

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**FÓSFORO E POTÁSSIO ASSOCIADOS A ENXOFRE, BORO  
E ZINCO NA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE CAPIM-  
MARANDU**

**Maycon Amim Vieira  
Engenheiro Agrônomo**

**2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**  
**CAMPUS DE DRACENA**

**FÓSFORO E POTÁSSIO ASSOCIADOS A ENXOFRE, BORO  
E ZINCO NA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE CAPIM-  
MARANDU**

**Maycon Amim Vieira**

**Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

**2019**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação  
Campus de Dracena

V658f

Vieira, Maycon Amim.

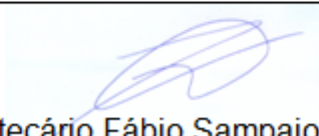
Fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco na adubação de manutenção de Capim-marandu / Maycon Amim Vieira. – Dracena: [s.n.], 2019.

56 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2019.

Orientador: Reges Heinrichs  
Inclui bibliografia.

1. Macronutrientes. 2. Matéria seca. 3. Micronutrientes. 4. Pastagem. 5. Urochloa brizantha. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas  
CRB 8/6665

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FÓSFORO E POTÁSSIO ASSOCIADOS A ENXOFRE, BORO E ZINCO NA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE CAPIM-MARANDU

AUTOR: MAYCON AMIM VIEIRA

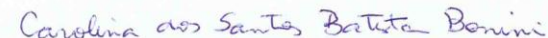
ORIENTADOR: REGES HEINRICHS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:




Prof. Dr. REGES HEINRICHS

Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Profa. Dra. CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI

Curso de Engenharia Agrônômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Prof. Dr. CARLOS SÉRGIO TIRITAN

Produção Vegetal / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

Dracena, 28 de fevereiro de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Maycon Amim Vieira, nascido em 27 de janeiro de 1992 no município de Tupã, São Paulo. Técnico em Contabilidade pela Escola Técnica Prof. Milton Gazzetti, Presidente Venceslau, São Paulo – dezembro de 2009. Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo – julho de 2014. Pós-graduado em Especialização em Agronegócios pela Universidade Norte do Paraná, Londrina – julho de 2016. Professor de Ensino Médio Técnico do Centro Paula Souza desde janeiro de 2017. Em março de 2017 ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, linha de pesquisa: produção, manejo e conservação de alimentos, gestão e sustentabilidade. Membro do GENAP – Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas.

“O adubo de viver é o amor! A humildade, o fertilizante, que mantém as raízes saudáveis e te faz crescer.”

(Antônio Ramos da Silva)

**Aos meus pais Rosângela e José Antônio,  
e a todos os amigos e familiares que me  
incentivaram, pelo apoio, paciência e  
força, DEDICO.**

**Á Deus, por me dar força, saúde e  
discernimento, DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelas oportunidades, saúde e proteção concedidas.  
À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena.

Ao prof. Dr. Reges Heinrichs, pela orientação e conhecimentos transmitidos.  
Aos professores/pesquisadores que aceitaram compor as bancas de qualificação e defesa.

A todos os docentes do programa de mestrado em Ciência e Tecnologia Animal.  
Aos técnicos de laboratório e de campo pela contribuição na execução das coletas e análises do experimento, em especial ao Edison Alves Rocha e a Andreia da Silva Pepeliskof.

Aos alunos e amigos do mestrado em ciência e tecnologia animal e GENAP (Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas), pelo companheirismo e ajuda na execução dos trabalhos, em especial ao Ivan Barreto.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa. Muito obrigado!

## FÓSFORO E POTÁSSIO ASSOCIADOS A ENXOFRE, BORO E ZINCO NA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE CAPIM-MARANDU

**RESUMO** – Os principais problemas das pastagens brasileiras são a deficiência de fósforo, acidez alta, pouca utilização de fertilizantes, além de pouca adubação de manutenção. Com o objetivo de avaliar fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco na adubação de manutenção de pastagem de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu, foi conduzido um experimento em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UNESP, Campus de Dracena. O delineamento experimental foi em bloco casualizados, com quatro repetições. Em todos os tratamentos foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio, a qual foi dividida em quatro doses iguais, na semeadura e após os três cortes subsequentes. Os tratamentos foram os seguintes: T1) Controle - sem adubação, exceto N; T2) PK via fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio (KCl); T3) PKS via superfosfato simples (SS) e KCl; T4) PKS via S15 e KCl; T5) PKSB via S15 e KB; T6) PKSZn via SZ e KCl; T7) PKSBZn via SZ e KB; T8) PKSBZn via SZ, KB e Oxisulfato Zn. Nos tratamentos com PK foi aplicada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. As doses de enxofre, boro e zinco foram proporcionais a concentração na formulação de cada fertilizante, exceto o tratamento oito no qual foi acrescido o oxisulfato de Zn para fornecer o dobro do micronutriente em relação ao tratamento sete. MAP: (11%N, 52%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); KCl: (60%K<sub>2</sub>O); SS (21%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12%S); S15: (13% N, 33%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S); KB: (58%K<sub>2</sub>O, 0,5%B); SZ: (12%N, 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn). Os resultados evidenciaram que a ausência de potássio reduziu a produção de massa verde, assim como a aplicação de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco na manutenção, não interferiu na produção de massa seca do capim Marandu. A aplicação de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco não influenciaram na porcentagem de lâminas foliares e na composição bromatológica do capim Marandu. Na camada de 0-0,2 m do solo, foi possível constatar o incremento na disponibilidade de fósforo, potássio, enxofre e zinco. Após dois anos de adubação aumentou a disponibilidade de potássio, enxofre, boro e zinco, na camada 0,2 – 0,4 m em relação a análise de solo inicial. No período das águas, a maior concentração de fósforo, potássio, enxofre e zinco na parte aérea do capim-marandu foi observado nos tratamentos que receberam a aplicação dos nutrientes via fertilizante mineral. De acordo com os resultados deste trabalho, para uma boa produção de massa verde, basta ter a presença do fósforo e potássio na adubação de manutenção. A produção de massa seca, porcentagem de lâminas foliares e qualidade bromatológica não foi afetada pela presença ou ausência, de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco. o tratamento que contém fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco simultaneamente apresentou melhores resultados nos atributos químicos do solo e na concentração de nutrientes na parte aérea, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo e do desenvolvimento da planta.

**Palavras Chaves:** Macronutrientes, matéria seca, micronutrientes, pastagem, *Urochloa brizantha*

## PHOSPHORUS AND POTASSIUM ASSOCIATED TO SULFUR, BORO AND ZINC IN CAPIM-MARANDU MAINTENANCE FERTILIZATION

**ABSTRACT** - The main problems of the Brazilian pastures are the deficiency of phosphorus, high acidity, little use of fertilizers, and little maintenance fertilization. With the objective of evaluating phosphorus and potassium associated to sulfur, boron and zinc in the pasture maintenance fertilization of *Urochloa brizantha* cultivar Marandu, an experiment was carried out in a dystrophic Ultisol in the experimental area of the Faculty of Agrarian and Technological Sciences, UNESP, Campus of Dracena. The experimental design was randomized block, with four replicates. In all treatments, 120 kg ha<sup>-1</sup> of N, as ammonium nitrate, was applied, which was divided into four equal doses at sowing and after three subsequent cuts. The treatments were as follows: T1) Control - without fertilization, except N; T2) PK via monoammonium phosphate (MAP) and potassium chloride (KCl); T3) PKS via single superphosphate (SS) and KCl; T4) PKS via S15 and KCl; T5) PKSB via S15 and KB; T6) PKSZn via SZ and KCl; T7) PKSBZn via SZ and KB; T8) PKSBZn via SZ, KB and Oxisulfate Zn. In the treatments with PK the dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O was applied, respectively. The sulfur, boron and zinc doses were proportional to the concentration in the formulation of each fertilizer, except treatment eight in which Zn oxysulphate was added to provide twice the micronutrient over treatment seven. MAP: (11% N, 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); KCl: (60% K<sub>2</sub>O); SS (21%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12%S); S15: (13%N, 33%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S); KB: (58%K<sub>2</sub>O, 0.5%B); SZ: (12%N, 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn). The results evidenced that the absence of potassium reduced the green mass production, as well as the application of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc in the maintenance, did not interfere in the production of dry mass of the Marandu grass. The application of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc did not influence the percentage of leaf blades and the bromatological composition of Marandu grass. In the 0-0.2 m layer of the soil, it was possible to verify the increase in the availability of phosphorus, potassium, sulfur and zinc. After two years of fertilization increased the availability of potassium, sulfur, boron and zinc in the layer 0.2 - 0.4 m in relation to the initial soil analysis. In the period of the waters, the highest concentration of phosphorus, potassium, sulfur and zinc in the aerial part of the marandu grass was observed in the treatments that received the application of the nutrients via mineral fertilizer. According to the results of this work, for a good production of green mass, it is sufficient to have the presence of phosphorus and potassium in maintenance fertilization. The production of dry mass, percentage of leaf blades and bromatological quality was not affected by the presence or absence of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc. the treatments containing phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc simultaneously showed better results in soil chemical attributes and nutrient concentration in the aerial part, contributing to the improvement of soil fertility and plant development.

