

Teor e acúmulo de nutrientes no consórcio de milho com forrageiras no sistema plantio direto

Veridiana Z. de Mendonça¹, Luiz M. M. de Mello², Marcelo Andreotti² & Elcio H. Yano²

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Programa de Pós-graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Rua Dr. José Barbosa de Barros, 1780, 18.610-307, Botucatu-SP. E-mail: veridianazm@yahoo.com.br

² Faculdade de Engenharia/UNESP, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Avenida Brasil, 56, 15.385-000, Ilha Solteira-SP. E-mail: malcolm@agr.feis.unesp.br; dreotti@agr.feis.unesp.br; elcio@agr.feis.unesp.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a extração de nutrientes do milho (*Zea mays*) e de forrageiras em consórcio, realizou-se em área da UNESP, campus de Ilha Solteira, um experimento que consistiu do consórcio de milho com quatro forrageiras: *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*, *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia e *Megathyrsus maximus* cv. Áries, semeadas em três modos: 1. na linha de semeadura do milho, misturada ao adubo; 2. a lanço, no mesmo dia da semeadura do milho e 3. a lanço no estágio V4 do milho. O delineamento foi de blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 3 e quatro repetições. Na época da colheita do milho para silagem, foram coletadas amostras da parte aérea do milho e das forrageiras. No material vegetal foram determinados, após secado em estufa, pesado e triturado, os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Nas forrageiras a extração de N, P e K foi inferior quando a semeadura da forrageira foi realizada a lanço, no estágio V4 do milho e dentre as espécies estudadas se destaca *U. ruziziensis*, com maior capacidade de extrair nutrientes do solo quando cultivada em consórcio. Os teores de nutrientes no milho estavam adequados e os arranjos de consorciação não interferiram na extração de nutrientes da cultura, independente do tipo de consórcio.

Palavras-chave: cerrado, competição interespecífica, integração lavoura-pecuária, nutrição de plantas

Content and accumulation nutrient in the corn intercropped with forage in no tillage

ABSTRACT

Aiming to evaluate the nutrient uptake of forage intercropped with maize (*Zea mays*), was conducted in the experimental area of the UNESP, campus of Ilha Solteira, in an study consisted of intercropping maize with four tropical forages: *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*, *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania and *Megathyrsus maximus* cv. Aries, sown in three ways: 1) in the seeding row of maize, seeds mixed with fertilizer; 2) throwing in the day of sowing maize and 3) throwing in the V4 stage of maize. Randomized block designs with a 4 x 3 factorial design with four replicates were established. During the corn silage harvest samples were collected shoots of corn and forage. The plant material after oven dried, weighed and crushed for determination of macronutrients N, P, K, Ca, Mg and S. In forages, extraction of N, P and K was lower when the forage seeding was done by throwing the corn V4 stage and among the species studied; *U. ruziziensis* shows greater ability to extract soil nutrients when grown in a consortium. The corn crop had adequate nutritional contents and arrangement of intercropping did not affect the nutrient uptake of the crop regardless of the consortium.

Key words: cerrado, interspecific competition, crop-livestock integration, plant nutrition

Introdução

A baixa fertilidade química dos solos é um dos fatores críticos para a pecuária brasileira, agravado pelos degradantes sistemas de produção, refletindo negativamente nos teores de minerais nas plantas, alimento básico dos bovinos. Esses e outros fatores explicam os históricos de deficiências em minerais que, no passado, inviabilizaram a produção de bovinos sem suplementação em muitas regiões brasileiras (Leonel et al., 2006).

Em relação às condições de solo, o manejo adotado para as forrageiras é o mínimo possível. Por outro lado, em vários modelos de produção de culturas anuais tem sido constatada a necessidade de adição de corretivos e fertilizantes minerais, em quantidade e qualidade equilibradas, para obtenção de rendimentos satisfatórios (Kluthcouski et al., 2003).

A estratégia de integração lavoura-pecuária é considerada uma alternativa para que se possa conduzir uma agropecuária sustentável e competitiva. Com isto, o cultivo de grãos, como soja e milho, nos modelos de consórcios com espécies forrageiras, principalmente do gênero *Urochloa*, pode proporcionar, em uma única estação chuvosa, produção de grãos e forragem de qualidade adequada (Carvalho, 2007).

Quando o milho é cultivado com a finalidade de produzir silagem, o manejo da adubação e posteriores tratamentos da cultura, devem ser conduzidos de forma diferenciada às recomendações para produção somente de grãos visto que, além dos grãos, a parte vegetativa é exportada do campo antes que a cultura complete seu ciclo, fazendo com que seja exportada a maior parte dos nutrientes que foram extraídos do solo durante o ciclo de vida da cultura. Isto pode causar desbalanço de nutrientes e empobrecimento rápido do solo, tendo como consequência a queda de produtividade e baixa qualidade da silagem em cultivos posteriores (Coelho, 2006).

