

Boletim de Pesquisa 8 **e Desenvolvimento** ISSN 1981-2078 Dezembro, 2006

Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes

Vista geral do experimento de produção de sementes, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.



Vista geral do experimento com fonte de micronutrientes na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.



Detalhe de uma espiguetas do experimento de sementes na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8

Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes

Patricia Perondi Anchão Oliveira
Francisco H. Dübbern de Souza
Pedro Henrique de Cerqueira Luz
Valdo Rodrigues Herling

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234

Caixa Postal 339

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Home page: www.cppse.embrapa.br

E-mail: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alberto C. de Campos Bernardi

Secretário-Executivo: Edison Beno Pott

Membros: Carlos Eduardo da Silva Santos, Maria Cristina C. Brito,

Odo Primavesi, Sônia Borges de Alencar

Revisor de texto: Edison Beno Pott

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar

Fotos da capa: André Luiz Monteiro Novo

Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

1ª edição on-line (2006)**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP
Embrapa Pecuária Sudeste**

Patrícia Perondi Anção Oliveira

Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes / Patrícia Perondi Anção Oliveira [et al.] -- São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

40 p.; 21 cm. -- (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

ISSN: 1981-2078

1. Pastagem - Adubação - Micronutriente 2. Pastagem - Irrigação - Micronutrientes - Produção de forragem. I. Souza, Francisco H.D. II. Luz, Pedro H. de Cerqueira. III. Herling, Valdo Rodrigues. IV. Título. V. Série.

CDD 633.2

© Embrapa 2006

Sumário

Introdução	9
1. Experimento 1 - Avaliação da fertilização com micronutrientes para produção de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	10
1.1. Síntese da bibliografia	10
1.2. Objetivos	13
1.3. Material e Métodos	13
1.4. Resultados e Discussão	19
1.5.. Conclusões	25
2 Experimento 2 - Avaliação de formas de fertilização com micronutrientes em pastagem irrigada de <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia.....	26
2.1. Síntese da bibliografia	26
3.2. Objetivos	30
3.3. Material e Métodos	30
3.4. Resultados e Discussão	35
3.5.. Conclusões	40
Referências Bibliográficas	41

Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes

Patrícia Perondi Anção Oliveira¹

Francisco H. Dübbern de Souza²

Pedro Henrique Cerqueira Luz³

Valdo Rodrigues Herling⁴

Resumo

A fertilização com micronutrientes em pastagens tropicais tem sido pouco estudada. Para pastagens manejadas intensivamente e sob irrigação e pastagens destinadas à produção de sementes, as informações são mais escassas. Com o objetivo de estudar a importância de cada micronutriente, a fonte de fertilizante e a forma de aplicação realizaram-se dois experimentos, com duração de dezoito meses, para avaliar a produção de sementes e a produção de forragem sob irrigação. No experimento para avaliação da produção de sementes, o uso da fertilização com micronutrientes aplicada no solo aumentou a produção das estruturas reprodutivas mas não aumentou a produção de sementes viáveis. No experimento com pastagem irrigada, a fertilização com micronutrientes não influenciou a produção de matéria seca da forragem. Deficiências de micronutrientes, principalmente de B e de Zn, começaram a aparecer dez meses após a instalação dos experimentos, apesar das fertilizações empregadas.

Termos para indexação: micronutrientes, pastagens, sementes, fertilização

¹Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste. Rodovia Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP. Endereço eletrônico: ppaolive@cnpse.embrapa.br.

²Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste. Rodovia Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP. Endereço eletrônico: fsouza@cnpse.embrapa.br.

³ Prof. Dr., Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP, Pirassununga, SP.

⁴ Prof. Dr., Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP, Pirassununga, SP.

Evaluation of micronutrients fertilization in irrigated pastures for seed and forage production

Abstract

Fertilization with micronutrients in tropical pastures has been scarcely studied. In intensively managed pastures under irrigation and in pastures destined for seed production, information is even scarcer. With the objective to study importance of each micronutrient, fertilizer source and application form, two eighteen-months experiments were carried out, in order to evaluate seed production and forage production under irrigation. In the experiment for evaluation of seed production, micronutrients applied in soil increased reproductive structures but did not increase viable seed production. In the experiment with irrigated pasture, micronutrient fertilization did not affect forage dry matter production. Micronutrient deficiency, mainly of B and Zn, initiated ten months after installation of the experiments, despite fertilization.

Index terms: micronutrients, pasture, seeds, fertilization

Introdução

Atualmente, o Brasil é reconhecido mundialmente pela produção de carne e de leite de bovinos, tendo as pastagens como base da alimentação. A produção e a exportação de sementes de forrageiras tropicais também apresentaram um salto, colocando o Brasil como o maior produtor e o maior exportador desse tipo de insumo.

Tais fatos fizeram com que a concepção sobre o manejo adequado da fertilidade do solo em áreas de pastagens evoluísse no setor produtivo nos últimos anos. Com a adoção da irrigação de pastagens, houve ainda maior ênfase sobre o assunto.

O equilíbrio nos programas de correção do solo e de adubação é importante para garantir alta produção e para maximizar o uso da água, dos recursos naturais, dos fertilizantes e dos corretivos, uma vez que a falta de um nutriente essencial, mesmo que todos os outros estejam disponíveis em quantidades suficientes, limita a produção de forragem da pastagem. Dentro desse contexto e considerando-se o preço e o custo de oportunidade da terra na região Sudeste, os micronutrientes precisam ser avaliados para a correta recomendação dos fertilizantes.

Em condições irrigadas e para produção de sementes para pastagem, são poucos os relatos na literatura sobre o efeito da fertilização com micronutrientes. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo explorar aspectos da fertilização com micronutrientes em pastagens irrigadas para produção de sementes e para pastejo, sendo conduzidos dois experimentos durante 18 meses.

1. Experimento 1 – Avaliação da fertilização com micronutrientes para produção de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

1.1. Síntese da bibliografia

A produção de sementes de gramíneas forrageiras aumentou substancialmente nas últimas décadas, concomitantemente à expansão das áreas de pastagens cultivadas no Brasil e do mercado externo (Rodrigues & Souza, 2006).

A existência de condições edafoclimáticas favoráveis à produção de sementes, a presença de empresariado dinâmico e a disponibilidade de cultivares adaptadas a uma ampla gama de condições ambientais fizeram do Brasil o maior produtor, o maior consumidor e o maior exportador de sementes de plantas forrageiras tropicais no mundo. O valor total desse mercado, que envolve aproximadamente 100.000 t por ano, ultrapassa US\$ 250 milhões, dos quais cerca de 10% é representado pela exportação a mais de 20 países (Souza & Silveira, 2006).

Os tratos culturais adequados dessas áreas de produção de sementes se tornam importantes para o Brasil, uma vez que se consolidou como o maior exportador mundial de sementes para pastagens tropicais. O manejo da nutrição mineral da cultura que tem por finalidade a obtenção de sementes é um dos tópicos mais importantes nos campos de produção de capins tropicais. Entretanto, poucas pesquisas versam sobre o assunto no Brasil.