**Key words:** Macronutrients, dry matter, micronutrients, pasture, *Urochloa brizantha*

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
CAPÍTULO 1 – Adubação de Pastagem – Estudo de Caso.....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
1.2.1 <i>Urochloa na pecuária</i> .....	12
1.2.2 Adubação de pastagem.....	13
1.2.2.1 Fósforo.....	14
1.2.2.2 Potássio.....	15
1.2.2.3 Enxofre.....	16
1.2.2.4 Micronutrientes.....	16
1.3 REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO 2 - Produção da forragem e composição bromatológica do capim-marandu adubado em manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre e micronutrientes.....	 22
2.1 INTRODUÇÃO.....	24
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
2.4 CONCLUSÕES.....	34
2.5 REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 3 – Adubação de manutenção com macro e micronutrientes em capim-marandu e o efeito na fertilidade química do solo e estado nutricional.....	 37
3.1 INTRODUÇÃO.....	39
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.3.1 Atributos químicos do solo.....	42
3.3.2 Concentração de nutrientes na parte aérea do capim-marandu.....	45
3.4 CONCLUSÕES.....	49
3.5 REFERÊNCIAS.....	50

## CAPÍTULO 1 – Adubação de Pastagem – Estudo de Caso

### 1.1 INTRODUÇÃO

A maior parte de seu rebanho brasileiro é criado a pasto, especialmente devido a área territorial e por ser a forma mais econômica e prática para a produção de alimento para os bovinos (BARACHO, 2016). Desde 2004, o país está na liderança das exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente, para mais de 180 países (MAPA, 2016) e abatendo 7,4 milhões de cabeças no primeiro trimestre de 2015 (IBGE, 2016). No Brasil, a área com pastagem é a mais significativas, Segundo Baracho (2016), as pastagens nativas e cultivadas ocupam aproximadamente 22% do território nacional.

As forrageiras devem ser entendidas como um recurso nutricional de grande importância para a cadeia da carne, leite, lã e como um recurso nutricional de elevada complexidade, uma vez que variam qualitativa e quantitativamente ao longo do ano em função dos tipos de cultivares utilizados, e das condições climáticas. A produtividade de um rebanho é comumente prejudicada pelo manejo inadequado da forrageira, que muitas vezes ocorre devido à falta de conhecimento a respeito de suas características fisiológicas (FISCHER *et al.*, 2016).

Para atingir o potencial máximo de produção de forrageiras deve-se conhecer as características morfológicas e fisiológicas de cada cultivar. Associado a esses fatores, na adubação de formação e manutenção, os nutrientes devem ser fornecidos de forma balanceada, especialmente em solos brasileiros que se caracterizam como deficientes na disponibilidade de fósforo, ácidos além disso a pouca utilização de fertilizantes em pastagens (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta nos parâmetros de desenvolvimento da pastagem de *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*) cultivar Marandu à adubação de manutenção fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco bem como os atributos químicos do solo e estado nutricional do campim-marandu.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 *Urochloa* na pecuária

As áreas cultivadas com pastagem no Brasil são compostas, principalmente, por forrageiras do gênero *Urochloa*, que pertence à família *Poaceae* e possui aproximadamente, cem espécies que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais (JACOVETTI, 2016). As gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* representaram um marco para a pecuária brasileira, pois com a sua introdução, na década de 1970, foi possível melhorar os índices zootécnicos e atender à demanda causada pela expansão da fronteira pecuária brasileira (PESSOA, 2016). Segundo Oliveira; Silva, (2018), aproximadamente 85% das espécies de pastagens presentes no Brasil são do gênero *Urochloa*.

Na agropecuária brasileira, o gênero *Urochloa* tem sido considerado um instrumento de inclusão do cerrado no processo produtivo, com o intuito de cultivar solos de baixa fertilidade que, devido a sua acidez, apresentam sérias restrições nutricionais às culturas, devido à produtividade expressiva que várias espécies desse gênero apresentam, elas possuem uma contribuição positiva no progresso do setor pecuário brasileiro, aumentando a taxa de lotação por área, refletindo na produtividade animal (BARACHO, 2016). Segundo Jacovetti, (2016), a alta adoção deste gênero pode ser atribuída ao seu elevado potencial produtivo, aceitabilidade pelos animais e bom desempenho, características morfológicas que possui elevada produção de matéria seca (MS) e adaptabilidade.

O capim marandu é um ecotipo de *Urochloa brizantha* originário de regiões vulcânicas da África tropical (NUNES *et al.*, 1985). No Brasil, estima-se que 60 milhões de hectares de pastagens estejam ocupadas com capim-maradu (PESSOA, 2016). A larga utilização do cultivar se deve a maior resistência à cigarrinha, melhor desempenho animal, alto potencial de resposta a fertilização, boa capacidade de cobertura do solo, crescimento em áreas de sombreamento, bom valor nutritivo e boa produção de sementes (JACOVETTI, 2016). Apesar de tolerante a condições adversas, é extremamente responsivo a adubações, podendo ser encontradas produções bastante elevadas de até 36 toneladas de massa seca por hectare por ano (GHISI; PEDREIRA, 1987). Na alimentação animal, as plantas desse gênero apresentam deficiência em alguns nutrientes que são importantes para a alimentação

dos bovinos, além de uma maior exigência nutricional, porém assim que são disponibilizados esses nutrientes minerais ou orgânicos para as plantas, elas obtêm uma resposta rápida, aumentando a produtividade e melhorando a disponibilidade de nutrientes (BARACHO, 2016). Esse fato demonstra a importância dos estudos sobre o manejo de fertilizantes no capim-marandu (PESSOA, 2016).

### **1.2.2 Adubação de pastagem**

Os aspectos ligados à adubação de pastagem, assim como a fertilidade do solo têm sido de grande importância, para maior desenvolvimento e exploração intensiva da pecuária, contribuindo desta forma para o desenvolvimento rural (VITTI *et al.*, 2001). O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém, para que esse potencial seja alcançado, condições adequadas do meio (temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes) e manejo devem ser observados, sendo que, os nutrientes é, seguramente, um dos principais fatores que interferem na produtividade e na qualidade da forragem (FAGUNDES *et al.*, 2015).

As áreas de pastagens degradadas ou em processo de degradação estão aumentando progressivamente devido as formas extrativistas de exploração pecuária (COSTA *et al.*, 2009). Segundo o mesmo autor, em consequência do manejo, a ausência de adubação e o esgotamento da fertilidade do solo têm sido apontados como uma das principais causas da degradação de pastagens cultivadas, sendo a recuperação uma alternativa para reversão dessa situação. O excesso de lotação animal e a falta de reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas (COSTA *et al.*, 2016).

Nem sempre as deficiências minerais das pastagens mostram sintomas drásticos e definidos nos animais, mas, comumente, o que se observa são deficiências marginais com sintomas subclínicos incapazes de serem facilmente identificados (TELBADI *et al.*, 2000). Para que se possa produzir bovinos em ponto de abate somente com forragem, sem diminuir significativamente os tipos e a qualidade da carne, deve-se estabelecer sistema eficiente de manejo que nos permita conseguir

um alto rendimento de pasto, de alto valor alimentício e feno ou silagem de alta qualidade, sendo isto possível, desde que adotemos um manejo adequado, associado ao uso de corretivos e fertilizantes, bem como, aliado a fatores ecológicos e climatéricos favoráveis (VITTI *et al.*, 2001).

A pastagem é uma cultura perene, que ao longo do tempo, reduz a disponibilidade de nutrientes, os quais devem ser restituídos por meio da adubação, especialmente o nitrogênio, fósforo e potássio (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014). Segundo os mesmos autores, fatores como lixiviação, volatilização, percolação, entre outros, provocam a redução desses nutrientes, fazendo com que seja necessária a adubação de manutenção para altas produtividades. Além dos macronutrientes, as plantas necessitam dos denominados elementos minerais oriundos do solo, sendo as gramíneas, particularmente exigentes também em enxofre, boro, cobre e zinco (VITTI *et al.*, 2001).

#### 1.2.2.1 Fósforo

Na produção vegetal, o fósforo é considerado um nutriente essencial, apesar das necessidades de as plantas serem relativamente pequenas quando comparadas com outros macronutrientes (ROSSI *et al.*, 1997). A adubação fosfatada é fundamental, visto que, o fósforo desempenha papel indispensável no desenvolvimento radicular e no perfilhamento do capim (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014). O fósforo atua em todos os processos morfofisiológicos das plantas, pois participa na formação do adenosinatrifosfato (ATP) que é a maior fonte de energia de um organismo para desempenhar suas funções biológicas (DUARTE *et al.*, 2016). Este nutriente está relacionado ao metabolismo energético da planta, pois participa de todos os ciclos metabólicos relacionados ao seu gasto de energia, tornando-se limitante à capacidade produtiva, no estabelecimento e na persistência das pastagens, bem como no sinergismo com outros nutrientes (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014).

Segundo levantamento sobre fertilidade do solo, 30% dos solos agrícolas mundiais são deficientes em P e requerem aplicação do nutriente para garantir a produtividade e qualidade dos produtos. Devido à baixa disponibilidade do P nos solos tropicais associada à sua pouca mobilidade no solo, alta afinidade por óxidos de ferro

e alumínio, aumenta a necessidade de sua incorporação em maior quantidade nos solos (SILVA *et al.*, 2016). Segundo Raji (2011), o fósforo é um nutriente que tem como particularidade o alto grau de interação com o solo, sendo que essa característica, associada à sua deficiência generalizada em áreas agrícolas, fez desse elemento o mais crítico nas adubações nas últimas décadas.

Segundo Duarte *et al.* (2016), a deficiência de fósforo reduz a taxa de crescimento inicial e o estabelecimento das forrageiras, além de limitar sua capacidade produtiva e conseqüentemente, das pastagens. A sua carência provoca aumento de pigmentos vermelhos/roxos nas folhas mais velhas, angulação aguda entre caule e folha, dormência das gemas laterais e redução do perfilhamento (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

#### 1.2.2.2 Potássio

O K é o segundo macronutriente em teor contido nas plantas depois do fósforo, constitui o nutriente mais consumido como fertilizante pela agricultura brasileira (RAIJ, 2011). O nutriente pode ser encontrado no solo disponível na solução e o trocável, sendo que para ocorrer essa disponibilidade, é necessário que uma determinada concentração de K trocável fique na fase sólida do solo, e outra na solução do solo conhecido como efeito tampão do potássio, já as formas não trocáveis se encontram quimiossorvido na esfera interna do mineral de argila (MAURER, 1991).

