, entre os quais se destacam: solo e adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies, variedades, estações do ano e intervalo de cortes (ANDRADE et al., 2000).

Alguns estudos relatam a interferência da adubação potássica na composição bromatológica da cultura do milho principalmente para os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (MARSCHNER, 1995).

Estes fatos podem, também, ser explicados pela relação de interação que ocorre entre K e alguns macronutrientes como nitrogênio (N) e cálcio (Ca) (MALAVOLTA, 2006; SOUSA et al., 2008), já que estes elementos exercem influência sobre a porcentagem de proteína bruta, a qual está mais relacionada ao teor de N no tecido vegetal, e estrutura da

parede celular (FDN e FDA) que apresenta relação direta com a concentração de Ca na planta.

As avaliações destas relações em estudos envolvendo sistemas mistos de produção, como o SILP, ainda precisam de mais atenção a fim de se conhecer a interferência deste tipo de sistema sobre as relações citadas anteriormente.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adubação potássica sobre a bromatologia da cultura do milho cultivado em SILP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia na Universidade Estadual Paulista FMVZ / UNESP, em Botucatu-SP, nos anos agrícolas de 2007/2008 e 2008/2009. A localização geográfica desta área está definida pelas seguintes coordenadas: latitude 22°51'S, longitude 48°26' W Grw e altitude de 786m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, clima mesotérmico com inverno seco. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999), com relevo suave ondulado e com boa drenagem. A amostra de solo coletada na camada de 0-20 cm e submetida à

caracterização química, conforme método descrito em Raij et al. (2001), apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,8, M.O. = 23 g dm<sup>-3</sup>, P (resina) = 16 mg dm<sup>-3</sup>, K, Ca, Mg, H+Al e CTC, de: 0,8; 29; 95 22; 26; 78; mmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

O experimento foi constituído por 16 tratamentos estabelecidos em esquema de blocos casualizados com parcelas subsubdivididas, em quatro repetições. Cada dose de K<sub>2</sub>O (0, 75, 150, 225 kg ha<sup>-1</sup>) correspondeu a uma parcela, sendo as subparcelas formadas pela presença ou ausência de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada no ano agrícola de 2007/2008 como planta de cobertura, e subsubparcelas compostas por dois sistemas de cultivo: milho solteiro e milho consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. As doses de K<sub>2</sub>O e os sistemas de cultivo só foram implantados no ano agrícola de 2008/2009. Foi utilizado o híbrido simples de milho DKB177. A área de cada subsubparcela correspondeu a 35 m<sup>2</sup> (5 x 7 m).

A semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, para formação das subparcelas, foi realizada no dia 22/11/2007, utilizando-se semeadora pneumática de tração tratorizada, com cinco linhas individuais espaçadas de 0,40 m, com profundidade aproximada de 2 a 3 cm, utilizando-se 7 kg ha<sup>-1</sup> de sementes,

com valor cultural de 76%. Para possibilitar a distribuição uniforme das sementes ao longo das linhas de semeadura foram utilizados discos dosadores recomendados para semeadura de sorgo. Não houve adubação para esta cultura.

Foram realizadas operações de roçagem a cada intervalo de três meses, com intuito de controlar o desenvolvimento da mesma. Todo material roçado permanecia na área após as operações. As áreas correspondentes as subparcelas com ausência de planta de cobertura, foram mantidas limpas por meio de aplicação de 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, produto comercial Roundup Original (480 g L<sup>-1</sup> de i.a.).

No dia 17/11/2008, 360 dias após a semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, toda área experimental foi dessecada por meio de aplicação de 4,0 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, produto comercial Roundup Original (480 g L<sup>-1</sup> de i.a.).

Neste período, nas subparcelas com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura, havia uma massa seca de aproximadamente 13 Mg ha<sup>-1</sup>. Um dia antes desta dessecação foram coletadas folhas para determinação do teor foliar de K. Após análise laboratorial, seguindo a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997), foi constatado que as plantas

continham teor médio de K de 7,3 g kg<sup>-1</sup> de massa seca.

Como fonte de K<sub>2</sub>O, foi utilizado cloreto de potássio, diluído em água para facilitar a aplicação em área total. Utilizou-se volume de calda igual a 533 L ha<sup>-1</sup>.