A nutrição mineral das plantas forrageiras quando exploradas para produção de sementes é distinta daquela empregada nos sistemas de produção de forragem para pastejo. Os requerimentos de fertilidade do solo para produção de sementes de determinada cultivar são superiores àqueles necessários para essa mesma cultivar quando utilizada como pastagem (Souza, 2001).

Um dos fatores mais limitantes à produção de sementes e de forragem é o nitrogênio. A principal função deste nutriente é melhorar a produção de sementes por meio do aumento da densidade de inflorescências. Entretanto, a máxima eficiência da fertilização nitrogenada depende do equilíbrio entre os nutrientes nos programas de fertilização de campos de produção de sementes. Neste contexto, o estudo do uso de micronutrientes torna-se importante. O efeito positivo de boro (B) foi relatado por Nabinger & Medeiros (1995), ao citarem o trabalho de Bruyn (1966), que encontrou aumento da porcentagem de sementes viáveis formadas por inflorescências na presença de B. Nesse trabalho, cálcio (Ca), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) também apresentaram efeito positivo. Apesar de não terem sido encontrados relatos na literatura brasileira de efeitos da fertilização com molibdênio (Mo) sobre a produção de sementes, existe potencial de resposta, dada a importância desse micronutriente na eficiência da fertilização nitrogenada no processo de formação de sementes para pastagens de gramíneas tropicais, à semelhança do que ocorreu no trabalho de Miranda et al. (1985) com a parte

vegetativa da planta.

Recomendações de fertilização com micronutrientes em campos de produção de sementes de capins do gênero *Brachiaria* foram compilados por Andrade (1994), que citou os níveis indicados por Sanzonowicz (1986), de 2 a 3 kg/ha de Zn, e por Souza (1991), de 25 a 30 kg/ha de FTE BR 16. Entretanto, pesquisas específicas sobre a fertilização com micronutrientes em campos de produção de sementes se fazem necessárias.

Outro grande desafio na produção de sementes de capins tropicais no Brasil é o destino da palhada residual remanescente da colheita das sementes. Cerca de 2,8 milhões de toneladas de palhada (composta por restos de folhas, de talos e de inflorescências) sobram por ano da colheita de sementes de capim, que têm sido descartadas, principalmente mediante a queima, causando graves problemas de poluição ambiental nas regiões produtoras (Rodrigues & Souza, 2006). A queima ou a retirada da palhada da área é necessária, para permitir a colheita no próximo ciclo e para possibilitar a rebrota do capim, mesmo considerando-se os efeitos benéficos sobre a fertilidade e a conservação do solo que a permanência da palhada poderia ocasionar ao sistema. O conhecimento da qualidade da palhada também se torna importante para sugestão de possíveis alternativas de uso desse material como alimento animal, e por isso foi avaliada no presente trabalho.

1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilização com micronutrientes em área de produção de sementes, utilizando-se a técnica do elemento faltante; compararam-se, ainda, duas formas de aplicação dos micronutrientes, no solo e por via foliar. As características produtivas e reprodutivas das plantas forrageiras, a qualidade das sementes e da palhada residual, e a fertilidade do solo da área experimental ao fim do período experimental foram avaliadas.

1.3. Material e métodos

O experimento foi realizado em campo experimental da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (USP), no município de Pirassununga, SP (21°59' sul e 47°26' oeste) em área de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, irrigada, estabelecida em Nitossolo distrófico, à altitude de 634 m. O clima é subtropical do tipo Cwa de Köppen.

Os dados climáticos observados durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.1.

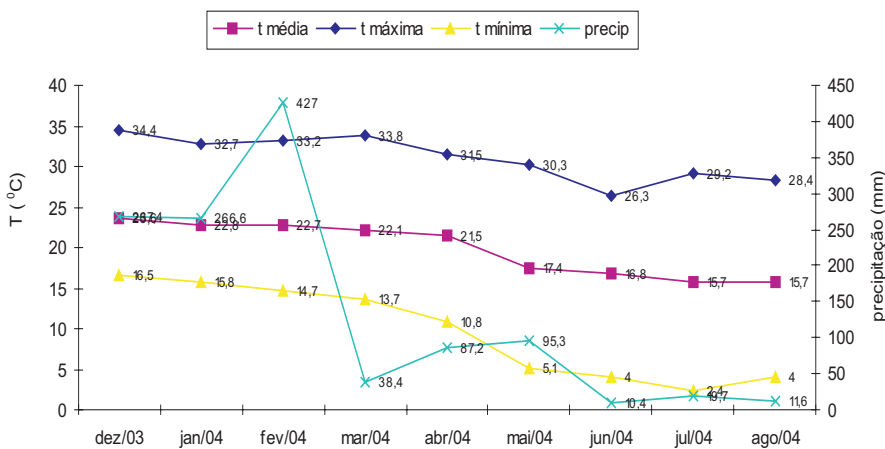


Figura 1.1. Dados meteorológicos observados na área experimental da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram:

1. Fertilização completa, exceto micronutrientes.
2. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar.
3. Fertilização completa com micronutrientes aplicados no solo.
4. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar, exceto Zn.
5. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar, exceto B.

6. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar, exceto Cu.
7. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar, exceto Mo.
8. Fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar, exceto Mn.

As características químicas iniciais do solo da área experimental eram: pH em $\text{CaCl}_2 = 5$; matéria orgânica = 22 g/dm^3 ; P em resina = 8 mg/dm^3 ; 0,9, 24, 5, 35, 3 e 65 mmolc/dm^3 de K, Ca, Mg, H + Al, Al e capacidade de troca de cátions (CTC), respectivamente; saturação por bases de 46% e de alumínio de 9%; $0,53 \text{ mg/dm}^3$ de B; $4,1 \text{ mg/dm}^3$ de Cu; 12 mg/dm^3 de Fe; $5,7 \text{ mg/dm}^3$ de Mn; e $0,8 \text{ mg/dm}^3$ de Zn. O extrator usado para o boro foi água quente; para os outros micronutrientes foi usado o DTPA. Foi realizada calagem para elevar a saturação por bases a 80%, com $2,3 \text{ t/ha}$ de calcário dolomítico com PRNT de 95%. O plantio foi realizado em novembro de 2003, em espaçamento de 68 cm. A fertilização aplicada foi de 50 kg/ha de K na forma de cloreto de potássio, e de 45 kg/ha de P e de 60 kg/ha de S na forma de superfosfato simples.

As parcelas do tratamento com micronutrientes aplicados no solo receberam $3,6 \text{ kg/ha}$ de Zn na forma de sulfato de zinco, 1 kg/ha de B na forma de ácido bórico, 320 g/ha de Cu na forma de sulfato de cobre, 800 g/ha de Mn na forma de sulfato de manganês e 100 g/ha de Mo na forma de molibdato de sódio.