Em condições de Cerrado as gramíneas têm desempenhado papel fundamental como planta de cobertura. Os modelos de cultivo consorciado de plantas anuais com plantas forrageiras proporcionam aumento da disponibilidade de forragem na estação seca, com qualidade suficiente para manutenção nutricional dos rebanhos e até mesmo para promoção de ganho de peso animal. Além disto, esses modelos de produção eliminam a necessidade de semear plantas de cobertura no inverno ou na primavera, com vista à produção de palhada demandada no sistema plantio direto (Barducci et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis nutricionais e a capacidade de extração de macronutrientes de forrageiras (dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*) e de milho destinado à silagem quando consorciados no sistema plantio direto no Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no outono/inverno de 2010, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia da UNESP de Ilha Solteira, SP, localizada no município de Selvíria, MS, com altitude de 350 metros e 4% de declividade. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa (Embrapa, 2006) e o clima da

região é caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Os atributos químicos iniciais do solo foram, na camada de 0,0-0,3 m: pH (CaCl₂) = 4,9; MO = 21 g dm⁻³; H+Al = 35 mmol_c dm⁻³; P (resina) = 20 mg dm⁻³; K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ = 32,4 mmol_c dm⁻³, 13 mmol_c dm⁻³ e 8 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e V = 41%. A temperatura média do período de condução do experimento, de maio a setembro, foi de 23,8°C e a precipitação média de 30,7 mm. O fornecimento de água foi realizado por irrigação via pivô central, conforme a rotina da fazenda experimental.

Na época da instalação do experimento a área era manejada com sistema plantio direto há dez anos e possuía, como cultura antecessora, a soja (*Glycine max*). Os tratamentos foram constituídos por quatro forrageiras consorciadas com milho: *Urochloa brizantha*; *Urochloa ruziziensis*; *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia e *Megathyrsus maximus* cv. Áries, em três modos de semeadura das forrageiras: milho com forrageira semeada na linha de semeadura, misturada ao adubo; milho com forrageira semeada a lanço, em área total no mesmo dia da semeadura do milho; milho com forrageira semeada a lanço na época de adubação de cobertura do milho, no estágio V4, empregando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (4x3) com quatro repetições.

Cada parcela experimental foi constituída de sete linhas de milho, cultivar DKB 390 YG, espaçadas a 0,45 m, de 18 m de comprimento, visando a uma população de 60.000 plantas ha⁻¹. Carreadores de 15 m entre os blocos experimentais foram utilizados para a manobra das máquinas. Na consorciação foram utilizados 11 kg ha⁻¹ de sementes certificadas de cada forrageira com valor cultural de 35 %. A adubação mineral no sulco de semeadura foi realizada com 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) e a adubação de cobertura, no estágio V4 do milho, com 72 kg ha⁻¹ de K₂O e 135 kg ha⁻¹ de N.

Na ocasião da colheita do milho para silagem foram coletadas amostras de matéria verde de milho a 20 cm do solo e amostras de matéria verde das forrageiras coletadas rente ao solo. O material vegetal foi levado à estufa (65°C por 72 h) para posterior pesagem, trituração e avaliação dos teores de nutrientes. Foram determinados, na matéria seca de milho e das forrageiras, os macronutrientes: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e enxofre (S), pelo método proposto por Malavolta et al. (1997). Após determinados os teores de nutrientes, os valores foram convertidos para o acúmulo de nutrientes (extração total) em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F (p ≤ 0,05) e as médias dos resultados comparadas pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Resultados e Discussão

Foram avaliados os macronutrientes, N, P, K, Ca, Mg e S da parte aérea das plantas de milho e apenas o K apresentou diferença (Tabela 1). A diferença ocorreu na interação entre os fatores forrageiras e modos de semeadura (F x M), com diferenças para *M. maximus* cv. Áries e no modo de semeadura a lanço em V4 (Tabela 2). Em relação à forrageira obteve-se,

Tabela 1. Teores de nutrientes (g kg⁻¹) da parte aérea das plantas de milho para silagem consorciado com quatro forrageiras em três modos de semeadura

Fator de variação		N	P	K	Ca	Mg	S
Espécies	<i>U. brizantha</i>	9,1	1,2	17,4	2,5	2,5	0,9
	<i>U. ruziziensis</i>	8,6	1,1	16,9	2,5	2,6	0,1
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	8,3	1,0	17,2	2,8	2,7	0,9
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	8,6	1,1	16,7	2,2	2,4	0,9
Modos	Linha	8,5	1,1	16,7	2,3	2,6	0,9
	Lanço	8,6	1,1	17,3	2,5	2,4	1,0
	Lanço V4	8,9	1,2	17,2	2,6	2,6	0,9
Valor F	Espécies (E)	0,508 ^{ns}	1,311 ^{ns}	0,916 ^{ns}	2,223 ^{ns}	1,222 ^{ns}	0,241 ^{ns}
	Modos (M)	0,337 ^{ns}	0,094 ^{ns}	1,385 ^{ns}	1,251 ^{ns}	0,718 ^{ns}	0,266 ^{ns}
	Interação (E x M)	0,603 ^{ns}	0,380 ^{ns}	2,495*	0,327 ^{ns}	0,243 ^{ns}	0,925 ^{ns}
DMS	Espécies	1,84	0,32	1,25	0,61	0,37	0,08
	Modos	1,45	0,25	0,98	0,48	0,29	0,06
CV (%)		19,5	25,7	6,7	22,4	13,2	7,9

