

# EFEITO DO ZINCO NOS COMPONENTES METABÓLITOS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU<sup>1</sup>

IVANA MACHADO FONSECA<sup>2</sup>, RENATO DE MELLO PRADO<sup>2</sup>, DIEGO WYLLYAM DO VALE<sup>2</sup>, MARIANA SANCHES FELTRIN<sup>2</sup>,  
MARCUS ANDRÉ RIBEIRO CORREIA<sup>2</sup>, JAIRO OSVALDO CAZETTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/02/09. Aceito para publicação em 03/11/09.

<sup>2</sup>Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Paulo Donato Castellane, s/nº, Km 5, CEP 14.884-090, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: [ivanamfonseca@gmail.com](mailto:ivanamfonseca@gmail.com)

<sup>3</sup>Departamento de Tecnologia, FCAV, UNESP, Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Paulo Donato Castellane, s/nº, Km 5, CEP 14.884-090, Jaboticabal, SP, Brasil.

**RESUMO:** O crescimento e a produtividade de plantas forrageiras são dependentes dos compostos orgânicos armazenados nas plantas, podendo ser afetados pela nutrição com zinco. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com Zn nos componentes metabólitos dos capins tanzânia e marandu. Desenvolveu-se o estudo em casa de vegetação em vaso preenchido com 3 dm<sup>3</sup> de amostra de um Latossolo Vermelho distrófico textura média com cinco plantas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x3, sendo duas cultivares de forrageiras (*Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e três doses de zinco no solo (0, 60 e 240 mg dm<sup>-3</sup>), com quatro repetições. Avaliaram-se as concentrações de glicose, sacarose, amido, aminoácidos livres, nitrito, nitrato, proteína solúvel, os teores de Zn e de N nas plantas e a produção de massa seca. Verificou-se diferença entre as cultivares para todas as variáveis analisadas, exceto para aminoácidos livres e nitrato. Entretanto, o aumento das doses de Zn não promoveu diferença nos compostos orgânicos nas plantas. A aplicação de Zn não afetou a síntese dos compostos metabólitos nas plantas dos capins tanzânia e marandu. O capim-tanzânia apresentou maior absorção de Zn e N, além de maior capacidade de síntese de carboidratos solúveis e de proteína bruta do que o capim-marandu, obtendo maior produção de biomassa.

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha*, compostos orgânicos, micronutriente, nutrição de plantas, *Panicum maximum*

## ZINC IN METABOLITES COMPONENTS OF TANZANIAGRASS AND PALISADEGRASS

**ABSTRACT:** Growth and productivity of forage plants are dependent on organic compounds stored in the plants and can be affected by zinc nutrition. Faced applicable, it was aimed to evaluate the effect of zinc fertilizer in the metabolic compounds tanzania grass and palisadegrass. The experiment was realized in greenhouse in pots filled with 3 dm<sup>3</sup> of medium texture Oxisol with five plants. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 2x3 (two grasses: *Panicum maximum* cv. Tanzania and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, and three zinc rates: 0, 60 and 240 mg dm<sup>-3</sup>) with four replicates. There were difference between cultivars for all variables, except for free aminoacids and nitrate. However, the increase in Zn rates did not promote difference in the organic compounds of the plants. The application of Zn did not affect the synthesis of metabolites components tanzaniagrass and palisadegrass. The tanzania grass had higher uptake of Zn and N, and higher capacity for synthesis of soluble carbohydrates and crude protein than palisadegrass, showing higher biomass yield.

**Key words:** *Brachiaria brizantha*, organic compost, micronutrient, plant nutrition, *Panicum maximum*

## INTRODUÇÃO

Diversas são as espécies de gramíneas forrageiras tropicais apresentadas como opções para a formação de pastagens no Brasil. As espécies *Panicum Maximum* cv. Tanzânia e *Brachiara brizantha* cv. Marandu são muito utilizadas pela capacidade de adaptação em diversas condições edafoclimáticas e de manejo.