Como a barra aplicadora continha 5 bicos espaçados a 50 cm, e a área da subparcela correspondia a 70m<sup>2</sup> (subsubparcela de 35m<sup>2</sup> multiplicado por 2), ficou estabelecido que a área de aplicação corresponderia a 75m<sup>2</sup>, ou seja, durante a aplicação um dos bicos passaria fora da área da subsubparcela. Desta forma, cada área de 75 m<sup>2</sup> receberia 4 litros da mistura KCL + água. Para maior facilidade no procedimento de aplicação das doses, fez-se a opção de realização do cálculo para a menor dose. Desta forma o tratamento cujas doses correspondiam a 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O recebia um aplicação de 4 litros da solução, o tratamento cujas doses correspondiam a 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O recebia duas aplicações de 4 litros da solução e o tratamento cuja dose correspondiam 225 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O recebia três aplicações de 4 litros da solução.

Esta adubação foi realizada no dia 16/12/2008. Para aplicação das doses de K<sub>2</sub>O, foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante, pressurizado por CO<sub>2</sub>, com barras de 5 bicos (modelo = S.S.

CO. FULLJET FL-8VC), pressão de 3,1 kg cm<sup>-3</sup> e velocidade de aplicação de 1 m s<sup>-1</sup>.

A semeadura do milho foi realizada no dia 17/12/2008 com revolvimento do solo apenas na linha de semeadura, utilizando-se semeadora de tração tratorizada, com três linhas individuais espaçadas de 0,90 m, colocando-se seis sementes por metro.

A semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, para caracterização das subsubparcelas, foi realizada 20 dias após a emergência das plântulas de milho no campo. Foram semeadas duas linhas de *Brachiaria brizantha* nas entrelinhas do milho, em área total. As sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram misturadas juntamente com o equivalente a 333,33 kg ha<sup>-1</sup> de uréia, utilizada para realização da adubação nitrogenada de cobertura para cultura do milho. Para as subsubparcelas com cultivo do milho solteiro a adubação nitrogenada de cobertura foi realizada somente com o fertilizante uréia.

Por ocasião da semeadura do milho, toda área experimental, recebeu 30 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, na forma de uréia e superfosfato triplo. Essa adubação foi realizada no sulco de semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma

de uréia aos 20 dias após emergência das plântulas de milho.

Para análise foliar da cultura do milho, foram coletadas o terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga superior, excluída a nervura central, coletada por ocasião da inflorescência feminina (embonecamento), e recomendada para avaliar o estado nutricional desta cultura (MARTINEZ et al., 1999). As folhas permaneceram em estufa a 60 °C até peso constante. Em seguida, as folhas secas, foram processadas em moinho, e o material seco e moído foi submetido à análise química para determinação dos teores de macronutrientes de acordo com metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Para realização da análise bromatológica da cultura do milho, foram coletadas plantas em três metros de linha na área útil de cada subsubparcela, quando as plantas se encontram no estágio de grão leitoso. O material, planta inteira sem espigas, foi pesado e processado em máquina picadora de forragem. Foram coletadas duas subamostras, de 300 gramas cada, de material picado para determinação da massa seca de forragem por hectare e umidade do material, através de regra de três simples. As subamostras permaneceram em estufa a 60 °C até peso

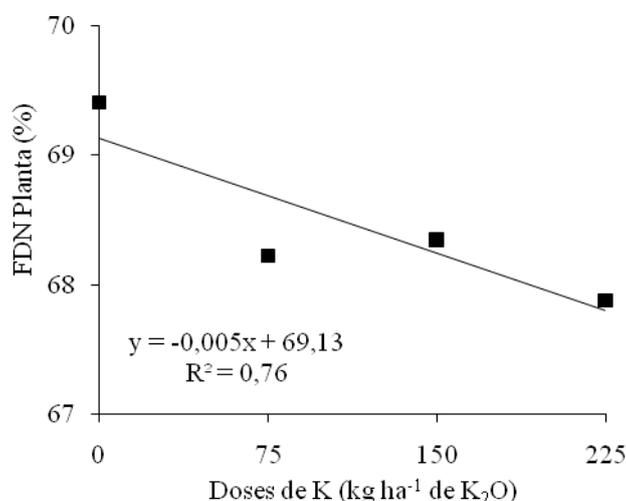
constante. Após pesagem, as subamostras secas foram processadas em moinho, e o material seco e moído foi submetido à análise para determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1970). O teor de proteína bruta (PB) dos materiais foi determinado de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1990). Foi avaliada também a massa seca de plantas por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Os dados referentes às doses de potássio foram submetidos à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas, sendo aceitas as equações significativas até 5% de probabilidade pelo