* (p≤0,05); ^{ns} (não significativo). Médias obtidas pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Tabela 2. Valores médios do desdobramento do teor de K (g kg⁻¹) da parte aérea das plantas de milho para silagem em função das forrageiras e modos de semeadura

Forrageiras	Modo		
	Linha	Lanço	Lanço V4
<i>U. brizantha</i>	16,8 aA	17,0 aA	18,5 aA
<i>U. ruziziensis</i>	17,5 aA	17,0 aA	16,1 bA
<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	16,6 aA	17,1 aA	17,8 abA
<i>M. maximus</i> cv. Áries	15,8 aB	17,9 aA	16,5 abAB
DMS coluna	2,16		
DMS linha	1,96		

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

no consórcio com *M. maximus* cv. Áries, maior teor de K nas plantas de milho que foram consorciadas com esta forrageira semeada a lanço e o menor no modo em que a forrageira foi semeada na linha do milho. A menor extração de K nas plantas de milho em consórcio com forrageiras semeadas na linha do milho pode estar relacionada à maior competição exercida entre as duas gramíneas uma vez que ambas disputaram o mesmo espaço e, conseqüentemente, pelos nutrientes disponíveis. No modo a lanço em V4, o consórcio com *U. brizantha* proporcionou a maior absorção de K pelas plantas de milho enquanto que no consórcio com *U. ruziziensis*, a menor. As espécies do gênero Panicum (*Megathyrsus* spp.) não se diferiram das braquiárias (*Urochloa* spp.).

O teor de K, em média de 17,0 g kg⁻¹ entre os tratamentos, está no limite crítico, conforme Büll (1993) com teor de 17,5 g kg⁻¹ e intervalo de 17 a 35 g kg⁻¹ segundo Cantarella et al. (1996). De acordo com Ueno et al. (2011) grandes quantidades de nutrientes são exportadas na colheita do milho para silagem, em especial N e K; portanto, faz-se necessário o monitoramento da área mediante análise química realizada anualmente pois o teor de K no solo se reduz drasticamente com poucos anos de cultivo, sobretudo em solos arenosos.

A disponibilidade de nutrientes no solo é uma das principais causas das variações da concentração de nutrientes e capacidade de absorção pelas plantas, seguidas de alterações climáticas durante o período de desenvolvimento da cultura e nível tecnológico. Também, as variações encontradas no estado nutricional de plantas podem estar associadas à grande diversidade genética presente nos genótipos atualmente comercializados (Ferreira, 2009).

A análise dos teores de macronutrientes nas forrageiras apontou diferença na interação entre forrageiras e modos

de semeadura (F x M) para o N, P e K (Tabela 3). Pelo desdobramento dos valores médios de N (Tabela 4) nota-se que *M. maximus* cv. Áries apresentou, quando semeada na linha, menor extração de N diferindo-se dos modos a lanço, tanto simultâneo ao milho quanto na adubação de cobertura (V4). Entre os modos não ocorreu diferença entre as forrageiras, quando a semeadura ocorreu na linha do milho; no entanto, quando a semeadura foi realizada a lanço simultânea ao milho, *M. maximus* cv. Áries foi superior em 6 g N kg⁻¹ planta comparada a *U. brizantha*. Para o modo a lanço em V4, *M. maximus* cv. Áries também apontou maior absorção de N diferindo-se da *U. brizantha* e *U. ruziziensis* e *M. maximus* cv. Tanzânia obteve média intermediária, não se diferindo das demais forrageiras.

Segundo Martinez et al. (1984) as gramíneas forrageiras absorvem, em média de 8 a 10 g kg⁻¹ de N de matéria seca

Tabela 3. Teores de N, P e K (g kg⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho em diferentes modos de semeadura

Fator de variação		N	P	K
Forrageiras	<i>U. brizantha</i>	16,6	2,3	28,5
	<i>U. ruziziensis</i>	17,7	2,7	30,7
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	20,4	2,5	31,4
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	20,8	2,4	30,6
Modos	Linha	18,4	2,2	30,5
	Lanço	18,8	2,3	31,0
	Lanço (V4)	19,4	2,9	29,3
Valor F	Forrageiras	8,879**	7,557**	3,916*
	Modos	0,617 ^{ns}	46,907**	2,425 ^{ns}
	Interação (F x M)	5,133**	3,666**	3,859**
DMS	Forrageiras	2,63	0,27	2,43
	Modos	2,07	0,21	1,91
CV (%)		12,7	9,9	7,3

** (p≤0,01); * (p≤0,05); ^{ns} (não significativo). Médias obtidas pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Tabela 4. Valores médios do desdobramento dos teores de N (g kg⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Forrageiras	Modos		
	Linha	Lanço	Lanço (V4)
<i>U. brizantha</i>	18,6 aA	15,5 cA	15,8 bA
<i>U. ruziziensis</i>	19,0 aA	16,5 bcA	17,6 bA
<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	20,2 aA	20,9 abA	20,0 abA
<i>M. maximus</i> cv. Áries	16,1 aB	22,3 aA	24,2 aA
DMS coluna	4,56		
DMS linha	4,14		

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

(MS), em que cerca de 50% do total foram absorvidos até 56 dias após a semeadura. Os conteúdos de N presentes nas forrageiras estão dentro do intervalo indicado por Werner et al. (1996) que variam de 13 a 20 g kg⁻¹, indicando nutrição adequada quanto a este elemento.