O crescimento e a produtividade de plantas forrageiras vêm sendo atribuídos a quantidade de carboidratos armazenada nas raízes e na base do caule (T. MANNETJE, 1978), sendo essenciais para a sobrevivência e produção de novos tecidos durante os períodos nos quais a utilização dos carboidratos pelas plantas excede sua capacidade de suprimento através da fotossíntese (SMITH, 1973). Logo, esses compostos de reserva energética também seriam utilizados para a manutenção da atividade respiratória de células e tecidos durante períodos de déficit energético (BOTREL, 1980; SOARES FILHO, 1991)

Os carboidratos não estruturais (CNE) frequentemente encontrados são os monossacarídeos glicose e frutose, os dissacarídeos sacarose e maltose e os polissacarídeos amido e frutose (SMITH, 1973). Esses açúcares possuem grande importância no metabolismo vegetal por participarem ativamente de vias metabólicas (STRYER, 1975). As gramíneas forrageiras originárias de países de clima tropical e subtropical acumulam, principalmente, o amido que pode ser encontrado nas formas de amilose e amilopectina. Os CNE são considerados os componentes de reserva mais importantes de gramíneas forrageiras. No entanto, esses estão em equilíbrio com a reserva de compostos nitrogenados solúveis (SMITH, 1973).

A produção e a concentração de carboidratos solúveis nos tecidos e órgãos das plantas são dependentes de muitos fatores, tais como aqueles ligados ao estado nutricional e ao estágio fisiológico da planta (REIS *et al.*, 1985; HUMPHREYS, 1991).

Dentre os fatores nutricionais, o zinco (Zn) é um elemento limitante para as plantas. Segundo MALAVOLTA (2006), as funções do Zn nas plantas referem-se à síntese do ácido indolacético (AIA), síntese protéica (RNA), redução do nitrato, participação de estruturas de enzimas e também das atividades enzimáticas no metabolismo da planta.

Na literatura, os trabalhos relacionados com a presença de Zn e sua influência em compostos orgânicos de plantas forrageiras são escassos, evidenciando uma maior necessidade de pesquisas. Assim, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito da adubação com Zn sobre os componentes metabólitos dos capins tanzânia e marandu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp - Campus de Jaboticabal, no período de julho a setembro de 2007.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas cultivares de forrageiras e três doses de zinco com quatro repetições. Foram utilizados vasos de plástico preenchidos com 3,0 dm<sup>3</sup> de um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (EMBRAPA, 2006), coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, apresentando as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,2; MO = 17 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 5 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 58 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB (soma de bases) = 6,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC (capacidade de troca de cátions) = 64,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V (saturação por bases) = 10%, Zn = 0,4 mg dm<sup>-3</sup>.

As cultivares de forrageiras avaliadas foram *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

As doses de Zn aplicadas foram: 0; 60 e 240 mg dm<sup>-3</sup> na forma de sulfato de zinco (22,7% de Zn). As doses foram baseadas nas faixas de deficiência ou nível baixo, suficiência ou nível adequado, e excesso ou nível alto de zinco na planta descritas por WERNER *et al.* (1997).

Utilizou-se o calcário dolomítico (CaO = 58,5%, MgO = 9%, PN = 127%, PRNT = 125%) objetivando alcançar a saturação por bases (V%) igual a 70 (WERNER *et al.*, 1997). O calcário foi homogeneizado e as amostras do solo foram mantidas em incubação por 30 dias, mantendo-se a umidade a 60% da capacidade de retenção de água.

A seguir, foram aplicados 305 mg dm<sup>-3</sup> de P, na forma de superfosfato simples, conforme recomendação de MESQUITA *et al.* (2004), e para os demais nutri-

entes, de acordo com as indicações de BONFIM *et al.* (2004), foram aplicados 200 mg dm<sup>-3</sup> de K (KCl p.a.), 1,2 mg dm<sup>-3</sup> de Cu (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O p.a.), 0,8 mg dm<sup>-3</sup> de B (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> p.a.), 1,5 mg dm<sup>-3</sup> de Fe [Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.4H<sub>2</sub>O p.a.], 3,5 mg dm<sup>-3</sup> de Mn (MnCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O p.a.), 0,15 mg dm<sup>-3</sup> de Mo (NaMoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O p.a.).