Nos outros tratamentos, foram realizadas duas fertilizações foliares com micronutrientes, de acordo com cada tratamento, em 6/2/2004 e em 6/3/2004, as quais forneceram as seguintes doses de micronutrientes: 2 kg/ha de B, 4,4 kg/ha de Zn, 280 g/ha de Mo, 600 g/ha de Cu e 300 g/ha de Mn. O “elemento faltante” de cada tratamento foi suprimido nas duas fertilizações foliares.

A fertilização de cobertura foi realizada em janeiro de 2004, com 100 kg/ha de N e 109 kg/ha de S, na forma de sulfato de amônio.

Os teores de nutrientes na parte aérea da forragem foram avaliados em perfilhos colhidos na fase vegetativa da planta. O nitrogênio foi determinado por microkjeldahl. As amostras de planta sofreram digestão nitroperclórica e, posteriormente, os teores de Ca, magnésio (Mg), Cu, Zn, Fe e Mn foram determinados por espectrometria de absorção atômica; o teor de fósforo (P), por espectrofotometria de absorção molecular; e o teor de S, por turbidimetria. O boro foi determinado em amostra preparada por via seca e analisada por espectrofotometria, segundo Malavolta et al. (1997).

A colheita das sementes foi realizada em agosto de 2005. O número de perfilhos e a produção de forragem foram obtidos por meio de corte de uma amostra de 0,5 m linear por parcela, por ocasião da colheita das sementes. O número de espiguetas e de ráceros e as suas medidas foram avaliados em 20 perfilhos tomados ao acaso em cada parcela.

O acompanhamento da fertilidade de solo foi realizado nas profundidades de 0 – 20 cm, ao final do experimento. Foram realizadas determinações dos cátions trocáveis e de P, utilizando-se a resina trocadora, conforme Camargo et al. (1986). O pH foi determinado em CaCl_2 (0,01 mol/L). O extrator usado para determinação do B foi água quente e o da determinação do Cu, Fe, Mn e Zn foi o DTPA.

A produção de sementes foi mensurada por meio de varredura de 2 m² no centro de cada parcela. Foi tomada a massa das amostras, que foram levadas ao laboratório, para limpeza, para processamento e para realização da determinação de pureza e de germinação.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste F para detectar diferença entre os tratamentos. A seguir foi usado o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação das médias.

1.4. Resultados e discussão

A menor produção de forragem foi de 15,6 t/ha no tratamento com fertilização completa exceto micronutrientes e a maior, de 24,81 t/ha com a fertilização completa com micronutrientes aplicados por via foliar; as outras foram intermediárias, não havendo diferença estatística entre as médias. O número de perfilhos também não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Produção de matéria seca de forragem da parte aérea e número de perfilhos de um campo de produção de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.

Tratamento	Parte aérea ¹ (t/ha)	Perfilhos (nº/m ²)	Perfilhos principais (nº/m ²)
NPK + micronutrientes no solo	20,0	466,8	331,0
NPK exceto micronutrientes	15,6	401,0	289,0
NPK + micronutrientes por via foliar	24,8	381,8	293,5
NPK + micronutrientes exceto B	20,2	388,2	287,8
NPK + micronutrientes exceto Cu	19,1	348,0	289,2
NPK + micronutrientes exceto Mo	24,7	535,0	422,7
NPK + micronutrientes exceto Mn	19,7	486,2	372,7
NPK + micronutrientes exceto Zn	23,4	479,5	398,5
Coefficiente de variação (%)	6,9	31,6	42,1
Média	20,9	435,8	334,7
Probabilidade do teste F para tratamento	ns ²	ns	ns

¹ Variável transformada para log (parte aérea + 1). ² ns = não significativo.

Os resultados de avaliação das estruturas reprodutivas estão apresentados na Tabela 1.2. O número de inflorescências maduras foi menor no tratamento com NPK exceto micronutrientes em relação a todos os outros tratamentos. Para a quantidade de ráceros, os tratamentos com NPK exceto micronutrientes e o tratamento com NPK + micronutrientes exceto Cu produziram menos do que o tratamento com NPK + micronutrientes aplicados no solo e o tratamento com NPK + micronutrientes exceto Mn. Para a quantidade de espiguetas, também os tratamentos com NPK exceto micronutrientes e o tratamento com NPK + micronutrientes exceto Cu produziram menos do que o tratamento com NPK + micronutrientes aplicados no solo.

De forma geral, o tratamento completo com os micronutrientes aplicados no solo proporcionou maior produção de estruturas reprodutivas, maior número de inflorescências e mais centímetros de ráceros e de espiguetas do que a fertilização completa sem os micronutrientes, corroborando o exposto por Nabinger & Medeiros (1995). O tratamento sem Cu apresentou menor produção de centímetros de ráceros e de número de espiguetas em relação ao tratamento completo, com os micronutrientes aplicados no solo. Entretanto, isso não se refletiu em aumento significativo da produção de sementes, como pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 1.3.

Segundo Primavesi (2006; comunicação pessoal), em experimentos com doses de NPK, a produção de sementes puras e de sementes puras viáveis ocorreu em uma relação inversa à da produção de forragem, o que sugere que o mecanismo de reprodução sexuada é mais intenso quando o vigor vegetativo não for grande. Entretanto, esse fato não foi observado no presente experimento, uma vez que o valor do coeficiente de correlação entre a produção de matéria seca da parte aérea e a produção de sementes foi muito baixo.

Tabela 1.2. Estruturas reprodutivas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu destinada à produção de sementes, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.²

Tratamento	Inflorescência (n°/m ²)	Inflorescência Madura (n°/m ²)	Rácemo (n°/m ²)	Rácemo (cm/m ²)	Espiguetas (n°/m ²)
NPK + micronutrientes no solo	530,5	327,5 a	1086,3	9818 a	30564 a
NPK sem micronutrientes	223,5	120,3 b	440,0	4226 b	13620 b
NPK + micronutrientes por via foliar	231,0	163,5 a	606,3	4751 ab	14283 ab
NPK + micronutrientes exceto B	319,0	210,5 a	775,3	6837 ab	20344 ab
NPK + micronutrientes exceto Cu	241,5	166,3 a	498,3	3608 b	11102 b
NPK + micronutrientes exceto Mo	348,3	245,0 a	784,8	6711 ab	20804 ab
NPK + micronutrientes exceto Mn	350,8	255,5 a	864,8	7986 a	23789 ab
NPK + micronutrientes exceto Zn	258,0	191,8 a	570,5	4915 ab	13696 ab
Coefficiente de variação (%) ¹	7,9	11,9	7,9	6,6	4,9
Média	308,2	210	703,2	6106	18505
Probabilidade do teste F para tratamento ³	ns	**	ns	***	***

¹ Todas as variáveis foram transformadas para $\log(x + 1)$.

² Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p = 0,05$).

³ Probabilidade do teste F: ns = não significativo; ** = $\leq 0,05$;
*** = $\leq 0,01$.