O potássio estimula a vegetação e o perfilhamento, sendo que sua deficiência provoca clorose seguida de necrose das margens das folhas velhas, diminuição da dormência apical, deficiência de ferro, perda da atividade cambial, entre outros (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Em trabalhos realizados em casa-de-vegetação foram observadas respostas de *Uruchloa brizantha* a doses de potássio, concluíram que houve aumento no rendimento de massa seca da parte aérea da planta e das raízes, com a máxima produção ocorrendo entre 365 e 399 mg L<sup>-1</sup> de K (MATTOS; MONTEIRO, 1998). Os mesmos autores destacaram que o número de perfilhos aumentou com o incremento de potássio na solução.

### 1.2.2.3 Enxofre

O enxofre é elemento fundamental tanto na nutrição vegetal como animal, sendo que o fornecimento adequado para as forrageiras, além de maximizar a produção de forragem, também aumentar o conteúdo de aminoácidos sulfurados na dieta animal (VITTI *et al.*, 2001).

O enxofre é responsável pelo prolongamento do estágio vegetativo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Desempenha funções estruturais e metabólicas, a primeira participa diretamente de compostos orgânicos vital à planta, a segunda é constituinte de enzima, faz parte de uma estrutura específica, grupo prostético ou ativador enzimático (MALAVOLTA, 1980). Por se tratar de um elemento de pouca mobilidade no interior das plantas, favorece os sintomas de deficiência nas folhas mais novas como clorose, desenvolvimento de folhas pequenas, enrolamento das margens das folhas, necrose seguido de desfolhamento, internódios curtos, redução no florescimento, entre outros (SANTOS, 1981).

Rodrigues (2002), estudando a recuperação da *Urochloa decumbens* com aplicação de calcário, nitrogênio e enxofre, observou efeito significativo do N na concentração de proteína bruta nas folhas. Oliveira et al. (2010), buscando analisar o valor nutritivo do capim-braquiária no primeiro ano de recuperação com aplicações de nitrogênio e enxofre, concluíram que doses de N combinadas com doses de S, influenciaram na concentração de proteína bruta, fibra solúvel em detergente neutro e ácido na primeira avaliação do período seco do ano.

### 1.2.2.4 Micronutrientes

O zinco, o cobre e o boro são os micronutrientes com maior probabilidade de apresentarem deficiência, principalmente para os solos do Cerrado, os quais afetam, em alguns casos, drasticamente, a produção, mesmo onde os micronutrientes não apresentam problemas, como na região Oeste do Paraná, já existem indícios de deficiência (PESSOA *et al.*, 2000). Existem diversos fatores que provocam a deficiência e a disponibilidade de micronutrientes como: material de origem, textura do solo, práticas corretivas (calagem, gessagem e fosfatagem), entre outros fatores (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014)

A remoção pelas culturas e o aumento de produtividade aumentam a possibilidade de carência de micronutrientes no solo, bem como algumas práticas culturais, sendo a calagem, uma delas, na qual reduz a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos (RAIJ, 2011). A utilização de micronutrientes na adubação e resposta na produção é muito variável entre culturas, espécies, variedades, sistema de manejo, entre outros, por isso os resultados na literatura são conflitantes (PESSOA *et al.*, 2000).

O boro é um micronutriente envolvido em muitos processos fisiológicos nas plantas, os quais são prejudicados tanto por sua deficiência quanto por sua toxidez. Transporte de açúcares; síntese e estruturação da parede celular; metabolismo fenólico do RNA, de carboidratos, de auxinas; manutenção da integridade da membrana plasmática; atividade da ATPase; respiração; e lignificação são exemplos de processos em que o B atua (CAMACHO-CRISTÓBAL *et al.*, 2008). É bem conhecido que a deficiência B provoca efeitos diferentes numa grande diversidade de processos em plantas vasculares, tais como alongamento de raiz, ácido indolacético (IAA) atividade de oxidase, a translocação de açúcar, o metabolismo dos carboidratos, a síntese do ácido nucleico, e o crescimento do tubo polínico (BLEVINS; LUKASZEWSKI, 1998; GOLDBACH; WIMMER, 2007). Sua deficiência provoca o surgimento de folhas pequenas, deformadas, com ou sem clorose, morte do meristema apical do caule, o mesmo pode apresentar rachaduras, raízes escuras e engrossadas e redução da reprodução (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O zinco estimula o crescimento dos vegetais (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Segundo Malavolta, (2006), o Zn no solo pode estar na solução do solo na forma de  $Zn^{+2}$  e complexos orgânicos, trocável o qual está preso na partícula do solo por cargas elétricas, quelatizado ou complexado - preso a ligantes orgânicos; associado a minerais de argila e óxidos hidratados, ligado a argilas e óxidos metálicos insolúveis, responsável por fixação que pode ser reversível ou nos minerais primários. O Zn é absorvido pela planta na forma de  $Zn^{+2}$  tanto via radicular como foliar, considerado por alguns autores como altamente móvel, e por outros de mobilidade intermediária (DECHEN; NACHITIGALL, 2006).

Segundo Lindsay (1972) e Price *et al.* (1972) a função básica do Zn está relacionada ao metabolismo de carboidratos e proteínas, de fosfatos e na formação

de auxinas, RNA e ribossomas. Existem evidências de que o Zn tem influência na permeabilidade de membranas e é estabilizador de componentes celulares. A deficiência de zinco afeta o crescimento de ramos e de folhas, havendo formação de internódios curtos, com o aparecimento de folhas miúdas na extremidade dos ramos (GIRACCA; NUNES, 2016). Sua deficiência causa a diminuição do comprimento dos internódios com a formação dos tufos de folhas de plantas perenes ou plantas anãs, folhas novas pequenas, estreitas e alongadas, além da redução da produção de sementes (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O P apresenta interação com Zn, podendo apresentar sintomas de deficiência ou redução na concentração de Zn das plantas. (RUDGERDS *et al.*, 1970; WARNOCK, 1970).

### 1.3 REFERÊNCIAS

BARACHO, I. P.S. **Influência da compactação do solo e adubação nitrogenada na qualidade de gramíneas forrageiras e nos atributos físicos do solo.** Diamantina: UFVJM, 2016. p. 73.

BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron na estrutura da planta e função. **Magazine physiol plant. Plant Molecular Biology.** v. 49, p. 481-500, 1998.

CAMACHO C. J. J.; REXACH, J. GONZÁLEZ F. A., Boron in plants: deficiency and toxicity. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, p. 1247-1255, 2008.

COSTA. K. A. P.; FAQUIN. V.; OLIVEIRA. I. P.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, M. A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Revista Ciência Animal Brasileira.** v.10, p.115-123, 2009.

COSTA, N. L.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; MONTEIRO, A. L. G.; MOTTA, A. C. V.; OLIVEIRA, R. A. Dinâmica de crescimento e produtividade de forragem de *trachypogon plumosus* sob níveis de correção da fertilidade do solo e idade de rebrota. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, p. 175-184, 2016

DECHEN, A. R.; NACHITIGALL, G. R. Nutrição mineral de plantas. **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa (MG), p. 427-452, 2006.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; CASSARO, L. H.; BREURE, M. F.; PROCHERA, D. L.; BISERRA, T. T. Capim-piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. **Revista Investigação**, Aquidauana, p. 58-63, 2016.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; VITOR, C. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MASTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, p. 397-403, 2015.

FISCHER, T. D.; SULIMAN, N. F.; ZIEGLER, S. J.; BUSSLER, A. P. K.; BENETTI, R.; PEREIRA, E. A. **Importância das características morfofisiológicas na seleção e ingestão de forragem pelos animais em pastejo**. Ijuí: UNIJUI, 2016. p. 6.

GHISI, O. M. A.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas principais de *Brachiaria* spp. In: PEDREIRA, J. V. S.; MEIRELLES, N. M. F. (Ed.). ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, Nova Odessa, 1986. **Anais [...]**. Nova Odessa (SP): Instituto de Zootecnia, p. 19-58, 1987.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. **Fertilizantes, micronutrientes**. Agrolink. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes>. Acesso em: 01 out. 2016.

GOLDBACH, H. E.; WIMMER, M. Boron em plantas e animais: existe um papel para além-estrutura da parede celular. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 170, p. 39–48, 2007.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e manejo de pastagens**. Birigui: Boreal, 2014. p. 180.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Abates de animais, produção de leite, couro e aves**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201602\\_1.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201602_1.shtm). Acesso em: 20 set. 2016.

JACOVETTI, R. **Desempenho agrônomo e nutricional do capim “Mulato II” sob doses e fontes de nitrogênio**. Goiânia: UFG, 2016. p. 98.

LINDSAY, W. L. Zinc in Soils and Plant Nutrition. **Advances in agronomy**, v. 24, p.147–186, 1972

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

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

MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Respostas de *Braquiária brizantha* a doses de potássio. **Sientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, 1998.

MAURER, E. J. **Disponibilidade de potássio para as plantas e sua relação com formas mineralógicas e cinética de liberação no solo**. 1991. 137 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1991.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), **Bovinos e bubalinos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. Acesso em: 30 set. 2016.

NUNES, S. G.; BOOK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. marandu**. 2. ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 1985. 31 p.

OLIVEIRA, D. A.; BONFIM, S. E. M.; SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A.; PORTO, E. M. V. Rendimento forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a doses crescentes de fósforo. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 11, n. 3, p. 25-34, 2010.

OLIVEIRA, G. N. S.; SILVA, G. F. Aspectos tóxicos da *Brachiaria* em animais de produção. SIMPÓSIO DE TCC, 14., SEMINÁRIO DE IC DA FACULDADE ICESP, 7., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 1477-1484.

PESSOA, D. D. **Desenvolvimento do capim-marandu com altura fixa ou variável durante as estações do ano**. Uberlândia: UFU, 2016. p. 64.

PESSOA, A. C. S.; LUCHESE, E. B.; LUCHESE, A. V. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 939-946, 2000.

PRICE, C. A.; CLARK, H. E.; FUNKHOUSER, E. A. Functions of micronutrients in plants. **Soil Sci. Soc. Amer.**, v. 231, 1972.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. p. 420.

RODRIGUES, R. C. **Calcário, nitrogênio e enxofre para recuperação do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ROSSI, C.; FAQUIN, V.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Calagem e fontes de fósforo na produção do baquearão e níveis críticos de fósforo em amostras de Latossolo dos Campos das Vertentes (MG). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1083-1089, 1997.