Para o desdobramento de P na Tabela 5, *U. ruziziensis* foi a forrageira com maior absorção deste elemento para o modo de semeadura na linha do milho diferindo-se da *U. brizantha* e *M. maximus* cv. Tanzânia. No modo a lanço simultâneo a semeadura do milho, *U. brizantha* se diferiu das demais forrageiras porém com valor médio inferior de P na biomassa aérea. Todas as forrageiras utilizadas nos consórcios mostraram maior extração de P quando a semeadura foi realizada a lanço em V4, diferindo dos demais modos, com exceção para *M. maximus* cv. Áries em que o modo a lanço simultâneo ao milho não diferiu entre os modos na linha e a lanço em V4; ainda para o modo a lanço em V4, a *U. ruziziensis* mostrou maior absorção de P diferindo-se *M. maximus* cv. Áries.

A maior absorção de P no modo a lanço em V4 pode estar relacionada à adubação de cobertura na qual, além do cloreto de potássio (KCl) foi utilizada ureia, visto que o suprimento de N estimula a absorção e translocação do P corroborando com Primavesi et al. (2006) que utilizaram ureia como fonte de N e verificaram que o capim-marandu (*U. brizantha* cv. Marandu) apresentou valores acima do intervalo ótimo 0,8 a 3,0 g kg⁻¹ (Werner et al., 1996) bem como o presente trabalho, tendo o P apresentado teores adequados para as forrageiras estudadas.

Para o K, o desdobramento aponta diferença significativa entre as forrageiras nos modos na linha e a lanço em V4 (Tabela 6). No modo na linha de semeadura do milho a maior absorção de K foi pela *U. ruziziensis* e a menor pelo *M. maximus* cv. Áries. Em contrapartida, quando a semeadura foi feita a lanço em V4 o maior valor de K obtido foi nos consórcios com *M.*

Tabela 5. Valores médios do desdobramento dos teores de P (g kg⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Forrageiras	Modos		
	Linha	Lanço	Lanço (V4)
<i>U. brizantha</i>	2,0 bB	1,8 bB	3,0 abA
<i>U. ruziziensis</i>	2,6 aB	2,4 aB	3,2 aA
<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	2,00 bB	2,4 aB	3,0 abA
<i>M. maximus</i> cv. Áries	2,2 abB	2,5 aAB	2,6 bA
DMS coluna	0,47		
DMS linha	0,42		

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Tabela 6. Valores médios do desdobramento dos teores de K (g kg⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho em diferentes modos de semeadura

Forrageiras	Modos		
	Linha	Lanço	Lanço (V4)
<i>U. brizantha</i>	30,1 abA	28,8 aA	26,5 bA
<i>U. ruziziensis</i>	33,3 aA	30,0 aAB	28,8 abB
<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	31,1 abA	32,8 aA	30,3 abA
<i>M. maximus</i> cv. Áries	27,6 bB	32,4 aA	31,8 aA
DMS coluna	4,21		
DMS linha	3,82		

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

maximus cv. Áries e a menor absorção com *U. brizantha*. As diferenças obtidas entre as forrageiras se deram com *U. ruziziensis* e *M. maximus* cv. Áries. A braquiária mostrou maior absorção de K na semeadura na linha e menor a lanço em V4 e o panicum (*M. maximus*) maior no modo a lanço em V4 e menor na linha de semeadura do milho.

Primavesi et al. (2006) verificaram que o teor de K na matéria seca das forrageiras variou com a disponibilidade do nutriente no solo e aumentou com as doses de N, com valores de 28 a 35 g kg⁻¹, enquanto nos tratamentos com as doses de N, 100 e 200 kg ha⁻¹ corte⁻¹, ficou acima da faixa adequada para forrageiras, 12 a 30 g kg⁻¹ (Werner et al., 1996) verificaram que os teores dos macronutrientes foram maiores para K seguido do N, Ca, Mg, P e S e verificada a mesma sequência no presente trabalho, em ordem decrescente de absorção.

Os macronutrientes Ca e Mg sinalizaram diferença entre as forrageiras; nos modos de semeadura ocorreu diferença entre o Ca e entre o S; além dos fatores significativos, a interação entre eles também apresentou diferença (Tabela 7). Tanto entre o Ca como entre o Mg, na comparação das médias das forrageiras, a diferença ocorreu com a *U. brizantha* que diferiu das demais forrageiras com valor médio inferior ao desses elementos na fitomassa da parte aérea. Quanto aos modos de semeadura, maior extração de Ca foi verificada nas forrageiras semeadas na linha de semeadura do milho e menor na semeadura a lanço simultânea ao milho. Contudo, os teores de Ca e Mg das forrageiras estão na faixa de teores médios adequados, Ca de 3,0 a 6,0 g kg⁻¹ e Mg de 1,5 a 4,0 g kg⁻¹ (Werner et al., 1996).

Costa (2010) observou diferença quanto à absorção de Ca, Mg e S em relação às espécies *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Nos três elementos a *U. ruziziensis* mostrou maior teor na parte aérea do capim e o Mg e o S foram influenciados pela adubação nitrogenada com aumento de teor foliar quanto maior a dose de N aplicada.