A qualidade da forragem remanescente após a colheita das sementes, chamada de palhada residual da produção de sementes, não foi diferente entre os tratamentos e apresentou qualidade ruim para o consumo por bovinos, com média de 5,6% de proteína bruta e 45% de nutrientes digestíveis totais, e deveria sofrer algum tipo de tratamento ou adição de suplementos para garantir ganho de peso dos animais (Tabela 1.3), conforme já relatado por Rodrigues & Souza (2006).

Tabela 1.3. Qualidade das plantas após a colheita e produção e qualidade de sementes, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.

Tratamento	Proteína bruta (%)	NDT ¹ (%)	Sementes puras ² (kg/ha)	Germinação (%)	Sementes puras viáveis ² (kg/ha)
NPK + micronutrientes no solo	5,6	47,2	442,8	54,4	231,7
NPK sem micronutrientes	5,0	44,1	388,5	56,7	190,8
NPK + micronutrientes por via foliar	5,6	44,9	244,3	64,4	165,3
NPK + micronutrientes exceto B	5,7	46,8	292,2	54,2	174,2
NPK + micronutrientes exceto Cu	5,4	46,8	392,1	58,4	229,6
NPK + micronutrientes exceto Mo	5,8	45,0	204,7	54,5	114,1
NPK + micronutrientes exceto Mn	6,0	44,1	356,6	57,5	227,3
NPK + micronutrientes exceto Zn	5,4	40,8	226,7	46,9	111,2
Coefficiente de variação (%)	18,6	6,9	9,4	21,4	12,0
Média	5,6	45,0	318,5	55,9	180,4
Probabilidade do teste F para tratamento	ns ³	ns	ns	ns	ns

¹ NDT = nutrientes digestíveis totais. ² Variáveis transformadas para $\log(x + 1)$.

³ ns = não significativo.

Os teores de macronutrientes e de micronutrientes na parte aérea da forragem colhida em estágio vegetativo do campo de produção de sementes (Tabela 1.4) apresentaram-se dentro da faixa adequada proposta por Werner et al. (1996), com exceção do boro, cujos teores foram iguais ou inferiores ao valor inferior da faixa adequada. O teor de boro do tratamento em que se aplicou boro no solo foi inferior ao tratamento com NPK exceto manganês; os outros tratamentos apresentaram valores intermediários (Tabela 1.4).

Tabela 1.4. Teores de nutrientes na parte aérea das plantas de um campo de produção de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.¹

Tratamentos	Teores de macronutrientes (g/kg)						Teores de micronutrientes (mg/kg)				
	N	Ca	Mg	P	K	S	Cu	B	Fe	Mn	Zn
NPK + micronutrientes no solo	13,9	3,6	4,5	1,7	21,9	1,1	5,1	5,83b	141,6	34,5	22,6
NPK sem micronutrientes	13,9	3,4	4,4	1,9	25,8	1,2	5,3	8,0ab	194,0	35,6	22,1
NPK + micronutrientes por via foliar	14,5	3,7	4,2	1,5	22,7	1,1	5,6	8,4ab	275,4	38,1	27,0
NPK + micronutrientes exceto B	14,0	3,3	4,0	1,9	24,3	1,2	5,9	7,25ab	111,3	31,5	27,3
NPK + micronutrientes exceto Cu	15,2	3,8	4,7	1,8	24,1	1,3	5,5	8,9ab	127,2	37,3	27,9
NPK + micronutrientes exceto Mo	15,8	4,1	4,9	1,7	23,0	1,3	6,3	8,6ab	187,8	39,9	26,1
NPK + micronutrientes exceto Mn	14,8	3,9	4,4	1,7	24,9	1,3	5,8	10,1a	221,7	37,3	29,4
NPK + micronutrientes exceto Zn	14,4	3,8	4,5	1,9	23,8	1,2	5,8	8,3ab	164,5	38,1	23,5
Média	14,6	3,7	4,5	1,8	23,8	1,2	5,7	8,2	177,9	36,5	25,8
Faixa de teor adequado ²	13-20	3-6	1,5-4	0,8-3	12-30	0,8-2,5	4-12	10-25	50-250	40-250	20-50
Coefficiente de variação (%)	6,5	12,0	17,1	11,7	15,4	11,3	10,2	19,1	50,8	15,5	16,2
Prob. do teste F para tratamento ³	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

² De acordo com Werner et al. (1996).

³ Probabilidade do teste F: ns = não significativo; ** = $\leq 0,05$.

As características químicas do solo ao final do período experimental encontram-se nas Tabelas 1.5 e 1.6 e praticamente não variaram. Apenas no teor de Cu houve diferença; os tratamentos com NPK + micronutrientes aplicados por via foliar e com NPK + micronutrientes exceto Zn apresentaram teores de Cu superiores aos tratamentos com NPK exceto micronutrientes e com NPK + micronutrientes exceto B.

Os valores das médias dos teores de micronutrientes (Tabela 1.5) variaram de médios a altos, devido o tipo de solo da área experimental, um Nitossolo distrófico corrigido, o que pode ter limitado a resposta em produção de sementes às fertilizações empregadas.

Tabela 1.5. Características¹ químicas finais da área experimental, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005 – Macronutrientes.

Tratamento	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	CTC	V
	(CaCl ₂)	(g/dm ³)	(mg/dm ³)			(mmol/dm ³)			(%)
NPK + micronutrientes no solo	5,6	28,2	7,8	6,3	0,57	24,3	10,8	52,2	67,8
NPK sem micronutrientes	5,8	27,8	9,0	6,5	1,08	30,8	13,2	61,8	71,5
NPK + micronutrientes por via foliar	5,6	27,8	7,0	6,0	0,67	23,5	10,0	51,8	65,8
NPK + micronutrientes exceto B	5,8	29,8	9,0	8,3	1,08	31,8	12,5	61,5	73,2
NPK + micronutrientes exceto Cu	5,8	28,3	8,5	9,3	0,80	30,5	13,5	60,0	74,3
NPK + micronutrientes exceto Mo	5,9	28,5	7,3	6,2	0,85	29,0	13,3	60,3	69,5
NPK + micronutrientes exceto Mn	5,7	28,5	8,3	7,8	0,82	26,0	11,0	55,0	68,5
NPK + micronutrientes exceto Zn	5,6	29,0	7,3	9,0	0,45	25,5	10,8	54,5	65,5
Média geral	5,7	28,5	8,0	7,4	0,8	27,6	11,9	57	69,5
Características químicas iniciais	5,0	22,0	8	-	0,9	24	5	65	46
Prob. do teste F para tratamentos (%)	ns ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de variação (%)	4,2	4,9	23,7	42,1	76	27,8	24,8	15,5	9,9

¹ MO = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca catiônica. ² ns = não significativo.