RUDGERS, L. A.; DEMETRIO, J. L.; PAULSEN, G. M.; ELLIS, R. Interaction among atrazine, temperature and phosphorus-induced zinc deficiency in corn (*Zea mays* L.) **Soil Science Society of America. Proc.**, v.34, p. 240-244, 1970.

SANTOS, H. L.; VASCONCELOS, C. A.; FRANÇA, G. E.; NOGUEIRA, F. D. Correção e adubação do solo enxofre. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, 2. (81) set. 1981, Pesq. da EMBRAPA- EPAMIG1- CNPMS2.

SILVA, A. C.; AROUCHA, E. M. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; PAIVA, C. A.; ARAÚJO, N. O. **Efeito de diferentes doses, formas de aplicações e fontes de**

**p na conservação de melancia sem sementes.** Mossoró: Horticultura Brasileira, 2016. p. 529-536.

TEBALDI, F. L. H.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M.; THIEBAUT, J. T. L. Composição mineral das pastagens das regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 616-629, 2000.

VITTI, G. C; LUZ, P. H. C.; NETO, B. L. C.; SUGIMOTO, L. S. **Nutrição e adubação de pastagens no estado de São Paulo.** Piracicaba: ESALQ-LSN/FEALQ/GAPE/IAP, 2001. p. 70.

WARNOCK, R. E. Micronutrient uptake and mobility within corn plants (*Zea mays* L.) in relation to phosphorus-induced zinc deficiency. **Soil Science Society of America Journal**, v. 34, p. 765-769, 1970.

## **CAPITULO 2 - Produção da forragem e composição bromatológica do capim marandu adubado em manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre e micronutrientes.**

**Resumo** – O Brasil tem área de pastagem e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas forrageiras, como por exemplo a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, porém tem revelado um quadro de degradação, conseqüentemente, o valor nutritivo e a capacidade de produção destas plantas forrageiras diminuem, reduzido assim a rentabilidade da produção pecuária. O trabalho teve como objetivo avaliar a adubação de manutenção, com fósforo e potássio associados à enxofre, boro e zinco na produção de forragem, composições morfológicas e composição bromatológica da *Urochloa brizantha*, cv. Marandu. O experimento foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Unesp, Campus de Dracena, em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em bloco casualizados, com quatro repetições. Em todos os tratamentos foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio, a qual foi dividida em quatro doses iguais, a primeira juntamente com os tratamentos e após os três cortes subsequentes. Os tratamentos foram os seguintes: T1) Controle - sem adubação, exceto N; T2) fósforo e potássio (PK) via fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio (KCl); T3) PKS via superfosfato simples (SS) e KCl; T4) PKS via S15 e KCl; T5) PKSB via S15 e cloreto de potássio com boro (KB); T6) PKSZn via SZ e KCl; T7) PKSBZn via SZ e KB; T8) PKSBZn via SZ, KB e oxissulfato Zn. Nos tratamentos com PK foi aplicada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As doses de enxofre, boro e zinco foram proporcionais a concentração na formulação de cada fertilizante, exceto o tratamento oito no qual foi acrescido o oxissulfato de Zn para fornecer o dobro do micronutriente em relação ao tratamento T7. MAP: (11%N, 52%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); KCl: (60% K<sub>2</sub>O); SS (21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12%S); S15: (13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S); KB: (58% K<sub>2</sub>O, 0,5% B); SZ: (12% N, 32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S, 1% Zn). Os resultados evidenciaram que a ausência de potássio reduz a produção de massa verde. A aplicação de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco com adubação nitrogenada de manutenção, não interfere na produção de massa seca do capim Marandu. A aplicação de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco não influencia na porcentagem de lâminas foliares e na composição bromatológica do capim Marandu. De acordo com os resultados deste trabalho, para uma boa produção de massa verde, basta ter a presença do fósforo e potássio na adubação de manutenção. A produção de massa seca, porcentagem de lâminas foliares e qualidade bromatológica, não foi afetada pela presença ou ausência, de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco.

**Palavras chave:** pastagem, massa seca, proteína, FDN, FDA

## **Production of fodder and bromatológica composition of grass marandu fertilized in maintenance with phosphorus and potassium associated with sulphur and micronutrients**

**Abstract** – Brazil has a area of pasture and climatic conditions favorable to Development of fodder plants, such as *Urochloa Brizantha* cv Marandu, but statistics has revealed a deteriorating framework, consequently the nutritional value and production capacity of these fodder plants decrease, reduced thus the profitability of livestock production. The purpose of the work was to evaluate maintenance fertilization, with phosphorus and potassium associated with sulphur, boron and zinc in the production of fodder, morphological compositions and bromatológica quality of the *Urochloa brizantha*, cv. Marandu. The experiment was carried out in the experimental area of the Faculty of Agricultural and Technological Sciences, Unesp, Campus Dracena, in Ultisoil dystrophic. The experimental design was in randomized block, with four repetitions. In all the treatments were applied 120 kg ha<sup>-1</sup> of N, in the form of ammonium nitrate, which was divided into four equal doses, the first along with the treatments and after the three subsequent cuts. The treatments were as follows: T1) control-without fertilization, except N; T2) phosphorus and potassium (PK) via monoammonium phosphate (MAP) and potassium chloride (KCl); T3) PKS via simple superphosphate (SS) and KCl; T4) PKS via S15 and KCl; T5) PKSB via S15 and KB; T6) PKSZn via SZ and KCl; T7) PKSBZn via SZ and KB; T8) PKSBZn via SZ, KB and Oxisulfato Zn. In the treatments with PK was applied the dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. The doses of sulphur, boron and zinc were proportionate to the concentration in the formulation of each fertilizer, except the eight treatments in which the oxisulfato of Zn was added to provide double the micronutrient in relation to the T7 treatment. MAP: (11% N, 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); KCl: (60% K<sub>2</sub>O); SS (21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12% S); S15: (13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S); KB: (58% K<sub>2</sub>O, 0.5% B); SZ: (12% N, 32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S, 1% Zn). The results show that the absence of potassium reduces the production of green mass. The application of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc with maintenance nitrogen fertilization does not interfere in the production of dry mass of the Marandu grass. The application of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc was influenced in the percentage of leaf blades and in the bromatological compounds Marandu grass. According to the results of this work, for a good production of green mass, it is sufficient to have the presence of phosphorus and potassium in maintenance fertilization. The presence of phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc was not affected by the presence of dry matter, foliar leaf percentage and bromatological quality.

**Key words:** pasture, dry matter, protein, NDF, ADF

## 2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem áreas de pastagens e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas forrageiras, como por exemplo a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, porém tem apresentado um quadro de degradação, conseqüentemente, o valor nutritivo e a capacidade de produção destas plantas forrageiras diminuem (MEDEIROS *et al.*, 2007), reduzido assim a rentabilidade da pecuária.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu é uma gramínea perene, cespitosa com bom valor forrageiro e alta produção de massa seca, bem como ampla adaptação climática e boa resistência à cigarrinha das pastagens (SOARES FILHO; RODRIGUES; PERRI, 2002). Em condições ideais de cultivo a cultivar produz em torno de 13 toneladas por hectares de massa seca (MS) por ano, bem como um média de 11,34% de proteína bruta (PB), 65,55% de fibra insolúveis em detergente neutro (FDN) e 37,40% de fibra insolúveis em detergente ácido (FDA) (SOARES FILHO; RODRIGUES; PERRI, 2002; VALADARES FILHO *et al.*, 2018; HEUZE, 2018).

O baixo valor nutritivo das forrageiras está relacionado ao reduzido teor de PB, bem como aumento excessivo de fibras, conseqüentemente a baixa digestibilidade da MS (COSTA *et al.*, 2005). Teores de PB inferiores a 7% na matéria seca de algumas gramíneas tropicais promovem a redução da digestibilidade das mesmas, devido ao inadequado nível de nitrogênio para os microrganismos do rumem (GERDES *et al.*, 2000).

Uma espécie forrageira tem seu valor nutritivo influenciado pela fertilidade do solo (COSTA *et al.*, 2005). Por isso é de grande importância o conhecimento dos teores de PB, FDN, FDA e MS quando se avalia a influência da fertilidade em uma produção de forragem (GERDES *et al.*, 2000).

O trabalho teve como objetivo avaliar a adubação de manutenção, com fósforo e potássio associados à enxofre, boro e zinco na produção de massa verde e seca e as composição morfológica e bromatológica da *Urochloa brizantha* vc. marandu, cultivado em solo Argissolo Vermelho Amarelo distrófico.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na área experimental da UNESP, Campus de Dracena - SP, situado a 21° 27' latitude sul, 51° 36' longitude oeste e a

421 metros de altitude, compreendendo o segundo ano do experimento, no período de outubro 2017 a julho 2018. A espécie forrageira utilizada foi *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*), cultivar Marandu, implantada há um ano.

O clima local, conforme a classificação de Koppen, é do tipo Aw, caracterizado pelas estações de clima quente de inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação são respectivamente, 24°C e 1.300 mm, com temperatura média máxima de 31°C e média mínima de 19°C. Os valores de temperatura e precipitação durante o período experimental estão apresentados na Figura 2.1.