O S com interação significativa mostrou diferença entre as *U. ruziziensis* e entre os modos na linha e a lanço em V4 (Tabela 8). A *U. ruziziensis* indicou menor extração de S quando os consórcios foram realizados a lanço simultâneos à semeadura do milho e para este modo as médias entre as forrageiras foram semelhantes. Entretanto, para o modo na linha a *U. ruziziensis* diferiu das duas cultivares de panicum (*M. maximus*), em virtude de apresentarem média inferior,

Tabela 7. Teores de Ca, Mg e S (g kg⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Fator de variação		Ca	Mg	S
Forrageiras	<i>U. brizantha</i>	3,8 b	3,3 b	1,9
	<i>U. ruziziensis</i>	5,5 a	3,8 a	2,5
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	5,3 a	4,2 a	1,7
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	5,0 a	4,0 a	1,7
	Linha	5,2 a	3,9	2,0
Modos	Lanço	4,6 b	3,7	1,7
	Lanço (V4)	4,9 ab	3,8	2,1
	Forrageiras	15,377**	17,395**	14,639**
Valor F	Modos	3,430*	2,805 ^{ns}	8,219**
	Interação (Fxm)	0,251 ^{ns}	1,294 ^{ns}	2,421*
DMS	Forrageiras	0,73	0,36	0,35
	Modos	0,57	0,29	0,28
CV (%)		13,5	8,6	16,3

** (p≤0,01); * (p≤0,05); ns (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Tabela 8. Valores médios do desdobramento dos teores de S (g kg^{-1}) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Forrageiras	Modos		
	Linha	Lanço	Lanço (V4)
<i>U. brizantha</i>	2,1 abA	1,6 aA	2,1 bA
<i>U. ruziziensis</i>	2,5 aA	1,9 aB	3,0 aA
<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	1,67bA	1,6 aA	1,9 bA
<i>M. maximus</i> cv. Áries	1,8 bA	1,7 aA	1,6 bA
DMS coluna	0,61		
DMS linha	0,55		

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

comparada à *U. ruziziensis*. No modo a lanço em V4, a *U. ruziziensis* também se destacou e, neste caso, se diferiu da *U. brizantha* além dos cultivares de panicum.

Primavesi et al. (2006) ressaltam que para o S é necessário considerar o teor e a relação N:S no tecido vegetal e constataram que o teor de S não varia com as doses de N em adubação, provenientes de duas fontes, nitrato de amônio e ureia mas ocorreu variação entre as fontes com teor superior no nitrato de amônio porém com valores dentro da faixa de teor adequado, de 0,8 a 2,5 g kg^{-1} corroborando com o presente trabalho em teor médio, com exceção da *U. ruziziensis* a lanço em V4, que mostrou valor superior, 3,0 g kg^{-1} .

Batista et al. (2011) verificaram, com o objetivo de avaliar o acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada, que o capim-tanzânia (*M. maximus* cv. Tanzânia) apresentou os menores valores de acúmulo de S (0,8 kg ha^{-1}) com diferença em comparação aos consórcios com capim-marandu distribuído a lanço (1,3 kg ha^{-1}) e semeado em linha (1,2 kg ha^{-1}). Dados semelhantes foram observados neste trabalho para os consórcios realizados na linha e a lanço em V4, visto que as espécies de Panicum tiveram menor absorção de S comparadas com as braquiárias, principalmente a *U. ruziziensis*.

Para o acúmulo de macronutrientes analisados, N, P, K, Ca, Mg e S, na parte aérea das plantas de milho, apenas o S obteve valor significativo (Tabela 9). A interação entre os fatores forrageira e modo de semeadura (Fxm), foi significativa, no entanto, não foram constatadas diferenças pelo teste de comparação de médias.

Primo et al. (2011) constataram, avaliando o efeito da absorção de nutrientes provenientes de fertilizantes orgânicos

no milho, notaram quanto aos macronutrientes, que N, P e K obtiveram a sequência de acúmulo, na biomassa da parte aérea, em ordem decrescente, $K > N > P$ corroborando com o presente trabalho no qual o K foi o macronutriente mais extraído pelo milho.

A cultura do milho para a produção de silagem extrai, em média, de 69 a 259 kg de K ha^{-1} em diferentes níveis de produção de MS, variando de 11,6 a 18,7 t ha^{-1} (Coelho & França, 1995), fator que pode levar ao esgotamento precoce desse nutriente no solo. Em contrapartida, para produzir grãos de milho Ueno et al. (2011) relataram extração entre 95 a 157 kg ha^{-1} de K.

Neste sentido, Jaremtchuk et al. (2006) avaliaram a exportação de K de cinco cultivares de milho colhidas em duas alturas de corte para a produção de silagem, 20 e 40 cm do solo e verificaram que a extração de K oscilou entre 53,0 e 74,1 e entre 47,5 e 59,1 kg ha^{-1} para as alturas de 20 e 40 cm, respectivamente. Com a elevação na altura de corte, em média 19,2% do K extraído retornariam ao solo. A porcentagem de K encontrada na base do colmo, 2,7%, é muito maior do que a verificada na planta inteira, 1,3%, ao contrário da porcentagem de matéria seca, N, P e S que é maior na planta inteira, cortada a 15 ou 50 cm do solo (Oliveira, 2009).