O transplântio das cultivares para os vasos de plástico foi realizado após uma semana de emergência das plantas em bandejas preenchidas com areia lavada. Após o pegamento das mudas, foram feitos desbastes deixando cinco plantas por vaso. A irrigação foi feita pelo método de pesagem dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção de água, segundo a recomendação de KLUTE (1986), utilizando água deionizada.

Utilizou-se como fonte da adubação nitrogenada, a uréia, aplicando-se 100 mg dm<sup>-3</sup> de N após 11 dias do transplântio das mudas para os vasos de plástico.

O corte da parte aérea das forrageiras foi realizado a aproximadamente 10 cm da superfície do solo, aos 46 dias após o transplântio, respectivamente para os capins tanzânia e marandu. A amostragem da parte aérea foi realizada a 10 cm do nível do solo, correspondendo ao tecido vegetal utilizado para diagnose foliar, segundo a indicação de WERNER *et al.* (1997) para as gramíneas, referindo-se à coleta das folhas que simulam o pastejo animal (somente folhas verdes e brotações novas).

O material vegetal foi lavado em água corrente, solução de detergente (1 mL L<sup>-1</sup>) e duas vezes em água deionizada. Em seguida, foi seco em estufa de circulação forçada de ar (65-70°C) durante 5 dias. Após a secagem, todo o material foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 40 mesh.

Em seguida, realizou-se a análise química dos compostos metabólitos: glicose (FALEIROS *et al.*, 1996), sacarose (FIEUW e WILLENBRINK, 1987), amido (BROWN e HUBBER, 1988; FALEIROS *et al.*, 1996), aminoácidos livres (FALEIROS *et al.*, 1996), nitrito (HAGEMAN e REED, 1980), nitrato (CATALDO *et al.*, 1975), proteína solúvel (PETERSON, 1977) e os teores de N e Zn nas plantas (BATAGLIA *et al.*, 1983). Posteriormente, calculou-se o teor da proteína bruta e o acúmulo de N e de Zn nas forrageiras.

Com os resultados, realizou-se a análise de variância (teste F), seguindo-se da aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação

das médias (PIMENTEL-GOMES, 1990). Também foram feitas análise de regressão para as doses de zinco quando foram significativas (Estat, 1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pôde-se verificar que houve diferença significativa entre as duas cultivares de forrageiras para todas as variáveis analisadas, exceto para a concentração de aminoácidos livres e de nitrato nas plantas (Tabelas 1 e 2). Observou-se também, que o aumento das doses de zinco promoveu incremento somente nos teores de Zn e N nas plantas, e na produção de massa seca das forrageiras.

O teor de Zn teve um ajuste linear ( $P < 0,01$ ) para o capim-tanzânia (Figura 1) em função do aumento das doses de zinco no solo. Entretanto, o capim-tanzânia alcançou um teor mais alto do nutriente. Na testemunha, o teor médio de Zn encontrado nas plantas dos capins tanzânia e marandu foi de 10,25 mg kg<sup>-1</sup>, considerado baixo de acordo por WERNER *et al.* (1997) que indicam como adequado o teor de 20 a 50 mg kg<sup>-1</sup>. Para as doses de 60 e 240 mg dm<sup>-3</sup>, obtiveram-se, respectivamente, os teores de 112,25 e 407,50 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, os quais estão acima da faixa adequada para as forrageiras, segundo o mesmo autor (Tabela 1). Contudo, verificou-se que a maior produção de massa seca das forrageiras esteve relacionada à dose de 60 mg dm<sup>-3</sup> de Zn aplicada no solo (Tabela 1).