Tabela 1.6. Características químicas finais da área experimental, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005–Micronutrientes.¹

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg/dm ³)				
NPK + micronutrientes no solo	0,56	5,4 ab	11,2	14,2	1,8
NPK sem micronutrientes	0,28	5,1 b	10,5	14,6	1,6
NPK + micronutrientes por via foliar	0,37	5,6 a	11,8	14,1	1,5
NPK + micronutrientes exceto B	0,22	5,1 b	10,3	14,9	1,9
NPK + micronutrientes exceto Cu	0,36	5,2 ab	10,8	13,3	1,9
NPK + micronutrientes exceto Mo	0,39	5,2 ab	10,5	14,2	1,5
NPK + micronutrientes exceto Mn	0,31	5,4 ab	11,0	15,4	1,9
NPK + micronutrientes exceto Zn	0,40	5,5 a	12,0	16,2	1,6
Média geral	0,36	5,3	11	14,6	1,7
Características químicas iniciais	0,53	4,1	12	5,7	0,8
Prob. do teste F para tratamentos (%) ²	ns	* *	ns	ns	ns
Coefficiente de variação (%)	69,1	4,4	9,9	15,4	32,6

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

² Probabilidade do teste F: ns = não significativo; ** = $\leq 0,05$.

1.5. Conclusões

O tratamento com fertilização completa adicionada dos micronutrientes aplicados no solo aumentou o número de inflorescências, a quantidade de ráculos e o número de espiguetas em relação ao tratamento sem aplicação de micronutrientes.

O aumento nas estruturas reprodutivas não se refletiu no aumento significativo da produção de sementes.

A palhada residual requer suplementação ou uso de algum tipo de tratamento físico ou químico, que aumente sua digestibilidade, com vistas ao fornecimento para bovinos.

2. Experimento 2 – Avaliação de formas de fertilização com micronutrientes em pastagem irrigada de *Panicum maximum* cv. Tanzânia

2.1. Síntese da bibliografia

O uso de micronutrientes nos programas de adubação de pastagens de gramíneas tropicais nem sempre resulta no aumento de produção de forragem. Entretanto, reduções nos teores foliares de micronutrientes aparecem nos primeiros cortes, principalmente nos solos de cerrado, conforme se observa nos dados compilados por Monteiro (1991) e Werner (1994b), resultando em diminuição da produção durante o decorrer do ano. A ausência de resposta ao uso de micronutrientes em pastagens pode ter ocorrido por diferentes razões, entre elas: realização de experimentos em situações em que realmente não se espera a resposta ao uso de micronutrientes (solos não deficientes, solos com pH baixo ou ausência de calagem), curta duração dos experimentos (dois ou três cortes da forrageira), baixas fertilizações com macronutrientes e aplicação dos micronutrientes no solo.

Convencionalmente, os pecuaristas têm usado a dose de 30 a 40 kg/ha de FTEBR 12, quando adotam o manejo intensivo de pastagem. Essa ação é contrária à praticada na agricultura, em que as fontes solúveis têm sido, em geral, as mais usadas. Isso inclui, entre outras fontes, as usadas neste experimento: o ácido bórico, o sulfato de cobre, o molibdato de amônio e o

sulfato de zinco. Todas estas fontes se prestam à aplicação no solo ou por via foliar (van Raij, 1991).

As fontes insolúveis em água também são usadas como fertilizantes, lembrando-se que devem ser bem misturadas ao solo, para que sua eficiência seja aumentada (van Raij, 1991), procedimento difícil em pastagens estabelecidas, onde não é aconselhável revolvimento do solo, por causa das injúrias causadas na planta forrageira.

Os silicatos de micronutrientes, ou “fritas”, são produtos preparados por fusão de sílica com os micronutrientes. São uma espécie de vidro, que se dissolve no solo e libera lentamente os micronutrientes. A eficiência desses produtos é influenciada pelo tamanho das partículas dos produtos; os materiais mais grosseiros são os menos eficientes. As fritas só se prestam à aplicação no solo (van Raij, 1991).

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, da matéria orgânica e, principalmente, do pH do solo. Quando o pH do solo aumenta, diminui a disponibilidade do Cu, do Fe, do Mn e do Zn e aumenta a do Mo, e quando há redução de oxigênio no solo, aumenta a disponibilidade de Fe e de Mn (Bataglia, 1988). A maior disponibilidade de B ocorre com o pH na faixa de 5,0 a 7,0. Sua deficiência é comum em solos arenosos de zonas com alta pluviosidade. Excesso de P no solo pode provocar deficiência de Fe e de Zn. A deficiência de Mo ocorre em solos ácidos ou em solos que tenham recebido doses elevadas de fertilizantes que contenham sulfato (Lopes & Carvalho, 1988).

O estudo dos micronutrientes em pastagens é importante não só para nutrição mineral da planta como para nutrição dos animais que se alimentarão da forragem (Gupta et al., 2001).

O uso do boro em pastagens tem apresentado mais resposta positiva quando se trata de leguminosas. Em solos arenosos, na presença de calagem ou em produção de sementes, existe potencial de resposta por gramíneas forrageiras (Gupta et al., 2001). As doses de B recomendadas para produção de forragem variam de 1 a 4 kg/ha de B aplicado no solo ou de 0,25 a 1 kg/ha de B aplicado por via foliar (Gupta et al., 2001). Os teores de B adequados para *Brachiaria brizantha* são de 10 a 25 mg/kg e, para o *Panicum maximum*, de 10 a 30 mg/kg (Werner et al., 1996).

As pastagens das áreas tropicais são propensas à deficiência de molibdênio, porque solos ácidos são comuns nessas regiões. A resposta ao uso de molibdênio em vários tipos de pastagens com leguminosas é incontestável em diversas regiões do Brasil (Monteiro, 1991; Werner, 1994a, b). Existe potencial de resposta ao uso de Mo em pastagens de gramíneas tropicais, principalmente nas submetidas a altas doses de fertilização nitrogenada, em razão da participação do Mo na enzima redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato a amônio na planta. Gupta et al. (2001) ressaltaram que em gramíneas de clima temperado não se tem encontrado resposta ao uso de Mo, enquanto em gramíneas de clima tropical ela existe, e os cultivares do gênero *Panicum* são os mais

responsivos. No Brasil, Miranda et al. (1985) observaram aumento de 19% na produção de *B. decumbens* quando inseriram Mo no fertilizante da pastagem. As doses de Mo recomendadas para pastagem são de 8 a 10 g/kg de Mo no tratamento de sementes, de 100 g/ha aplicado no solo e de 50 a 100 g/ha na aplicação por via foliar (Gupta et al., 2001).

A resposta de pastagens de gramíneas tropicais ao uso de Cu foi encontrada poucas vezes. Solos bem drenados e arenosos são pobres em Cu e podem apresentar algum potencial de resposta ao Cu. A recomendação de Cu para pastagem é de 2 a 8 kg/ha de Cu aplicado no solo ou 0,25 kg/ha na aplicação foliar (Gupta et al., 2001). A faixa de teor adequado de Cu para *Brachiaria brizantha* é de 4 a 12 mg/kg e para *Panicum maximum* é de 4 a 12 mg/kg (Werner et al., 1996).