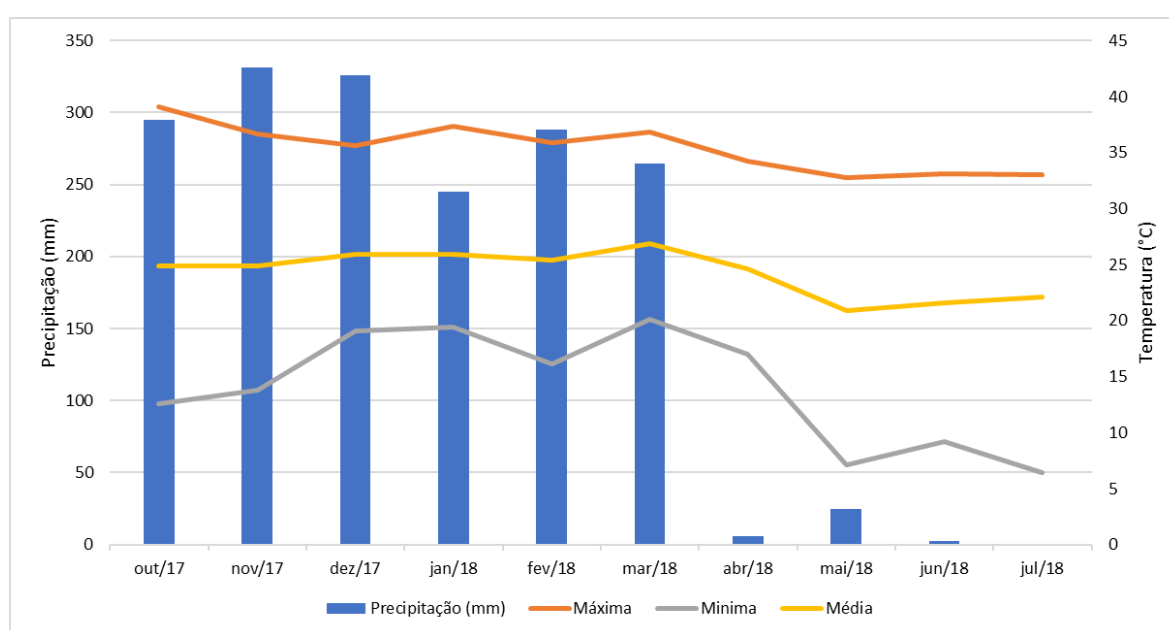


Figura 2.1 Precipitação e temperaturas média, mínima e máxima observada durante o período experimental. Fonte: Estação climatológica – UNESP Dracena.

O solo da área experimental foi classificado em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS *et al.*, 2018), com teor de fósforo muito baixo. No início do experimento, o solo foi amostrado nas profundidades de 0 – 0,2 m e 0,2 – 0,4 m. As análises seguiram as descrições de Raij *et al.* (2001), para os teores de P, K, Ca e Mg utilizou-se o método da resina trocadora de íons, de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> com extração com solução de fosfato de cálcio, pH em CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica por calorimetria. Em relação aos micronutrientes o boro foi extraído via água quente e Cu, Fe, Mn e Zn em DTPA. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Atributos químicos e físicos do Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico na ocasião da implantação do experimento. Dracena, 2016

Prof.	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	
M		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----			mmolc dm <sup>-3</sup> -----				
0 – 0,2	4,6	13	7	2,6	5	4	16	2	11,6	27,6	
0,2 – 0,4	4,4	9	3	1,3	5	2	15	4	8,3	23,3	
Prof.	V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte
m	-----%	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				-----g kg <sup>-1</sup> -----					
0 – 0,2	42	15	3	0,09	0,6	23	10,1	1,1	892	80	28
0,2 - 0,4	36	33	3	0,20	0,5	15	5,8	0,5	850	120	30

P, Ca, Mg e K: resina; S: fosfato de cálcio; B: água quente; SB: soma de bases (K+Ca+Mg); Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA em pH 7,3; CTC: capacidade de troca de cátions.

Tabela 2.2. Tratamentos aplicados na adubação de formação do capim-marandu.

Tratamentos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B	Zn
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
T1	30 + 90	0	0	0	0	0
T2	30 + 90	80	50	0	0	0
T3	30 + 90	80	50	45,7	0	0
T4	31+ 89	80	50	36,3	0	0
T5	31+ 89	80	50	36,3	0,43	0
T6	30 + 90	80	50	37,5	0	2,50
T7	30 + 90	80	50	37,5	0,43	2,50
T8	30 + 90	80	50	37,5	0,43	5,00

Fontes de fertilizantes: T1- nitrato de amônio; T2 – nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio; T3 - nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio; T4- nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio; T5 - nitrato de amônio, S15, KB; T6- nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio; T7 - nitrato de amônio, SZ, KB; T8- nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn. S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn; S15: 13% N 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B. Oxissulfato de Zn: 20% Zn. Obs.: A dose de N complementar na adubação de plantio foi com Nitrato de Amônio (32%) dividida em quatro parcelas, na semeadura e após os três cortes subsequentes.

O experimento foi implantado em uma área com *Urochloa brizantha* cultivar Decumbens por 8 anos. Para o preparo do solo foi utilizado o sistema convencional, com uma aração e duas gradagens para eliminação da cultura anterior e incorporação do calcário. A necessidade de calagem foi determinada pelo método da saturação por bases para atingir 60% (RAIJ, *et al.*, 1996). O solo permaneceu em repouso por período de 60 dias após a calagem. Posteriormente foram demarcadas as parcelas e aplicado os tratamentos (Tabela 2.2). Durante o ano agrícola 2016/2017 foram realizados seis cortes, sendo quatro no período das águas (dezembro a março) e dois no período seco (abril a julho). Outubro de 2018 foi realizado um corte de nivelamento

e aplicado novamente os tratamentos (Tabela 2.2) como adubação de manutenção. A dose de N foi parcelada em 4 aplicações sucessivas, sendo a primeira junto com os demais nutrientes.

Os resultados do presente trabalho são referentes ao ano agrícola 2017/2018. Foram realizados sete cortes, sendo cinco no período das águas (outubro a março) e dois no período seco (abril a junho). As plantas foram cortadas quando, a média de altura, do melhor tratamento atingiu 0,28 m. Para coleta da forragem foi utilizado um amostrador retangular de 1m x 0,5m, padronizado a altura de corte a 15 cm, posicionado em ponto aleatório e representativo de cada parcela. O material coletado em cada parcela, foi acondicionado em saco devidamente identificado e pesado para estimar a produtividade de massa verde total, posteriormente, realizou-se a sub-amostragem para determinação de massa seca (MS) da parte aérea e a composição morfológica, separada em laminas foliares e colmo+bainha. A secagem das amostras foi realizada em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002). Para a determinações de fibra insolúveis em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA), seguiu-se a metodologia adaptada por Campos et al. (2004).

Para estimativa da concentração de proteína bruta (PB), foi utilizado o fator 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína bruta (AOAC, 1970), a determinação do nitrogênio seguiu a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os dados foram avaliados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011) para análise da variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produção de massa verde no primeiro corte, que foi realizado antes da aplicação dos fertilizantes, representa o efeito residual da aplicação no primeiro ano do estudo (Tabela 2.3). Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos no ano seguinte, o que corrobora com os resultados encontrados por Oliveira; Oliveira; Corsi, (2007), na qual, os teores de nutrientes no solo diminuíram do primeiro para o segundo ano. A partir do segundo corte, os resultados representam

Tabela 2.3. Produção de massa verde em sete cortes e acumulada de capim-marandu adubado em manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

Tratamentos	Cortes							Acumulada
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	
	kg ha <sup>-1</sup>							kg ha <sup>-1</sup>
T1	3.085	5.342c	11.513b	12.824b	10.480b	7.836	6.291	57.372b
T2	3.364	6.509b	13.734a	14.235b	12.274b	7.545	6.284	63.947a
T3	3.359	7.964a	14.755a	13.934b	12.090b	6.920	6.012	65.036a
T4	3.290	6.466b	13.960a	15.836a	13.645a	6.780	6.001	65.980a
T5	3.521	5.510c	14.019a	16.261a	15.687a	8.049	5.883	68.932a
T6	3.017	5.498c	12.735b	16.673a	14.573a	7.449	6.148	66.095a
T7	3.132	5.345c	14.079a	16.712a	13.651a	7.876	5.761	66.559a
T8	3.351	7.874a	14.005a	15.383a	13.663a	6.554	6.762	67.594a
Teste F	0,5189 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-5*</sup>	0,0147*	0,0024*	0,0003*	0,1945 <sup>ns</sup>	0,1770 <sup>ns</sup>	0,0003*
CV (%)	10,95	11,00	8,12	8,55	9,25	12,04	7,88	4,11

\*Médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas distintas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxisulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

o efeito da adubação de manutenção. Observa-se que na produção acumulada de massa verde foi maior nos tratamentos com aplicação de fertilizantes em relação ao tratamento controle com somente nitrogênio. Resultados atendem a teoria de Liebig, a resposta a produção está associada ao nutriente mais escasso, em relação a necessidade da planta (KREUZ; LANZER; PARIS, 1995).

Foi possível verificar que o T5, com maior produção acumulada de forragem, foi 20% maior em relação ao T1 no qual foi aplicado exclusivamente nitrogênio. Esses resultados confirmam o descrito por Martha Junior; Vilela; Souza, (2009) que com o uso conjunto de nitrogênio e fósforo e, principalmente, de nitrogênio, fósforo e enxofre são condições que produzem melhores resultados na produção de forragem.

Entre os cortes os resultados foram variáveis do segundo ao quinto corte, com o T8 sempre entre as maiores produções e o T1 (controle) entre as menores produções. Nos cortes do período seco (sexto e sétimo) não houve diferença entre os tratamentos, o que pode ser atribuído à deficiência hídrica, fotoperíodo ou a ausência de efeito residual, conforme descrito anteriormente. Andrade et al. (2014) relataram em seu trabalho que nitrogênio e potássio foram identificados como fatores responsáveis pelo declínio da capacidade produtiva da pastagem. Os mesmos autores citam que a ausência de potássio, já causou uma redução da produção de massa verde, atribuindo ao efeito no crescimento e desenvolvimento da planta crescimento celular. (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A produção de massa seca apresentou diferença entre tratamentos no segundo e quarto corte da forrageira (Tabela 2.4). Seguindo a tendência verificada na produção de massa verde, o T8 sempre figurava entre as maiores produções, não diferindo do T3 e do T4, T5, T6 e T7, respectivamente, nos cortes 2 e 4. Na produção acumulada não houve diferença entre os tratamentos. Oliveira (1988) também não verificou resposta na produção de massa seca da pastagem às doses e fontes de  $P_2O_5$ . Resultados semelhantes foram verificados com aplicação de fósforo e enxofre quando não foram incrementos na produção de massa seca de forragem (MARTHA JÚNIOR; VILELA; SOUZA, 2009).