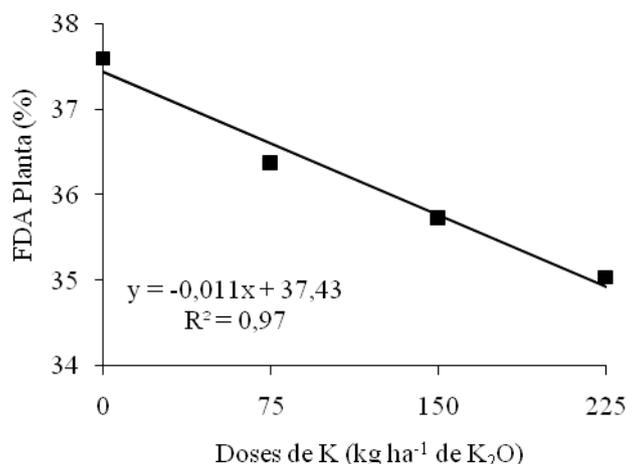
teste F, com o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados referentes à composição bromatológica das plantas de milho, observou-se que os valores de FDN, FDA e proteína bruta ajustaram-se a equações lineares, sendo estas negativas para FDN e FDA e positiva para proteína bruta, ou seja, os valores de FDN e FDA reduziram significativamente de forma linear com o aumento das doses em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figuras 1 e 2), enquanto os teores de proteína na planta se elevaram com o aumento dos teores de K (Figuras 3). Para massa seca de plantas houve significância apenas para o fator de variação subparcela (Tabela 1). Nenhum tipo de interação foi significativa.



**Figura 1** - Teor de FDN na planta de milho em função de doses de  $\text{K}_2\text{O}$ .



**Figura 2** - Teor de FDA na planta de milho em função de doses de K<sub>2</sub>O.

Como a FDN é composta por celulose + hemicelulose + lignina, correspondendo à parede celular, e FDA composta por celulose + lignina, pode-se inferir que os teores de Cálcio (Ca) no tecido vegetal do milho neste experimento influenciaram decisivamente nos valores destes dois componentes bromatológicos, uma vez que o Ca é essencial para manutenção da integridade estrutural da parede celular (MALAVOLTA, 2006). Ressalta-se que o teor de Ca no tecido vegetal do milho nesta pesquisa, também diminuiu de forma linear com o aumento das doses de K<sub>2</sub>O (Figura 4).

Os resultados deste experimento são reforçados pelos dados apresentados por Mistura et al. (2009), os quais observaram relação entre o valor de FDN das folhas de cunhã (*Clitoria ternatea*) e o teor de cálcio

no tecido vegetal desta espécie. Costa et al. (2006) encontraram interação entre doses de K e teor de FDN. Estes relatam que ao aumentarem as doses de K diminuíram os teores de FDN no tecido vegetal da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5.

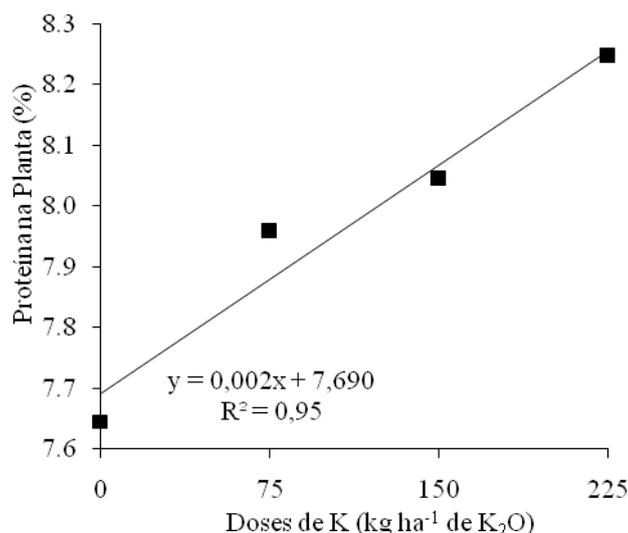
O teor de FDN é um importante parâmetro que define a qualidade da forragem, bem como um fator que limita a capacidade ingestiva por parte dos animais (COSTA et al., 2006). Nússio et al. (2002) relataram que, forragens de elevada digestibilidade de FDN proporcionam elevado potencial de consumo de matéria seca e, conseqüentemente melhor produção de leite e carne.