O uso de Mn nos programas de fertilização de pastagens é limitado no Brasil, uma vez que se espera resposta ao uso de Mn somente em solos com pH elevado e com altos teores de matéria orgânica (Gupta et al., 2001), condições praticamente inexistentes em solos ocupados por pastagens de gramíneas tropicais. A faixa de teor adequado de Mn da *Brachiaria brizantha* é de 40 a 200 mg/kg e do *Panicum maximum* é de 40 a 250 mg/kg (Werner et al., 1996).

A exigência de Zn por animais que se alimentam de gramíneas tropicais é muito maior do que a exigência mineral da planta forrageira. Respostas da planta ao uso de Zn são esperadas em pastagens exclusivas de gramíneas tropicais. A

recomendação de Zn para pastagens é de 5 a 15 kg/ha de Zn aplicado no solo e de 0,5 a 1,0 kg/ha na aplicação foliar (Gupta et al., 2001). Os teores adequados de Zn no solo para *Brachiaria brizantha* e para *Panicum maximum* são de 20 a 50 mg/kg.

Com relação à nutrição animal, França (1984) revisou trabalhos que relatam que a maioria das pastagens de gramíneas tropicais analisadas no Brasil mostrou deficiência de cobalto, de cobre e de zinco para nutrição de bovinos. Já os teores de manganês, de ferro, de molibdênio foram adequados.

3.2. Objetivo

O objetivo do trabalho foi avaliar fontes e formas de aplicação de micronutrientes em pastagens irrigadas e fertilizadas, visando à obtenção de alta produção de forragem.

3.3. Material e métodos

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, no município de Pirassununga, SP (21°59' sul e 47°26' oeste) em área de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia (capim-tanzânia) irrigada e estabelecida em Nitossolo distrófico, à altitude de 634 m. O clima é subtropical do tipo Cwa de Köppen.

As condições climáticas da área experimental estão apresentadas na Figura 2.1.

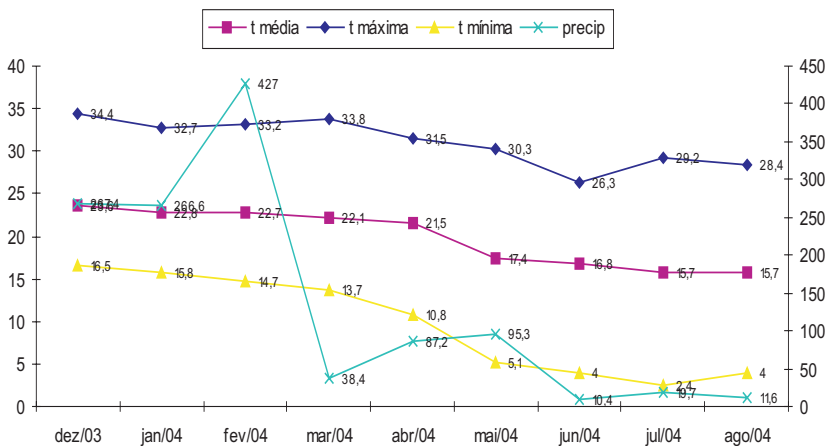


Figura 2.1. Condições climáticas da área experimental na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes:

1. Completo sem micronutrientes.
2. Completo + micronutrientes em aplicação foliar.
3. Completo + micronutrientes aplicados no solo na forma de FTEBR 12.
4. Completo + micronutrientes aplicados no solo.
5. Completo + micronutrientes aplicados no solo e por via foliar.
6. Completo + micronutrientes aplicados no solo na forma de FTEBR 12 e por via foliar.

As características químicas iniciais do solo da área experimental eram: pH em $\text{CaCl}_2 = 5$; matéria orgânica = 22 g/dm^3 ; P em resina = 8 mg/dm^3 , 0,9, 24, 5, 35, 3 e 65 mmolc/dm^3 de K, Ca, Mg, H + Al, Al e CTC, respectivamente; saturação por bases de 46% e de alumínio de 9%; e teores médios de micronutrientes. Foi realizada calagem com 2,3 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 95%. O plantio foi realizado em dezembro de 2003 com 100 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e com 65 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio; os micronutrientes foram aplicados no solo. As doses e as fontes de micronutrientes dos tratamentos aplicados no solo foram de $3,6 \text{ kg/ha}$ de Zn na forma de sulfato de zinco, de $0,32 \text{ kg/ha}$ de Cu na forma de sulfato de cobre, de $0,8 \text{ kg/ha}$ de Mn na forma de sulfato de manganês, de $0,1 \text{ kg/ha}$ de Mo na forma de molibdato de sódio e de 1 kg/ha de B na forma de ácido bórico. As doses de micronutrientes dos tratamentos com "micronutrientes aplicados na forma de FTEBR12" foram de $3,6 \text{ kg/ha}$ de Zn, de $0,7 \text{ kg/ha}$ de B, de $0,32 \text{ kg/ha}$ de Cu, de $0,8 \text{ kg/ha}$ de Mn e de 40 g/ha de Mo. O tamanho das parcelas foi de $2 \times 5 \text{ m}$, espaçadas entre si por $1,5 \text{ m}$ de distância. Em 7/2/2004, foi realizado o corte de uniformização e foi aplicada a primeira fertilização nitrogenada, com 100 kg/ha de N, na forma de uréia. Após cada corte, foi realizada adubação de cobertura, com 100 kg/ha de N na forma de uréia, totalizando 800 kg/ha de N por ano. A fertilização com uréia foi realizada logo após o corte e a foliar, cerca de 15 dias após cada corte, quando as plantas apresentavam algum crescimento de folhas. As doses de micronutrientes aplicados

Foram realizados oito cortes, em 13/3/2004, 3/5/2004, 3/7/2004, 17/9/2004, 31/10/2004, 4/12/2004, 15/1/2005 e 22/2/2005, respeitando-se a altura de corte de 25 cm. Foram realizadas quatro subamostragens de massa de forragem por parcela, compreendidas por círculos de 40 cm de diâmetro. As amostras foram secadas a 60°C até peso constante. Foi realizada uma amostragem composta da parte aérea da forragem oriunda dos cortes da época das águas, para determinação dos teores de macronutrientes e de micronutrientes na forragem colhida acima de 25 cm de altura da superfície do solo. O resíduo foi avaliado ao fim do período experimental, mediante corte de toda a forragem da superfície do solo até 25 cm de altura, adotando-se os mesmos procedimentos de amostragem feitos com a parte aérea. As determinações de N foram realizadas por microkjeldahl. As amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica e, em seguida, foram determinados os teores de Ca, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe, por espectrofotometria de absorção atômica com chama; os teores de P, por espectrofotometria de absorção molecular; e os teores de S, por turbidimetria. Os teores de B foram determinados por espectrofotometria por via seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste F para detectar diferença entre os tratamentos. Aceitou-se o nível de significância de 10% para o teste F e, posteriormente, realizou-se o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, para se detectar diferenças entre os tratamentos.