A capacidade produtiva do capim-marandu é em torno de  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de MS (ALCANTARA *et al.*, 1992; PIRES, 2006), evidenciando que todos os tratamentos estão acima dessa faixa. Não foi observada diferença entre os tratamentos, observou-

Tabela 2.4. Produção de massa seca em sete cortes e acumulada de capim-marandu adubado em manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

Tratamentos	Cortes							Acumulada
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
	..... kg ha <sup>-1</sup> .....							kg ha <sup>-1</sup>
T1	996	1.017b	2.372	2.267b	2.202	1.948	1.811	12.615
T2	1.081	1.176b	2.487	2.408b	2.374	1.860	1.865	13.255
T3	1.116	1.350a	2.750	2.367b	2.537	1.771	1.823	13.717
T4	1.065	1.141b	2.488	2.715a	2.732	1.677	1.779	13.598
T5	1.124	1.088b	2.618	2.813a	2.869	1.915	1.706	14.162
T6	952	1.039b	2.270	2.816a	2.757	1.699	1.852	13.387
T7	1.037	1.070b	2.564	2.692a	2.638	1.916	1.687	13.606
T8	1.123	1.369a	2.525	2.623a	2.699	1.584	1.930	13.854
Teste F	0,2552 <sup>ns</sup>	0,0125*	0,0452 <sup>ns</sup>	0,0571*	0,0860 <sup>ns</sup>	0,3230 <sup>ns</sup>	0,6595 <sup>ns</sup>	0,0947 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,02	12,58	7,30	10,59	11,85	13,34	10,62	4,74

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

se que a aplicação de fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco não diferiram do tratamento com aplicação de somente nitrogênio.

A maior produção de massa verde e de massa seca foi do terceiro ao quinto corte, podendo ser atribuído a disponibilidade de nutrientes aplicados na adubação de manutenção e as condições climáticas favoráveis para o crescimento vegetal (Tabelas 2.3 e 2.4).

Na porcentagem de lâminas foliares, os tratamentos apresentaram diferenças apenas no 1º e 2º corte, na qual o primeiro apresentou diferença apenas da testemunha (Trat. 1) dos demais, já no segundo corte, os que apresentaram maior proporção de folhas, foram os tratamentos com aplicação de somente nitrogênio e os tratamentos com NPKS e zinco na dose de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> com ou sem boro (Tabela 2.5). A média dos cortes não apresentou diferença entre os tratamentos. O nitrogênio atua na diferenciação dos primórdios foliares e formação de tecidos novos o que pode ter contribuído para maior produção de folhas (SILVA; MONTEIRO, 2006).

A menor proporção de lâminas foliares foi no sétimo corte, devido a menor precipitação e ausência de adubação. A deficiência hídrica reduz o metabolismo da planta, absorção de nutrientes e a diferenciação celular, contribuído com a menor produção de tecidos novos, especialmente de folhas.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) no período das águas e no período seco não apresentaram diferença significativa em função da adubação, evidenciando que aplicação de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco não influenciaram na composição bromatológica da forrageira, sendo eles aplicados em conjunto ou isoladamente (Tabela 2.6).

No entanto, segundo Benetti (2007), independente da fonte de nitrogênio, a aplicação de doses crescentes até 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por aplicação na forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu influencia de maneira satisfatória a composição bromatológica.

Não houve diferença entre tratamento para o teor de FDN no terceiro corte, com valores entre 67,88 a 71,58% no 3º corte e 63,77 a 66,98% no 7º corte, valores acima dos recomendados, valores acima de 55 a 60% correlacionam-se de maneira negativa, sendo que FDN representa a fração química da forrageira que correlaciona com o consumo voluntário do animal (VAN SOEST, 1965).

Tabela 2.5. Porcentagem de lâminas foliares de capim-marandu adubado em manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

Tratamentos	Cortes							Média
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
	..... % .....							
T 1	90,98a	91,78a	83,39	76,47	76,61	74,00	39,71	77,25
T 2	87,44b	89,03b	79,49	74,17	75,42	79,40	41,67	76,95
T 3	88,54b	88,21b	77,14	75,16	75,94	72,30	41,03	73,47
T 4	88,46b	88,20b	79,83	72,68	72,90	76,60	41,95	71,68
T 5	88,48b	88,25b	81,37	74,24	74,79	74,27	40,04	75,15
T 6	87,59b	89,78a	80,79	73,09	77,35	72,08	42,52	75,52
T 7	87,58b	89,89a	80,76	72,34	73,32	73,22	41,67	74,65
T 8	88,04b	87,29b	77,84	74,63	73,56	74,50	40,44	72,43
Teste F	0,0643*	0,0157*	0,1881 <sup>ns</sup>	0,9110 <sup>ns</sup>	0,3770 <sup>ns</sup>	0,1227 <sup>ns</sup>	0,7845 <sup>ns</sup>	0,2388 <sup>ns</sup>
CV (%)	1,69	1,74	3,92	6,11	4,06	4,73	6,48	4,47

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>M</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

Tabela 2.6. Teores de fibra insolúveis em detergente neutro (FDN), fibra insolúveis em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) em dois cortes de capim-marandu adubados com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

Tratamentos	3º corte (Águas)			7º corte (Seca)		
	FDN	FDA	PB	FDN	FDA	PB
	----- ( % ) -----					
T1	69,13	24,44	10,87	64,13	18,67	6,61
T2	69,42	23,67	10,23	66,98	20,42	6,74
T3	71,42	24,33	10,25	66,78	20,22	6,11
T4	69,14	22,86	10,38	66,50	19,20	6,15
T5	71,58	24,65	10,53	65,86	18,86	6,23
T6	67,88	23,82	10,12	64,73	20,24	6,25
T7	69,56	23,45	10,35	63,77	18,07	6,36
T8	69,74	21,84	10,20	64,45	17,17	6,58
Teste F	0,5484 <sup>ns</sup>	0,1024 <sup>ns</sup>	0,7954 <sup>ns</sup>	0,9611 <sup>ns</sup>	0,2655 <sup>ns</sup>	0,3980 <sup>ns</sup>
CV(%)	3,67	5,55	4,96	7,60	10,28	7,1

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

Quanto ao teor de FDA, não houve diferença estatística entre tratamentos, no 3º corte os valores ficaram entre 21,84 a 24,65% e 17,17 a 20,42% no 7º corte. A redução de FDA é fator positivo a qualidade da forragem, melhorando sua digestibilidade, os nutrientes permanecem ligados a fibras e pouco disponíveis aos animais quanto maior for seu valor (MOURA *et al.*, 2011). A digestibilidade da matéria seca está relacionada ao FDA, principalmente pela participação da lignina, que pode limitar a digestibilidade da forragem. Assim, a FDA indica a porcentagem de material altamente indigestível presente na forragem (VAN SOEST, 1994).

A redução composição bromatológica do 3º corte (verão) para o 7º corte (outono), pode ser explicado pela redução da disponibilidade de nitrogênio de um período para o outro, que segundo Cecato *et al.*, (2004), em seu estudo relatou que a

aplicação nitrogênio proporcionou incremento nos teores de proteína bruta, sendo estes maiores no período de verão. Já Van Soest (1994) e Almeida et al. (2002) relataram interferências de fatores ambientais como temperatura, umidade, luminosidade e fotoperíodo na composição bromatológica das plantas forrageiras.

## 2.4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste trabalho, para uma boa produção de massa verde, basta ter a presença do fósforo e potássio na adubação de manutenção. A produção de massa seca, porcentagem de lâminas foliares e qualidade bromatológica, não foi afetada pela presença ou ausência, de fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco.

## 2.5 REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Editora Nobel. v.3, 1992. p. 28.

ALMEIDA, R. G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; REGAZZI, A. J.; BRANCIO, P. A.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Animal production of mixed pastures under three stocking rates in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.31, n. 2, p. 852-857, 2002.

ANDRADE, C. M. S.; ZANINETTI, R. A.; KLEIN, M. A.; BARDALES, N. G. Nutrientes limitantes à produtividade de pastagem cultivada em argissolo amarelo na amazônia. **XXIV Congresso Brasileiro De Zootecnia**. UFES: Vitória, 2014. p. 3.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses**. Washington: AOAC, 1970. p. 1015.

BENETTI, C. G. S. **Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio**. 2007. 50 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2007.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004. p. 135.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM; C. C.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2004.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *brachiaria brizantha* cv. marandu. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. UFLA, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e Tanzânia nas estações do Ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.

HEUZE, V.; TRAN, G.; THIOLLET, H. Alimentação animal resources information system. **Feedipedia**. Disponível em: [www.feedipedia.org](http://www.feedipedia.org). Acesso em: 09 jul. 2018.

KREUZ, C. L.; LANZER, E. A.; PARIS, Q. Funções de produção von liebigh com rendimentos decrescentes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n. 1, p. 95-106, 1995.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação de estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. p. 319.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. Efeito da adubação de manutenção com fontes de fósforo e de nitrogênio sobre a produção de *brachiaria brizantha* cv. marandu na região do cerrado. **II Mostra de Resultados de Pesquisa dos Projetos Finalizados em 2006 e 2007**. Planaltina, Embrapa, p. 53-60, 2009.

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V. de; VIEIRA, P. de F.; NETO, F. R. da C.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; JUNIOR, A. L. G. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigação com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007.

MOURA, R. L.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; LOPES, J. B. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes. Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 249-254, 2011.

OLIVERIA, O. L. P. **Fertilização fosfatada para a manutenção de pastagem cultivada**. Bagé: Embrapa-CNPO, 1988. p. 29.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1715-1728, 2007.

PIRES, W. **Manual de pastagem: formação, manejo e recuperação**. Viçosa: Aprenda Fácil, p. 64-74, 2006.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas, SP: Instituto Campeiro de Ensino Agrícola, 2002. p. 94

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1996. p. 285.