Observou-se que, mesmo obtendo altos teores Zn nas plantas, não houve aumento no teor dos compostos orgânicos nas forrageiras, exceção para a produção de massa seca. Portanto, esse efeito do zinco no crescimento das forrageiras pode estar mais relacionado com seu papel na síntese do hormônio de crescimento AIA (MALAVOLTA, 2006) do que na síntese dos compostos orgânicos estudados (Tabelas 1 e 2).

A ausência de efeitos deletérios das altas doses de Zn na síntese dos compostos orgânicos, possivelmente, devido ao fato do nível de Zn na planta não ter sido suficiente no primeiro corte para promover toxicidade severa, uma vez que não houve o desenvolvimento de sintomas nas forrageiras.

SHU *et al.* (2002) observaram em capim-coastcross (*Cynodon dactylon*), em solo com alto teor de Zn (7 mg kg<sup>-1</sup>, em DTPA), que o alto teor do nutriente na parte aérea (688 mg kg<sup>-1</sup>) e na raiz (1015 mg kg<sup>-1</sup>) também não foram suficientes para o surgimento de sintomas de toxicidade.

**Tabela 1. Teores e acúmulos de zinco e de nitrogênio nas plantas dos capins tanzânia e marandu e produção de massa seca das forrageiras em função da aplicação de doses de Zn no solo**

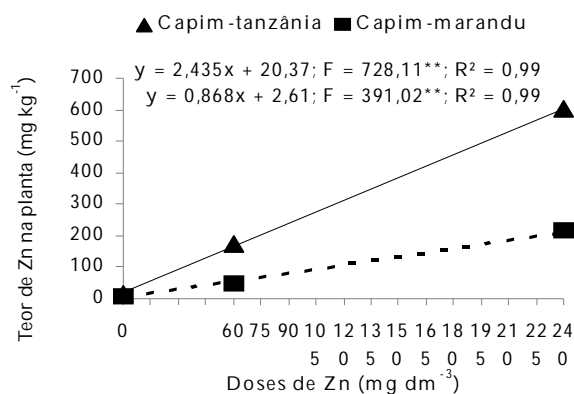
Cultivar (C)	Teor		Acúmulo		Massa seca
	Zn	N	Zn	N	
	— mg kg <sup>-1</sup> —		— g por vaso —		
Tanzânia	263,92a	21,45a	5,12a	415,89a	19,67a
Marandu	89,42b	17,96b	1,62b	332,30b	18,54b
Doses de Zinco (Zn)					
0 mg dm <sup>-3</sup>	10,25c	18,40b	0,19c	334,84b	18,14b
60 mg dm <sup>-3</sup>	112,25b	19,50b	2,35b	409,42a	20,99a
240 mg dm <sup>-3</sup>	407,50a	21,21a	7,57a	378,03ab	18,19b
CV (%)	14,1	6,8	21,9	12,0	6,7

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

**Tabela 2. Compostos orgânicos nos capins tanzânia e marandu em função da aplicação de doses de Zn no solo**

Cultivar (C)	Glicose	Sacarose	Amido	Aminoácidos Livres	Nitrito	Nitrito	Proteína Solúvel	Proteína Bruta
Tanzânia	78,34b	106,11a	184,88a	20,06a	0,91a	16,87a	315,34b	134.062,5a
Marandu	85,96a	88,60b	159,46b	19,67a	0,77b	16,94a	365,75a	112.239,6b
Doses de Zinco (Zn)								
0 mg dm <sup>-3</sup>	81,96	96,98	175,16	19,80	0,80	16,96	319,37	115.000,0b
60 mg dm <sup>-3</sup>	83,03	95,90	161,82	18,98	0,86	17,10	332,76	121.875,0ab
240 mg dm <sup>-3</sup>	81,46	99,20	179,54	20,81	0,86	16,66	369,52	132.578,1a
CV (%)	4,4	13,5	9,6	8,8	11,5	14,3	12,5	6,8

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

**Figura 1. Teor de Zn nos capins tanzânia e marandu em função da aplicação de doses de Zn no solo**

O capim-tanzânia, de modo geral, apresentou os maiores valores nos componentes metabólitos quando comparados aos do capim-marandu, exceto para glicose e proteína solúvel. Provavelmente, isto ocorreu pelo fato do capim-tanzânia ter apresentado maior absorção de Zn nas plantas, além de ser uma forrageira de alto potencial produtivo, apresentando maior área fotossintética e, conseqüentemente, maior biomassa o que pode ter contribuído para maiores quantidades de compostos orgânicos nas plantas dessa cultivar em relação à cv Marandu.