3.4. Resultados e discussão

A produção de forragem foi elevada e ultrapassou 35 t/ha de matéria seca. Não houve diferença estatística quanto à produção de forragem, à estacionalidade e ao resíduo de capim-tanzânia em função das diferentes formas de aplicação e de doses de micronutrientes empregadas. Como se tratava de pastagem irrigada, a estacionalidade de produção de forragem foi baixa, ao redor de 40%, o que indica boa produção de forragem durante a seca (Tabela 2.1.).

Tabela 2.1. Produção de forragem e estacionalidade de *Panicum maximum* cv. Tanzânia fertilizado com diferentes formas de micronutrientes, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.

Tratamento	Produção de forragem (t/ha)			Estacionalidade (%)	Resíduo (t/ha)
	Total	Águas	Seca		
Micronutrientes solúveis no solo	35,73	20,62	15,11	42,49	3,57
Micronutrientes solúveis por via foliar	34,94	20,48	14,46	41,44	3,97
Sem micronutrientes	34,01	19,98	14,03	41,61	3,57
Micronutrientes FTEBR12 no solo	33,82	19,40	14,42	42,46	3,62
Micronutrientes solúveis no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	32,30	19,46	12,84	39,94	3,55
Micronutrientes FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	30,02	17,12	12,91	43,09	3,59
Coeficiente de variação (%)	10,12	12,37	10,41	7,00	24,71
Média geral	33,47	19,51	13,96	41,84	45,70
Prob. do teste F para tratamento ¹	ns	ns	ns	ns	ns

¹ ns = não significativo.

Nas Tabelas 2.2 e 2.3, estão apresentados os resultados da composição química da forragem. Os teores de N foram maiores nos tratamentos que receberam FTE, intermediários nos tratamentos que receberam micronutrientes no solo e por via foliar e no tratamento sem micronutrientes, não diferindo dos tratamentos que receberam FTE; o menor valor, diferente do FTE, foi o do tratamento que recebeu micronutrientes no solo associado à aplicação foliar. Observou-se que os tratamentos mais produtivos foram os que apresentaram os menores teores de N, verificando-se efeito de diluição deste nutriente.

Com os outros macronutrientes, não houve diferença entre os tratamentos nas duas amostragens; os teores permaneceram dentro da faixa adequada proposta por Werner et. al. (1996).

Já para o Mn e o Zn, na segunda amostragem começaram a aparecer diferenças entre os tratamentos. Os teores de Mn foram maiores nos tratamentos com micronutrientes aplicados por via foliar do que naqueles com micronutrientes aplicados no solo na forma de FTE. Os teores de Zn também foram maiores nos tratamentos com aplicação de micronutrientes por via foliar do que nos tratamentos que receberam micronutrientes no solo. Os tratamentos que receberam Zn na forma de FTE ou de sulfato de zinco no solo apresentaram teores de Zn abaixo da faixa adequada recomendada por Werner et. al. (1996) na segunda amostragem (Tabela 2.2), mesmo com as doses de Zn aplicadas e apesar do teor alto no solo (Tabela 2.3). Independentemente das doses e de fontes B empregadas, todos os tratamentos resultaram em deficiência de B (Tabelas 2.2 e 2.3).

Tabela 2.2. Teores de nutrientes na parte aérea das plantas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia fertilizados com diferentes formas de micronutrientes na amostragem do primeiro verão, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005.

Tratamentos	Teores de macronutrientes (g/kg)					Teores de micronutrientes (mg/kg)					
	N ¹	Ca	Mg	P	K	S	Cu	B	Fe	Mn	Zn
Micronutrientes solúveis no solo	19,9ab	4,3	5,9	1,4	29,9	1,2	7,7	9,0	89,3	69,0	22,8
Micronutrientes solúveis por via foliar	19,7ab	4,8	5,8	1,4	29,9	1,3	9,4	9,7	125,2	79,6	25,0
Sem micronutrientes	19,9ab	4,3	5,6	1,4	27,4	1,4	8,0	9,3	156,2	66,1	23,7
Micronutrientes FTEBR12 no solo	20,1a	4,5	5,8	1,5	29,8	1,4	7,9	6,7	94,0	69,9	22,1
Micronutrientes solúveis no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	17,4b	4,1	5,4	1,3	27,2	1,2	7,6	6,8	94,0	71,0	27,6
Micronutrientes FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	20,1a	4,2	6,1	1,3	23,9	1,3	7,6	9,6	92,1	64,5	23,4
Média	19,0	4,4	5,8	1,4	27,5	1,3	7,9	7,9	109,4	69,9	24,1
Faixa de teores adequados ²	15-25	3-8	1,5-5	1-3	15-30	1-3	4-14	10-30	50-200	40-200	20-50
Coefficiente de variação (%)	4,1	9,5	14,9	9,7	14,7	12,0	8,6	49,4	16,4	19,0	22,1
Prob. do teste F para tratamentos ³	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

² De acordo com Werner et al. (1996).

³ Probabilidade do teste F: ns = não significativo; *** = $\leq 0,01$.

As características químicas do solo coletado ao fim do período experimental estão apresentadas na Tabela 2.4. e na Tabela 2.5. O pH do tratamento com micronutrientes FTEBR12 aplicado no solo + micronutrientes solúveis por via foliar foi maior do que aquele do tratamento que recebeu somente micronutrientes por via foliar. O fósforo do tratamento com FTEBR12 no solo foi maior do que nos tratamentos com FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar ou sem micronutrientes (Tabela 2.4).

Tabela 2.3. Teores de nutrientes da parte aérea das plantas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia fertilizados com diferentes formas de micronutrientes na amostragem do segundo verão, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005. ¹

Tratamentos	Teores de macronutrientes (g/kg)						Teores de micronutrientes (mg/kg)				
	N	Ca	Mg	P	K	S	Cu	B	Fe	Mn	Zn
Micronutrientes solúveis no solo	19,6	5,9	8,3	1,3	15,4	0,9	8,1	6,2	190,4	78,4 ab	18,1 bc
Micronutrientes solúveis por via foliar	20,4	6,0	8,2	1,5	16,4	1,0	8,9	6,8	190,3	93,3 a	22,4 a
Sem micronutrientes	20,7	6,2	7,9	1,3	15,3	1,0	8,5	7,0	248,7	76,2 ab	16,2 c
Micronutrientes FTEBR12 no solo	20,6	6,1	8,8	1,5	14,6	1,0	8,4	6,6	199,0	72,6 b	17,2 bc
Micronutrientes solúveis no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	20,4	6,1	7,9	1,4	16	1,0	8,9	5,6	229,0	83,6 ab	22,2 a
Micronutrientes FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	20,0	6,2	9,2	1,4	13,6	1,0	8,2	7,2	223,1	71,1 b	20,2 ab
Média	20,3	6,1	8,4	1,4	15,2	1,0	8,5	6,6	213,4	79,2	19,4
Faixa de teores adequados ²	15-25	3-8	1,5-5	1-3	15-30	1-3	4-14	10-30	50-200	40-200	20-50
Coefficiente de variação (%)	5,4	7,6	12,9	9,0	21,4	10	9,1	13,1	23,8	13,9	12,7
Prob. do teste F para tratamento ³	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	***

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p = 0,05$).