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

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R. ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018. p. 531.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicas**. Viçosa (MG): UFV, p.102-105, 2002.

SILVA, E. M. B.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 4, p.1289-1297, 2006.

SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. **CQBAL 3.0**. Disponível em: [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em: 09 jul. 2018.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. 3. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, Beltsville, v. 48, p. 785-790, 1965.

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

### **CAPITULO 3 – Adubação de manutenção com macro e micronutrientes em capim-marandu e o efeito nos atributos químicos do solo e estado nutricional**

**RESUMO** – Para obter resultados satisfatórios na produção de forrageiras, é importante manter os níveis ideais de fertilidade do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a adubação de manutenção, com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco na fertilidade química do solo e o estado nutricional da *Urochloa brizantha* cultivar Marandu. O experimento foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UNESP, Campus de Dracena, em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em bloco casualizados, com quatro repetições. Em todos os tratamentos foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio, a qual foi dividida em quatro doses iguais, a primeira na semeadura e as demais após os três cortes subsequentes. Os tratamentos foram os seguintes: T1) Controle - sem adubação, exceto N; T2) fósforo e potássio (PK) via fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio (KCl); T3) PKS via superfosfato simples (SS) e KCl; T4) PKS via S15 e KCl; T5) PKSB via S15 e KB; T6) PKSZn via SZ e KCl; T7) PKSBZn via SZ e KB; T8) PKSBZn via SZ, KB e oxisulfato Zn. Nos tratamentos com PK foi aplicada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As doses de enxofre, boro e zinco foram proporcionais a concentração na formulação de cada fertilizante, exceto o tratamento oito no qual foi acrescido o oxisulfato de Zn para fornecer o dobro do micronutriente em relação ao tratamento T7. MAP: 11%N, 52%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; KCl: 60% K<sub>2</sub>O; SS: 21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12%S; S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5% B; SZ: 12% N, 32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S, 1% Zn. A disponibilidade de fósforo, potássio, enxofre e zinco no solo, na camada 0 – 0,2 m, aumentou após dois anos de adubação em relação os resultados da análise do solo no início do estudo. Após dois anos de adubação aumentou a disponibilidade de potássio, enxofre, boro e zinco, na camada 0,2 – 0,4 m em relação a análise de solo inicial. No período das águas, a maior concentração de fósforo, potássio, enxofre e zinco na parte aérea do capim-marandu foi observado nos tratamentos que receberam a aplicação dos nutrientes via fertilizante mineral. No período seco, a maior concentração de fósforo e enxofre na parte aérea do capim-marandu foi observada nos tratamentos que receberam a aplicação dos nutrientes via fertilizante mineral. De acordo com os resultados deste trabalho, o tratamento que contém fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco simultaneamente apresentou melhores resultados nos atributos químicos do solo e na concentração de nutrientes na parte aérea, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo e do desenvolvimento da planta.

**Palavras chave:** Adubação, macronutrientes, micronutrientes, pastagem, *Urochloa brizantha*.

## Phosphorus and potassium application associated with sulfur, boron and zinc in the maintenance of marandu grass and the effect on soil chemical attributes and nutritional status

**ABSTRACT** - In order to obtain satisfactory results in forage production, it is important to maintain optimal levels of soil fertility. The objective of this work was to evaluate the maintenance fertilization, with phosphorus and potassium associated with sulfur, boron and zinc in soil chemical fertility and the nutritional status of *Urochloa brizantha* cultivar Marandu. The experiment was carried out in the Experimental Area of the Faculty of Agrarian and Technological Sciences, UNESP, Campus of Dracena, in Ultisol dystrophic. The experimental design was randomized block, with four replicates. The experimental design was randomized block, with four replicates. In all treatments, 120 kg ha<sup>-1</sup> of N, in the form of ammonium nitrate, was divided into four equal doses, the first at sowing and after three subsequent cuts. The treatments were as follows: T1) Control - without fertilization, except N; T2) phosphorus and potassium (PK) via monoammonium phosphate (MAP) and potassium chloride (KCl); T3) PKS via single superphosphate (SS) and KCl; T4) PKS via S15 and KCl; T5) PKSB via S15 and KB; T6) PKSZn via SZ and KCl; T7) PKSBZn via SZ and KB; T8) PKSBZn via SZ, KB and Zn oxysulphate. In the treatments with PK the dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O was applied. The sulfur, boron and zinc doses were proportional to the concentration in the formulation of each fertilizer, except treatment eight in which the Zn oxysulphate was added to provide double the micronutrient in relation to the T7 treatment. MAP: 11% N, 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; KCl: 60% K<sub>2</sub>O; SS: 21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12% S; S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0.5% B; SZ: 12% N, 32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% S, 1% Zn. The availability of phosphorus, potassium, sulfur and zinc not soil in the 0 - 0.2 m layer, with the aid of two years of adaptation to the soil analysis results at the beginning of the study. After two years of fertilization the range of potassium, sulfur, boron and zinc increased in the layer 0.2 - 0.4 m in relation to an initial soil analysis. In the period of the waters, the highest concentration of phosphorus, potassium, sulfur and zinc in the aerial part of the marandu grass was observed in the treatments that received a mineral fertilizer. In the higher period, the highest concentration of phosphorus and sulfur in the aerial part of the marandu grass was observed in the treatments that received a mineral fertilizer. According to the results of this work, the treatment containing phosphorus, potassium, sulfur, boron and zinc simultaneously showed better results in soil chemical attributes and nutrient concentration in the aerial part, contributing to the improvement of soil fertility and development of the plant.

**Key words:** Fertilization, macronutrients, micronutrients, pasture, *Urochloa brizantha*.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Na sustentabilidade da produção agrícola, dois aspectos devem ser considerados: o uso do solo na agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo, e a degradação das pastagens (MACEDO, 2009). As condições do ambiente, associadas ao estado nutricional das plantas e à idade de crescimento são determinantes no processo de formação e manutenção dos tecidos vegetais e, conseqüentemente, da formação da área foliar (MARANHÃO *et al.*, 2010).

No estudo com adubação fosfatada, Moreira *et al.* (2006) observou efeitos residuais que proporcionaram a manutenção da produção do capim-elefante durante dois anos. Cecato *et al.* (2004), em trabalho com aplicação de doses elevadas de fósforo, identificou níveis do elemento na matéria seca superiores aos níveis críticos da espécie e do nível de exigência dos ruminantes.

A adubação de cobertura com potássio nos estudos de Faria *et al.* (2015), otimizou a produção do capim, proporcionando aumentos significativos em todas as características morfogênicas estudadas, sugerindo que sua utilização pode ser benéfica para elevar índices produtivos e melhorar a qualidade nutricional das pastagens. Em capim-mombaça as concentrações de potássio nas lâminas foliares foram alteradas de acordo com as doses de K na solução no solo (LAVRES JUNIOR; MONTEIRO, 2002),

Já o fornecimento de enxofre na adubação de manutenção contribuiu de forma positiva para a recuperação do capim-braquiária no estudo de Silva *et al.* (2010). Oliveira *et al.* (2005) identificou deficiência na forrageira que não recebeu enxofre na adubação, assim como evidenciou o acúmulo do elemento na camada subsuperficial do solo nos tratamentos que receberam enxofre. No trabalho de Lavres Junior; Monteiro; Schiavuzzo (2008), observaram que a aplicação de S promoveu variação significativa no seu teor nos componentes da parte aérea do capim-marandu.

Dentre os micronutrientes, o boro e o zinco devem receber maiores atenções, devido à baixa disponibilidade natural nos solos tropicais, que frequentemente promovem deficiência nas culturas (FAQUIN, 2005).

Com isso, o trabalho teve como objetivo avaliar a adubação de manutenção com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco nos atributos química do solo e o estado nutricional da *Urochloa brizantha* cultivar Marandu.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na área experimental da UNESP, Campus de Dracena - SP, situado a 21° 27' latitude sul, 51° 36' longitude oeste e a 421 metros de altitude, compreendendo o segundo ano do experimento, no período de outubro 2017 a julho 2018. A espécie forrageira utilizada foi *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*), cultivar Marandu, implantada há um ano.

O clima local, conforme a classificação de Koppen, é do tipo Aw, caracterizado pelas estações de clima quente de inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação são respectivamente, 24°C e 1.300 mm, com temperatura média máxima de 31°C e média mínima de 19°C. Os valores de temperatura e precipitação durante o período experimental estão apresentados na Figura 2.1.

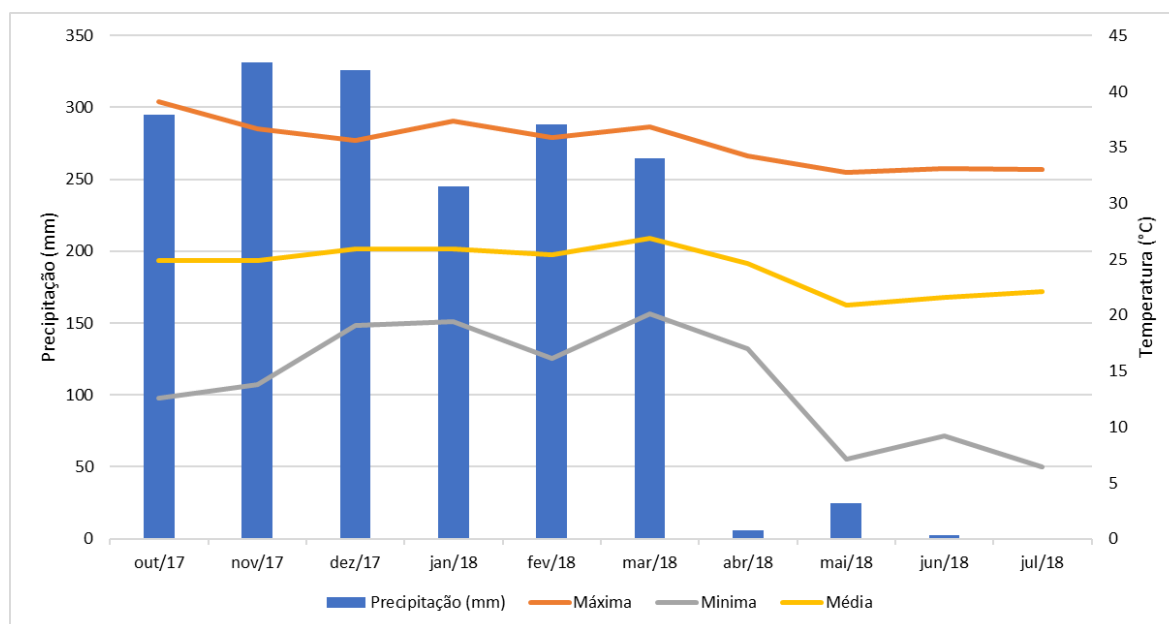


Figura 2.1 Precipitação e temperaturas média, mínima e máxima observada durante o período experimental. Fonte: Estação climatológica – UNESP Dracena.