De acordo com Aguiar (1999), os valores de FDN de forrageiras tropicais são altos, geralmente acima de 65% em rebrotas e de 75 a 80% em estádios mais

avançados de maturação. Para Van Soest (1994), o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que o valor dos constituintes da parede celular superiores a 60% na massa seca correlacionou-se de forma negativa com o consumo de forragem.

O aumento linear do teor de proteína nas plantas quando submetidas às doses de  $K_2O$  (Figura 3) explica-se pelo fato do K possuir papel fundamental na nutrição das plantas, sendo o cátion em maior

concentração, um nutriente com relevantes funções fisiológicas e metabólicas, como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e também absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, importantes para a produção e qualidade da forragem (MARSCHNER, 1995). Andrade et al. (2000), trabalhando com adubação potássica no capim-elefante, verificaram aumentos nos teores de proteína bruta, com aplicação das maiores doses deste nutriente ao solo.



**Figura 3** - Teor de proteína bruta na planta de milho em função de doses de  $K_2O$ .

Considerando-se que teores de PB inferiores a 7% são limitantes à produção animal, por implicarem em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade e balanço nitrogenado negativo (COSTA et al., 2006), observou-

se que as plantas de milho neste experimento, atenderiam satisfatoriamente aos requerimentos protéicos mínimos dos ruminantes, mesmo com as mais baixas doses de K. Segundo Euclides (1995), esse teor de proteína bruta é adequado para a

produção máxima para todos os propósitos num rebanho de corte.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados dos teores de FDN, FDA, proteína bruta e massa seca de plantas de milho, determinados no estágio de grão leitoso, avaliando-se isoladamente os fatores qualitativos de variação subparcela (presença ou ausência de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura) e subsubparcela (milho solteiro

ou consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu). De acordo com os dados apresentados, pode-se observar que houve superioridade nos valores de FDN, proteína bruta e massa seca nas plantas cultivadas nas subparcelas caracterizada pela presença de palha de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como cobertura do solo. Entre valos de FDA não houve diferença significativa.

**Tabela 1** - Média dos teores de FDN, FDA, proteína bruta e massa seca de plantas de milho cultivado com e sem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura e em sistema de consorcio com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (CB) e solteiro (SB).

Tratamentos	Análise Bromatológica da Planta de Milho			
	FDN	FDA	Proteína	Massa Seca de Plantas
	.....%.....			kg ha <sup>-1</sup>
Com palha	69,43 A	36,29 A	8,22 A	8186,0 A
Sem palha	67,50 B	36,08 A	7,76 B	6660,5 B
DMS	0,62	0,70	0,40	349,360
CV%	2,67	3,58	9,30	8,64
SB	68,35 A	36,29 A	7,89 A	7435,90 A
CB	68,58 A	36,08 A	8,08 A	7410,50 A
DMS	0,72	0,67	0,56	309,36
CV%	2,05	4,42	13,61	8,07

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os resultados referentes ao teor de proteína nas subparcelas são explicados pelo melhor estado nutricional das plantas de milho cultivadas sob palha de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, principalmente quanto aos níveis de Mg, N e P (Tabela 2).

Quanto aos valores referentes à massa seca de plantas ha<sup>-1</sup>, observa-se que houve diferença significativa, onde o tratamento com palha foi em média 1.525,5 kg ha<sup>-1</sup> superior ao tratamento sem palha.

Estes resultados estão relacionados à alta eficiência da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como recicladora de nutrientes e posteriores disponibilização destes para cultura subsequente.

Crusciol et al. (2009) avaliando sistemas de consórcio entre milho e *Brachiaria brizantha*, relataram que o teor de P e K foi maior nas áreas onde havia a presença da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Jakelaitis et al. (2005) estudando a produtividade e plantas daninhas na cultura do feijão em sucessão ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha*, também observaram maiores níveis de P, N e K nos feijoeiros desenvolvidos na palha de braquiária.