Em relação ao teor de N, o capim-tanzânia também obteve os maiores teores de N (21,5 g kg<sup>-1</sup>) na

planta, superando em 20% o teor de N encontrado no capim-marandu (Tabela 1). Os teores semelhantes de nitrato e os maiores teores de N total, proteína solúvel, proteína bruta e nitrito no capim-tanzânia evidenciaram uma maior eficiência dessa forrageira na síntese de proteína bruta quando comparada ao capim-marandu.

Em estudos feitos com plantas forrageiras, TRENHOLM *et al.* (1998) e VANTINI (2002) revelaram que o suprimento de N tem efeito variável no teor de carboidratos de reserva, aumentando-o em alguns casos, diminuindo-o em outros ou, ainda, mantendo-o inalterado. Porém, SILVA (2007) observou que a aplicação de N aumentou os teores de açúcar, amido e carboidratos totais não estruturais na base do caule do capim-tifton 85.

É provável que esta maior capacidade de absorção tanto do Zn quanto do N obtida pelo capim-tanzânia esteja relacionada com a maior produção dos carboidratos não estruturais (sacarose e amido) encontrada nesta forrageira.

No presente trabalho, observou-se um ligeiro aumento na quantidade de proteínas solúveis, aumentando de 319,37 mg por grama de massa seca na testemunha para 369,52 mg por grama de massa seca na dose de 240 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, todavia, este aumento não foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade. PRASK e PLOCKE (1971) argumentaram que em plantas deficientes em Zn há uma redução do conteúdo ribossomal, com conseqüente redução da síntese protéica, gerando acúmulo de aminoácidos livres. Em plantas de cafeeiro, as concentrações de proteínas nas mudas em que não foram pulverizadas com Zn foram menores que nas que receberam pulverização (MALTA *et al.*, 2002).

Neste sentido, existem trabalhos relatando que os teores de proteínas formadas nas folhas com deficiência em Zn são menores que em folhas normais, uma vez que, o Zn controla a atividade da enzima RNase que hidrolisa o RNA, causando a diminuição da síntese protéica (MALAVOLTA, 1986). Houve correlação inversa entre o fornecimento de Zn e a atividade da RNase e também entre a atividade da RNase e o conteúdo de proteínas e o crescimento das plantas no trabalho descrito por MARSCHNER (1995).

Segundo MALTA *et al.* (2002), não foi observado

acúmulo de aminoácidos livres em plantas deficientes em Zn, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho. Em plantas deficientes em Zn há desestruturação dos ribossomos citoplasmáticos (PRASK e PLOCKE, 1971), a qual promove redução do conteúdo ribossomal e, conseqüentemente, da síntese protéica, levando ao acúmulo de aminoácidos livres (MARSCHNER, 1995).

## CONCLUSÕES

A aplicação de zinco não afetou a síntese dos compostos metabólitos nas plantas dos capins tanzânia e marandu.

O capim-tanzânia apresentou maior absorção de Zn e N, além de maior capacidade de síntese de carboidratos solúveis e de proteína bruta do que o capim-marandu, obtendo maior produção de biomassa.