Segundo Maggio (2006) as quantidades de nutrientes extraídas pela cultura do milho dependem do rendimento de grãos, da variedade, das condições de clima, da fertilidade do solo e da adubação e tratos culturais. Os dados obtidos nessas condições permitem formular recomendações de adubação em função da quantidade de nutrientes exigida pela cultura, de maneira que o conhecimento das exigências minerais associado à marcha de absorção constitui elementos auxiliares valiosos no manejo da adubação.

O manejo de adubação e posterior condução de áreas de produção de silagem devem ser realizados de forma diferenciada às recomendações para a produção somente de grãos visto que, além dos grãos, a parte vegetativa é cortada e removida para o processo de ensilagem, o que pode causar desbalanço de nutrientes e empobrecimento rápido do solo devido à exportação da maioria dos nutrientes extraídos do solo, durante o ciclo da cultura (Coelho, 2006). Diante desta problemática a consorciação de milho com forrageiras em áreas destinadas a silagem pode promover a cobertura do solo e a manutenção da palha no sistema plantio direto e ainda

Tabela 9. Extração de macronutrientes (kg ha^{-1}) da parte aérea das plantas de milho consorciado para silagem com quatro forrageiras em três modos de semeadura

Fator de variação		N	P	K	Ca	Mg	S
Forrageiras	<i>U. brizantha</i>	187,9	25,2	355,1	51,3	50,8	19,0
	<i>U. ruziziensis</i>	177,2	22,9	337,8	50,8	52,1	19,0
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	172,6	21,1	349,7	56,8	54,2	19,0
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	182,8	24,2	347,4	45,6	50,8	20,0
Modos	Linha	173,9	23,0	338,5	47,9	52,5	19,2
	Lanço	185,0	23,5	360,5	53,4	52,1	20,1
	Lanço V4	181,5	23,5	343,5	52,1	51,4	18,8
Valor F	Forrageiras (F)	0,226 ^{ns}	0,746 ^{ns}	0,285 ^{ns}	1,209 ^{ns}	0,254 ^{ns}	0,064*
	Modos (M)	0,219 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,975 ^{ns}	0,635 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,550 ^{ns}
	Interação (Fxm)	1,384 ^{ns}	1,430 ^{ns}	1,732 ^{ns}	1,033 ^{ns}	1,587 ^{ns}	2,379*
DMS	Forrageiras	53,27	7,07	51,56	15,80	12,07	3,93
	Modos	41,85	6,06	40,51	12,40	9,48	3,09
CV (%)		27,2	30,1	13,6	28,5	21,2	18,6

* ($p \leq 0,05$); ^{ns} (não significativo). Médias obtidas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

reduzir os riscos de erosão fazendo-se necessário, portanto, a rotação de culturas e a manutenção adequada da fertilidade do solo, de acordo com as culturas utilizadas.

A análise da extração de macronutrientes pelas forrageiras indicou diferença do P entre as forrageiras e do N, P e K entre os modos de semeadura (Tabela 10). Nos modos de semeadura na linha do milho e a lanço simultânea, a semeadura do milho obteve maior extração de N com diferença média de 17 kg ha⁻¹ no modo a lanço, em V4, ocorrendo o mesmo para o K, em que o modo a lanço em V4 diferiu das demais, indicando menor extração entre os modos cuja extração foi inferior a 32 kg ha⁻¹ em média.

Para o P, o modo na linha, com maior extração, diferiu da semeadura a lanço em V4 e quando a semeadura ocorreu a lanço simultânea ao milho, apesar da diferença ter ocorrido entre os modos a lanço em V4 e na linha, a extração de P seguiu as médias de rendimento de MS, linha > lanço > lanço V4. Entre as forrageiras a *U. ruziziensis* apresentou a maior extração de P enquanto o *M. maximus* cv. Áries a menor.

Corrêa & Haag (1993) constataram, com objetivo de avaliar os níveis críticos de P no solo e na planta para o estabelecimento de *U. decumbens*, *U. brizantha* cv. Marandu e *M. maximus* na formação de pastagens, um acúmulo de P com o aumento das doses de P aplicadas no solo, sendo mais acentuado para a *U. brizantha*, por ser mais exigente quanto à fertilidade do que a *U. decumbens*. O *M. maximus*, por outro lado e apesar de ser indicado para solos com níveis elevados de fertilidade mostrou, em condições de campo, baixa capacidade de acúmulo de P, evidenciando que o nutriente absorvido foi suficiente apenas para a produção de matéria seca.

Bianco et al. (2005) constaram que o K e o N foram os nutrientes extraídos em maiores quantidades pela *U. decumbens*, seguidos dos Ca, Mg, S e P; neste trabalho o K e N também foram os nutrientes mais extraídos pelas forrageiras; mesmo assim, foram seguidos do Ca, Mg, P e S.