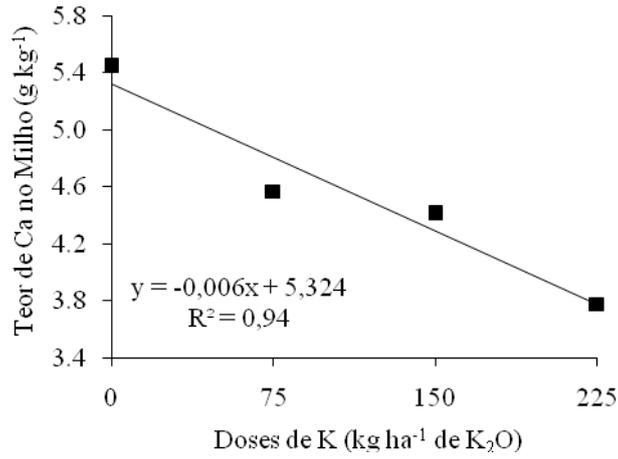
Avaliando a produtividade de culturas em sucessão a forrageiras Crusciol et al. (2009) observaram que na ausência de adubação nitrogenada, o cultivo anterior de milho com *Brachiaria brizantha* proporcionou maior teor de N nas folhas das plantas de feijão, o que de acordo com os autores, pode estar relacionado com a maior reciclagem desse nutriente proporcionado pela forrageira, como discutido anteriormente.

Para o fator de variação subsubparcela não foram constatadas interferências da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema de consórcio nas variáveis bromatológicas analisadas nas plantas de milho (Tabela 1).

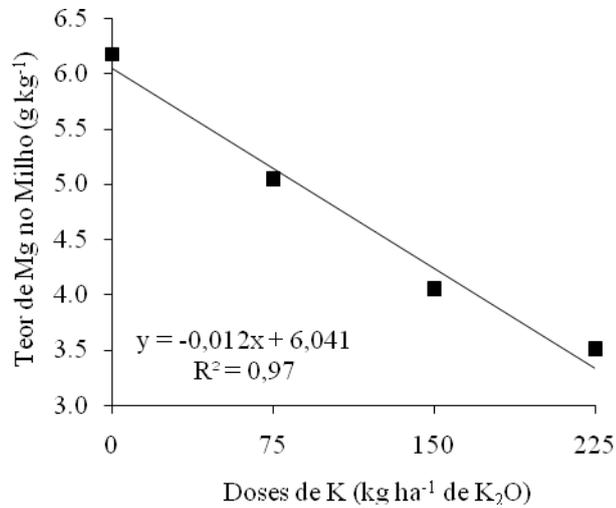
Borghetti et al. (2006) também não encontraram variações significativas nos teores de FDN, FDA, proteína bruta e massa seca de plantas de milho, quando comparados os tratamentos milho consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e milho solteiro.

Os dados desta pesquisa discordam dos apresentados por Leonel (2007), o qual encontrou diferenças significativas para os teores de proteína bruta no milho cultivado em sistema de consórcio com capim braquiária e solteiro.

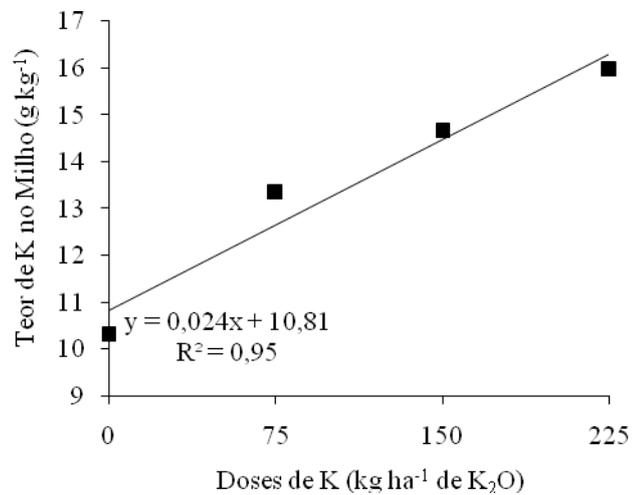
Quanto aos resultados referentes aos teores de macronutrientes na planta de milho, observou-se que os valores de Ca, Mg e K se ajustaram a equações lineares, sendo estas negativas para Ca e Mg (Figuras 4 e 5) e positiva para K (Figuras 6), quando submetidas às doses de K<sub>2</sub>O.



**Figura 4** - Teor de cálcio na planta de milho em função de doses de K<sub>2</sub>O.



**Figura 5** - Teor de magnésio na planta de milho em função de doses de K<sub>2</sub>O.



**Figura 6** - Teor de potássio na planta de milho em função de doses de K<sub>2</sub>O.

Estes resultados, expressam a ocorrência de inibição competitiva para o Ca e o Mg em relação à elevação dos níveis de K no tecido vegetal do milho. Isto ocorre quando o aumento da concentração de um íon provoca a diminuição, geralmente parcial e reversível, na absorção de outro elemento, o qual se combina, com o mesmo sítio do carregador para cruzar a membrana (MALAVOLTA, 2006).