² De acordo com Werner et al. (1996).

³ Probabilidade do teste F: ns = não significativo; *** = $\leq 0,01$; ** = $\leq 0,05$; * = $\leq 0,10$.

Os teores de micronutrientes ao final do período experimental (Tabela 2.5) começaram a apresentar diferença entre os tratamentos; os teores de Cu e de Zn no tratamento sem micronutrientes foram menores do que aqueles de todos os tratamentos que receberam micronutrientes solúveis no solo. Apesar dos teores altos de Zn no solo, a análise química da parte aérea do capim revelou que os teores deste elemento ficaram abaixo da faixa recomendada por Werner et al. (1996) nos tratamentos sem micronutrientes ou com o sulfato de zinco aplicado no solo (Tabela 2.3).

Tabela 2.4. Características químicas finais da área experimental, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005 – Macronutrientes.

Tratamento	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	CTC	V
		(g/dm ³)	(mg/dm ³)			(mmol _e /dm ³)			
Micronutrientes solúveis no solo	5,1 ab	25,5	13,5 ab	7,8	0,7	15	4,5 b	42,2	47,5
Micronutrientes solúveis por via foliar	4,8 b	25,5	13,2 ab	6,8	0,6	10,8	3,0 b	35,2	39,5
Sem micronutrientes	5,0 ab	25,2	11,7 bc	7,2	1,0	13,2	4,8 b	39,8	48,0
Micronutrientes FTEBR12 no solo	5,0 ab	25,2	15,2 a	6,8	0,6	11,2	3,5 b	39,5	45,2
Micronutrientes solúveis no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	5,0 ab	25,2	12,5 ab	6,5	0,6	14,0	3,8 b	37,8	49
Micronutrientes FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	5,2 a	25,2	10,0 c	7,0	0,6	14,2	6,5 a	34	54
Média geral	5,0	25,3	12,7	7	0,7	13,1	4,3	38,1	47,2
Características químicas iniciais	5,0	22,0	8	-	0,9	24	5	65	46
Prob. do teste F p/ tratamento (%) ²	*	ns	**	ns	ns	***	ns	ns	ns
Coefficiente de variação (%)	3,7	3,2	15,4	19,2	35,2		30,8	15	15,2

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

² Probabilidade do teste F: ns = não significativo; * = $\leq 0,10$; ** = $\leq 0,05$; *** = $\leq 0,01$.

Tabela 2.5. Características químicas finais da área experimental, em Pirassununga, SP, em 2004 e 2005 – Micronutrientes.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			(mg/dm ³)		
Micronutrientes solúveis no solo	0,42	6,1 a	11,5	18,7	3,75 a
Micronutrientes solúveis por via foliar	0,49	5,8 ab	12,2	18,3	3,2 ab
Sem micronutrientes	0,35	5,4 b	10,8	15,8	2,1 b
Micronutrientes FTEBR12 no solo	0,48	5,8 ab	11,2	18,8	3,1 ab
Micronutrientes solúveis no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	0,43	5,7 ab	11,0	18,2	3,65 a
Micronutrientes FTEBR12 no solo + micronutrientes solúveis por via foliar	0,38	5,6 ab	10,8	16,4	2,6 ab
Média geral	0,45	5,7	11,2	17,7	3,1
Características químicas iniciais	0,53	4,1	12	5,7	0,8
Prob. do teste F para tratamentos (%)	ns	**	ns	ns	*
Coefficiente de variação (%)	23,1	4,8	6,9	11,1	25,1

¹ Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

2.5. Conclusões

Não houve diferença entre os tratamentos em produção de forragem, que ultrapassou 35 t/ha por ano de matéria seca da parte aérea, chegando a 40 t/ha por ano (parte aérea + resíduo), com cerca de 40% da produção na seca, o que mostra que o programa de fertilização adotado alcançou ótimos resultados.

No segundo verão, dez meses após a implantação do experimento, apareceram diferenças nos teores de micronutrientes da parte aérea da forragem. Os teores de Mn e de Zn foram maiores nos tratamentos com aplicação por via foliar.

Houve deficiência de B e de Zn na parte aérea da forragem, apesar das doses aplicadas e dos teores prévios desses elementos existentes no solo antes da aplicação dos fertilizantes.

Os teores de Cu e de Zn no solo no tratamento sem micronutrientes foram menores do que nos outros tratamentos.

Referências bibliográficas

ANDRADE, R. P. de Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1994. 325 p.

BATAGLIA, O. C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: BORKET, C. M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa - CNPSo, IAPAR, SBCS, 1988. p. 121-132.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, L. A.; VALADARES, J. M. **Métodos de análise química, mineralógica e física do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1986. 94 p. (Instituto Agrônomo de Campinas. Boletim Técnico, 106).

FRANÇA, A. F. de S. Micronutrientes em gramíneas. In: HAAG, P. H. **Nutrição mineral de forrageiras no Brasil**. 1. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 152 p.

GUPTA, U.; MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Micronutrients in grassland production. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba, SP. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. 1097 p.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKET, C. M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa - CNPSo, IAPAR, SBCS, 1988. p. 133-174.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Metodologia para análise de elementos em material vegetal. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. p. 231-305.

MIRANDA, C. H. B.; SEIFFERT, N. F.; DOBEREINER, J. Efeito de aplicação de molibdênio no número de *Azospirillum* e na produção de *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 509-513, 1985.

MONTEIRO, F. Forrageiras. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na agricultura**. 1. Ed. Piracicaba: Potafos, CNPq, 1991. 743 p.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1995. 345 p.

RODRIGUES, A. A.; SOUZA, F. H. D. Perspectivas de utilização da palhada residual da produção de sementes de capim para alimentação de ruminantes. In: SOUZA, F. H. D.; POTT, E. B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. C.; RODRIGUES, A. A. **Usos alternativos da palhada residual de produção de sementes para pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. p. 65-88.

SOUZA, F. H. D. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 30).

SOUZA, F. H. D.; SILVEIRA, G. C. A palhada residual da produção de sementes de capins tropicais no Brasil. In: SOUZA, F. H. D.; POTT, E. B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. C.; RODRIGUES, A. A. **Usos alternativos da palhada residual de produção de sementes para pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. p. 13-28. WERNER, J. C. Adubação de pastagens de *Brachiaria spp.* In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1994a. 325 p.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do Solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

WERNER, J. C. Uso de micronutrientes em pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: Fealq, 1994b. 908 p.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Recomendação de adubação e calagem para forrageiras. In: RAIJ, B. van; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JR., R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Fundação IAC, 1996. p. 263-271.