Batista et al. (2011) não observaram, avaliando o acúmulo de matéria seca e nutrientes nas forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada, em quatro locais de estudo: Campos Novos Paulista, Florínea, Palmital e Pedrinhas Paulista (SP) e em três épocas de avaliação, diferenças no acúmulo de nutrientes por ocasião da maturidade fisiológica do milho, com exceção de N e S, com menor

acúmulo no capim-tanzânia semeado na entrelinha, comparado ao capim-marandu, tanto na entrelinha como a lanço porém, por ocasião da dessecação dos capins antes da semeadura de soja, os autores verificaram diferença no acúmulo de nutrientes entre os tratamentos nos locais estudados. Em Pedrinhas Paulista foram observadas diferenças entre N e S, com menores valores no capim-tanzânia; em Campos, Novos Paulista, o capim-marandu distribuído a lanço apresentou menores valores em comparação aos demais tratamentos (capim-marandu, decumbens, ruziziensis e tanzânia semeados na entrelinha do milho). Em Palmital foram observadas diferenças entre os consórcios apenas para N e K, com o capim-tanzânia mostrando maior valor e diferindo do capim-marandu a lanço e na linha, respectivamente.

Os teores de Ca, Mg e S apresentaram diferença significativa para as forrageiras e para os modos de semeadura (Tabela 11). Para o Ca e S, a *U. ruziziensis* mostrou maior teor desses elementos, diferindo da *U. brizantha* e *M. maximus* cv. Áries e do *M. maximus* cv. Tanzânia para a extração de S; para o Mg e apesar do teste F ter tido resultado significativo, não ocorreu diferença no teste de comparação de médias entre as forrageiras.

Em relação aos modos de semeadura, o Ca, Mg e S apresentaram o mesmo comportamento, com maior extração no modo na linha, seguido da semeadura a lanço simultâneo ao milho e a lanço em V4, ou seja, extração correspondente à produtividade de MS obtida para cada consórcio evidenciando que a produtividade de biomassa está intimamente relacionada com o manejo cultural e a capacidade de extração de nutrientes pelos capins (Mendonça, 2012).

Pacheco et al. (2011) observaram, objetivando avaliar o desempenho de plantas de cobertura do solo quanto à fitomassa, ao acúmulo e à liberação de nutrientes durante a entressafra em um Latossolo Vermelho Distroférico no Cerrado, que as plantas de cobertura apresentaram efeitos significativos quanto à produção de fitomassa e aos teores de N e P, em Santo Antônio de Goiás (GO) e Ca e Mg em Rio Verde (GO) demonstrando a contribuição das plantas de cobertura na produção de palhada e ciclagem de nutrientes e destacaram que os maiores valores no acúmulo de nutrientes, em Santo Antônio de Goiás, ocorreram em razão da antecedência na semeadura das plantas de cobertura, da fertilidade do solo

Tabela 10. Extração dos macronutrientes N, P e K (kg ha⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Fator de variação		N	P	K
Forrageiras	<i>U. brizantha</i>	28,1	3,6 ab	48,0
	<i>U. ruziziensis</i>	34,5	5,1 a	61,0
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	36,6	4,4 ab	57,0
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	29,7	3,5 b	44,0
Modos	Linha	42,0 a	5,0 a	69,0 a
	Lanço	34,0 a	4,2 ab	58,0 a
	Lanço (V4)	21,0 b	3,2 b	32,0 b
Valor F	Forrageiras	1,502 ^{ns}	3,334*	2,597 ^{ns}
	Modos	14,910**	5,636**	21,330**
	Interação FxM	0,841 ^{ns}	0,764 ^{ns}	0,724 ^{ns}
DMS	Forrageiras	12,36	1,60	18,00
	Modos	9,70	1,26	14,00
CV (%)		34,8	35,2	31,6

** (p≤0,01); * (p≤0,05); ns (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Tabela 11. Extração dos macronutrientes Ca, Mg e S (kg ha⁻¹) da parte aérea das forrageiras consorciadas com milho, em diferentes modos de semeadura

Fator de variação		Ca	Mg	S
Forrageiras	<i>U. brizantha</i>	6,6 b	5,5 a	3,2 b
	<i>U. ruziziensis</i>	10,8 a	7,4 a	4,5 a
	<i>M. maximus</i> cv. Tanzânia	9,6 ab	7,6 a	3,1 b
	<i>M. maximus</i> cv. Áries	7,6 b	5,9 a	2,6 b
Modos	Linha	11,8 a	8,9 a	4,6 a
	Lanço	8,8 b	6,8 b	3,2 b
	Lanço (V4)	5,3 c	4,1 c	2,2 c
Valor F	Forrageiras	5,182**	3,011*	7,342**
	Modos	20,007**	20,584**	18,730**
	Interação FxM	0,845 ^{ns}	0,653 ^{ns}	0,416 ^{ns}
DMS	Forrageiras	3,20	2,30	1,20
	Modos	2,50	1,80	0,90
CV (%)		33,6	31,6	32,4

** (p≤0,01); * (p≤0,05); ns (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

mais favorável à disponibilidade de nutrientes às plantas e da maior precipitação do período o que proporcionou melhor estabelecimento e rebrota das plantas de cobertura, como no presente trabalho, em que o modo de semeadura tardia em relação ao milho (lanço V4) mostrou menor produção de MS e extração de nutrientes devido, provavelmente, à maior competição e sombreamento da cultura estabelecida.