Na Tabela 2, encontram-se os resultados dos teores de macronutrientes na planta de milho, avaliando-se isoladamente os fatores qualitativos de variação subparcela (presença ou ausência de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura) e subsubparcela (milho solteiro ou consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

**Tabela 2** - Média dos teores de macronutrientes na planta de milho cultivado com e sem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura e em sistema de consórcio com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (CB) e solteiro (SB).

Tratamentos	Macronutrientes na Planta de Milho				
	Ca	Mg	N	P	K
	g kg <sup>-1</sup>				
Com palha	4,42 A	4,85 A	25,10 A	2,12 A	13,70 A
Sem palha	4,68 A	4,53 B	23,84 B	1,32 B	13,43 A
DMS	0,26	0,21	0,66	0,08	0,85
CV%	10,65	8,19	4,97	9,05	11,55
SB	4,46 A	4,68 A	24,61 A	1,72 A	13,68 A
CB	4,64 B	4,70 A	24,33 A	1,73 A	13,45 A
DMS	0,16	0,20	0,54	0,09	0,66
CV%	6,98	8,18	4,26	10,11	9,38

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Quanto ao fator de variação subparcela, pode-se constatar que houve variação significativa apenas para os macronutrientes Mg, N e P. Houve significância nos teores desses elementos no tecido vegetal do milho conduzido nas subparcelas onde havia a presença da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura.

Analisando o fator de variação subsubparcela, foi observado que a presença da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em consórcio com o milho influenciou significativamente apenas o teor de Ca no tecido vegetal do milho, onde o sistema de consórcio proporcionou valores mais elevados deste nutriente quando comparado o sistema de cultivo do milho solteiro.

Cruz et al. (2008), estudando a nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos do solo, também verificaram teores de cálcio mais elevados no tecido vegetal do milho quando cultivado em sistema de consórcio, em comparação ao milho solteiro.

## CONCLUSÕES

A planta de milho tem sua qualidade bromatológica melhorada quando cultivada sob palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e submetida a doses crescentes de K<sub>2</sub>O.

A presença de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como planta de cobertura proporciona maiores teores de Mg, N e P na planta de milho cultivado em sucessão.

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu quando cultivada em consórcio, eleva o teor de Ca no tecido vegetal do milho.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 85-138.

Entretanto, Borghi e Crusciol (2007) verificaram que a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em consórcio com milho, em espaçamento de 0,45 e 0,90 m, sendo a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu semeada na linha e na entre linha, não interferiu na concentração de macronutrientes na planta de milho.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M. DA; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H. MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. DE. Produtividade e valor nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.6, p.1589-1595, 2000.

AOAC. **Official methods of analysis**. 13th. Ed. Washington, DC, 1990. 1015 p.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C.; MATEUS, G. P. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de *Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 369-381, 2006.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio

direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P. de; FAQUIN, V.; MACHADO, E. L.; RAMOS, J. C.; LIMA, FILHO, A. K. de. Efeitos quantitativo e qualitativo do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belo, v. 1, n. 1, p. 56-70, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 125, p. 2-15, 2009.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 733-739, 2008. Suplemento.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 245-274.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970, 379 p. (Agricultural handbook).

JAKELAITIS, A. SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F. da; PEREIRA, J. L. Produtividade e plantas daninhas na cultura do feijão em sucessão ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 302, p. 602- 612, 2005.

LEONEL, F. P. **Consórcio de capim-braquiária com milho ou soja: produção e composição químico-bromatológica das silagens**. 2007. 166 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 201 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrients mineral. In: **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

MISTURA, C.; OLIVEIRA, F. A.; ARAGÃO, A. S. L.; PEREIRA, L. G. R.; SOUSA, T. C.; VIEIRA, P. A. S.; BRANDÃO, L. G. N. Composição bromatológica da cunhã cultivada em diferentes doses de calcário dolomítico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Resumos...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

NUSSIO, G. L.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. de F.; SANTOS, F. A. P.

Volumosos suplementares – estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002, p. 193-232.

PREZOTTI, L. C. DEFELIPO, B. V.; ALVARES V. V. H. Nível crítico de potássio no solo para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 65-70, 1988.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

SOUSA, V. F. de, FOLEGGATTI, M. V.; FRIZZONI, J. A. DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE JUNIOR, B. S.; BATISTA, E. C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 41-46, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant: plant, animal and environment**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.