## AGRADECIMENTOS

Aos pós-graduandos Marcos Donizeti Revoredo e Cláudia Souza Demétrio, pelo apoio científico na determinação dos compostos orgânicos analisados nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983, 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BONFIM, E.M.S. et al. Níveis críticos de fósforo para *Brachiaria brizantha* e suas relações com características físicas e químicas em solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 281-288, 2004.
- BOTREL, M.A. **Importância dos carboidratos de reserva e da preservação dos meristemas apicais na rebrota do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf)**. Viçosa, 1980, 41 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- BROWN, C.S.; HUBBER, S.C. Reserve mobilization and starch formation in soybean (*Glycine max*) cotyledon in relation to seedling growth. **Plant Physiology**, v. 72, p. 518-524, 1988.
- CATALDO, D.A. et al. Rapid calorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid.

- Communications in Soil and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006, 306p.
- ESTAT: **Sistema de análises estatísticas**. DCE – FCAV/UNESP, 1994.
- FALEIROS, R.R.S.; SEEBAUER, J.R.; BELOW, F.E. Nutritionally induced changes in endosperm of shrunken-1 and brittle-2 maize kernels grown in vitro. **Crop Science**, v. 36, p. 947-954, 1996.
- FIEUW, S.; WILLENBRINK, J. Sucrose synthase and sucrose phosphate synthase in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L. ssp. *Altissima*). **Journal of Plant Physiology**, v. 131, p. 153-162, 1987.
- HAGEMAN, R.H.; REED, A.J. Nitrate reductase from higher plants. In: *Methods in Enzymology*, **Academic Press Inc.**, v. 69, p. 270-280, 1980.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. 1.ed. Australia: Cambridge University Press, 1991. 206p.
- KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 563-596.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B. et al (eds), **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 165-275.
- MALAVOLTA, E. Funções dos macro e micronutrientes. In: **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. cap. 4. p. 126-417.
- MALTA, M.R. et al. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácidos e proteínas solúveis em mudas de cafeeiro. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 14, n. 1, p. 31-37, 2002.
- MANNETJE, L.'t. Measuring quantity grassland vegetation. In: MANNETJE, L.'t. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. London: Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p. 36-90 (Bulletin, 52).
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press: San Diego, 1995. 889p.
- MESQUITA, E.E. et al. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-mombaça, capim-marandu e capim-andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.
- PETERSON, G.L. A simplification of the protein assay method of Lowry et al wich is more generally applicable. **Analytical Biochemistry**, v. 83, p. 346-356, 1977.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PRASK J.A.; PLOCKE D.J.A. Role for Zinc in the structural integrity of the cytoplasmic ribosomes of *Euglena gracilis*. **Plant Physiology**, v. 48, p. 150-155, 1971.
- REIS, M.G.F. et al. Acúmulo de biomassa em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v. 9, n. 2, p. 149-162, 1985.
- SILVA, E.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de capim-Tifton 85: consumo e digestibilidades total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 237-245, 2007.
- SMITH, D. The nonstructural carbohydrates. In: BUTLER, G.W. e BAILEY, R. W. ed. **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. London: Academic Press, 1973. 1. p. 105-155.
- SOARES FILHO, C.V. **Varição sazonal de parâmetros bioquímico fisiológicos em braquiária decumbens estabelecida em pastagem**. Piracicaba, 1991, 110 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.
- STRYER, L. **Biochemistry**. Stanford: Stanford University Press, 1975. 881 p.
- SHU, W. S. et al. Lead, zinc and copper accumulation and tolerance in populations of *Paspalum distichum* and *Cynodon dactylon*. **Environment Pollution**, v. 130, p. 445-453, 2002.

TRENHOLM, L. E. et al. Bermudagrass growth, total nonstructural carbohydrate concentration, and quality as influenced by nitrogen and potassium. **Crop Science**, v. 38, p. 441-451, 1998.

VANTINI, P.P. **Características morfológicas do capim-Tanzânia em função de doses de nitrogênio e idades da planta**. Jaboticabal, 2002, 144 p. Tese (Doutorado) – Facul-

dade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

WERNER, J.C. et al. Recomendação de adubação e calagem para forrageiras. In: RAIJ, B. Van et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. Campinas: Instituto Agronômico. 1997. p. 261-274. (Boletim técnico, 100).