Conclusões

Os diferentes arranjos estudados não interferiram na extração de nutrientes das plantas de milho independente da espécie forrageira e do modo de semeadura empregada no consórcio.

Para as forrageiras recomenda-se não utilizar semeadura a lanço no estádio V4 do milho, pois esta mostrou menor extração de N, P e K.

A *U. ruziziensis* foi a espécie que melhor extraiu nutrientes quando consorciada com milho cultivado no outono.

Agradecimentos

À Fundação Agrisus, pelo apoio financeiro ao projeto.

Literatura Citada

- Barducci, R. S.; Costa, C.; Crusciol, C. A. C.; Borghi, E.; Putarov, T. C.; Sarti, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia*, v.58, n.222, p.211-222, 2009. <<http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/14_11_59_06ProducaoBarducci.pdf>. 10 Mar. 2013.
- Batista, K.; Duarte, A. P.; Ceccon, G.; De Maria, I. C.; Cantarella, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.10, p.1.154-1.160, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000006>>.
- Bianco, S., Tonhão, M. A. R.; Pitelli, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. *Planta Daninha*, v.23, n.3, p.423-428, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582005000300005>>.
- Büll, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Büll, L. T.; Cantarella, H. (Eds.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafós, 1993. p.63-121.
- Cantarella, H.; Raij, B. van; Camargo, C. E. O. Cereais. In: Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. O.; Furlani, A. M. C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1996. p.43-71. (Boletim técnico, 100).
- Carvalho, G. G. P. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v.5, n.8, 2005. <<http://www.revista.inf.br/veterinaria>>. 30 Jan. 2007.
- Coelho, A. M. Nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica,78).
- Coelho, A. M.; França, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. *Arquivo do Agrônomo*, n.2, p.1-9, 1995. <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/2195BD461F1CCE6283257AA0003AC138/\\$FILE/Milho.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/2195BD461F1CCE6283257AA0003AC138/$FILE/Milho.pdf)>. 22 Jan. 2013.
- Corrêa, L. A.; Haag, H. P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho amarelo, álico: II. Experimento de campo. *Scientia Agricola*, v.50, n.1, p.109-116, 1993. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000100015>>.
- Costa, N. R. Adubação nitrogenada no consórcio milho/braquiárias e efeito sobre o feijão de inverno em sucessão no cerrado. Ilha Solteira: Unesp, 2010. 96p. Dissertação Mestrado.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.
- Ferreira, C. F. Diagnose nutricional de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009. 114p. Dissertação Mestrado. <http://www.pgciolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2009_02_27_ferrerira.pdf>. 15 Mar. 2013.
- Jaremchuk, A. R.; Costa, C.; Meirelles, P. R. de L.; Gonçalves, H. C.; Ostrensky, A.; Koslowski, L. A.; Madeira, H. M. F. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.28, n.3, p.351-357, 2006. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i3.955>>.
- Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; Aidar, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570p.
- Leonel, F. P.; Pereira, J. C.; Vieira, R. A. M.; Freitas, J. A.; Dutra, A. R.; Lima, A. V.; Ribeiro, M. D.; Costa, M. G. Exigências nutricionais em macronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para novilhos de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.584-590, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000200035>>.
- Maggio, M. A. Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido 'Tropical'. Campinas: Pós-Graduação IAC, 2006. 56p. Dissertação Mestrado. <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/dissertacoes/pb1803804.pdf>>. 15 Mar. 2013.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.
- Martinez, H. E. P.; Aloisi, A. M. D.; Boliani, A. C. Macronutrientes em gramíneas. In: Haag, H.P. (Coord.). *Nutrição mineral de forrageiras no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.3-73.
- Mendonça, V. Z. Consorciação de milho com forrageiras: produção de silagem e palha para plantio direto de soja. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2012. 71p. Dissertação Mestrado.

- Oliveira, F. C. L. Produtividade e valor nutritivo das silagens e composição mineral da forragem remanescente de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas. Maringá: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, 2009. 43p. Dissertação Mestrado Zootecnia. <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=147747>. 15 Mar. 2013.
- Pacheco, L. P.; Leandro, W. M.; Machado, P. L. O. A.; Assis, R. L.; Cobucci, T.; Madari, B. E.; Petter, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.1, p.17-25, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100003>>.
- Primavesi, A. C.; Primavesi, O.; Corrêa, L. A.; Silva, A. G.; Cantarella, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. Ciência Agrotécnica, v.30, n.3, p.562-568, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300024>>.
- Primo, D. C.; Menezes, R. S. C.; Silva, T. O.; Alves, R. N.; Cabral, P. K. T. Biomassa e extração de nutrientes pelo milho submetido a diferentes manejos de adubos orgânicos na região semiárida. Scientia Plena, v.7, n.8, p.1-8, 2011. <<http://www.scientiaplenua.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/405/167>>. 27 Mar. 2013.
- Ueno, R. K.; Neumann, M.; Marafon, F.; Basi, S.; Rosário, J. G. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, v.4, n.1, p.182-203, 2011. <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/1427/1485>>. 24 Mar. 2013.
- Werner, J. C.; Paulino, V. T.; Cantarella, H. Forrageiras. In: Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (Eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 263-273 (Boletim Técnico, 100).