O solo da área experimental foi classificado em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS *et al.*, 2018), com teor de fósforo muito baixo. No início do experimento, o solo foi amostrado nas profundidades de 0 – 0,2 m e 0,2 – 0,4 m. As análises seguiram as descrições de Raji *et al.* (2011), para os teores de P, K, Ca e Mg utilizou-se o método da resina trocadora de íons, de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> com extração com solução de fosfato de cálcio, pH em CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica por calorimetria. Em

relação aos micronutrientes o boro foi extraído via água quente e Cu, Fe, Mn e Zn em DTPA. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Atributos químicos e físicos do Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico na ocasião da implantação do experimento. Dracena, 2016

Prof,	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	
m		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
0 – 0,2	4,6	13	7	2,6	5	4	16	2	11,6	27,6	
0,2 – 0,4	4,4	9	3	1,3	5	2	15	4	8,3	23,3	
Prof.	V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte
M	-----%	-----			mg dm <sup>-3</sup> -----			-----g kg <sup>-1</sup> -----			
0 – 0,2	42	15	3	0,09	0,6	23	10,1	1,1	892	80	28
0,2 - 0,4	36	33	3	0,20	0,5	15	5,8	0,5	850	120	30

P, Ca, Mg e K: resina; S: fosfato de cálcio; B: água quente; SB: soma de bases (K+Ca+Mg); Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA em pH 7,3; CTC: capacidade de troca de cátions.

Tabela 2.2. Tratamentos aplicados na adubação de formação do capim-marandu.

Tratamentos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B	Zn
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
T1	30 + 90	0	0	0	0	0
T2	30 + 90	80	50	0	0	0
T3	30 + 90	80	50	45,7	0	0
T4	31 + 89	80	50	36,3	0	0
T5	31 + 89	80	50	36,3	0,43	0
T6	30 + 90	80	50	37,5	0	2,50
T7	30 + 90	80	50	37,5	0,43	2,50
T8	30 + 90	80	50	37,5	0,43	5,00

Fontes de fertilizantes: T1- nitrato de amônio; T2 – nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio; T3 - nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio; T4- nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio; T5 - nitrato de amônio, S15, KB; T6- nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio; T7 - nitrato de amônio, SZ, KB; T8- nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn. S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn; S15: 13% N 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B. Oxissulfato de Zn: 20% Zn. Obs.: A dose de N complementar na adubação de plantio foi com Nitrato de Amônio (32%) dividida em quatro parcelas, na semeadura e após os três cortes subsequentes.

O experimento foi implantado em uma área com *Urochloa brizantha* cultivar Decumbens por 8 anos. Para o preparo do solo foi utilizado o sistema convencional, com uma aração e duas gradagens para eliminação da cultura anterior e incorporação do calcário. A necessidade de calagem foi determinada pelo método da saturação por bases para atingir 60% (RAIJ, *et al.*, 1997). O solo permaneceu em repouso por período de 60 dias após a calagem. Posteriormente foram demarcadas as parcelas e

aplicado os tratamentos (Tabela 2.2). Durante o ano agrícola 2016/2017 foram realizados seis cortes, sendo quatro no período das águas (dezembro a março) e dois no período seco (abril a julho). Outubro de 2018 foi realizado um corte de nivelamento e aplicado novamente os tratamentos (Tabela 2.2) como adubação de manutenção. A dose de N foi parcelada em 4 aplicações sucessivas, sendo a primeira junto com os demais nutrientes.

Os resultados do presente trabalho são referentes ao ano agrícola 2017/2018. Para análise dos atributos químicos do solo, foram coletadas amostras de solo no final do experimento (julho/2018), ocorreram a coleta de cinco amostras simples por parcela, compondo uma amostra composta de cada parcela, nas respectivas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m.

Para avaliar o estado nutricional do capim-marandu foram realizadas análises em um corte no período das águas e outro no seco. As plantas foram cortadas quando a média de altura, do melhor tratamento, atingiu 0,28 m. Para amostragem da forragem, foi utilizado um amostrador retangular de 1m x 0,5m, padronizado a altura de corte a 0,15 m, posicionado em ponto aleatório e representativo de cada parcela. Em seguida, as amostras foram sub-amostradas e acondicionadas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas, conforme descreve Silva e Queiroz (2002). Posteriormente, processadas em moinho tipo Wiley, analisadas e determinadas às concentrações de macro e micronutrientes (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Os dados foram avaliados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011) para análise da variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### **3.3. RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 Atributos químicos do solo**

Os resultados da análise química do solo na profundidade 0 - 0,2 m, após dois anos de condução do experimento estão descritos na Tabela 3.3 e na profundidade de 0,2 - 0,4m na Tabela 3.4. Observa-se que o teor de fósforo no solo, apresentou concentração inferior no T1, nas duas profundidades, na qual o mesmo recebeu apenas Nitrogênio. Dois anos de experimento, todos os tratamentos apresentaram

Tabela 3.3 - Atributos químicos em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, cultivado com capim-marandu, na camada 0 - 0,2 m, no final de dois anos do experimento. Dracena, 2018.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB
		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					
T1	4,75	8,73	6,20b	1,97	7,70	4,99	18,00	2,03	15,75
T2	4,65	8,44	7,71a	2,31	7,25	4,25	19,50	1,69	13,82
T3	4,64	8,76	7,43a	1,99	8,13	4,25	19,75	1,78	14,36
T4	4,75	8,69	7,29a	1,99	7,85	4,25	19,00	1,52	14,09
T5	4,61	8,67	7,35a	2,19	7,60	4,06	20,50	2,03	13,86
T6	4,55	8,54	7,63a	2,11	7,67	4,14	20,00	2,28	13,82
T7	4,71	8,68	7,42a	1,96	7,61	4,22	17,50	2,03	13,80
T8	4,79	8,63	8,11a	2,05	7,90	4,32	18,25	2,03	14,27
Teste F	0,97 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-3*</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
CV%	7,18	5,11	6,05	9,66	9,35	10,78	10,52	19,22	9,58

	CTC	V	M	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----%-----	----- mg dm <sup>-3</sup> -----						
T1	33,75	46,34	11,44	5,41	0,09b	0,65	22,45	8,86	1,05b
T2	30,82	41,68	11,76	5,54	0,09b	0,53	22,57	8,73	0,95b
T3	34,11	42,12	11,55	5,84	0,09b	0,62	22,83	9,08	0,94b
T4	33,09	42,63	11,33	5,69	0,10b	0,58	23,61	8,99	1,14b
T5	34,36	40,48	11,70	5,55	0,12a	0,62	23,25	9,24	1,16b
T6	33,82	40,97	12,01	5,51	0,10b	0,53	23,35	9,00	1,79a
T7	31,30	44,18	11,60	5,63	0,14a	0,55	22,72	9,05	1,60a
T8	32,52	44,05	11,56	5,68	0,12a	0,53	22,98	8,98	1,72a
Teste F	0,16 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-3*</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-4*</sup>
CV%	6,16	9,44	5,42	4,13	19,43	13,80	4,06	3,50	19,70

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. P, Ca, Mg e K: resina; S: fosfato de cálcio; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA em pH 7,3; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

Tabela 3.4 - Atributos químicos em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, cultivado com capim-marandu, na camada 0,2 - 0,4 m, no final de dois anos do experimento. Dracena, 2018.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB
		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				mmolc dm <sup>-3</sup>		
T1	4,69	5,85	4,85b	1,90	5,06	4,02	17,25	1,77	10,98
T2	4,51	5,83	5,89a	2,08	4,79	3,72	18,00	2,09	10,59
T3	4,50	5,76	5,78a	1,81	5,10	3,88	19,25	2,60	10,79
T4	4,52	5,86	5,80a	2,30	5,72	4,09	19,25	2,28	12,10
T5	4,32	5,93	5,94a	1,75	5,06	3,88	19,25	2,47	10,69
T6	4,46	5,95	6,34a	2,17	4,87	3,82	18,50	2,54	10,86
T7	4,48	5,81	5,89a	2,01	4,85	3,80	17,00	2,28	10,65
T8	4,64	5,72	6,15a	1,94	4,72	3,97	18,25	2,03	10,64
Teste F	0,86 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,01*	0,45 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
CV%	5,99	3,81	8,41	18,41	12,68	7,60	11,82	20,22	8,75

	CTC	V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mmolc dm <sup>-3</sup>	-----%-----				mg dm <sup>-3</sup>			
T1	28,23	40,28	17,23	4,95	0,07b	0,46	20,28	6,30b	0,64b
T2	28,59	37,23	17,54	4,90	0,07b	0,47	20,36	6,44b	0,41b
T3	30,04	36,07	17,43	5,24	0,08b	0,54	20,23	7,07a	0,68b
T4	31,35	38,53	17,32	4,98	0,08b	0,52	20,37	6,86a	0,73b
T5	29,94	35,93	17,84	4,87	0,10a	0,57	20,72	6,96a	0,62b
T6	29,36	37,17	17,67	5,02	0,09b	0,51	21,31	6,78a	1,46a
T7	27,65	38,51	17,84	5,06	0,11a	0,53	20,58	6,77a	1,50a
T8	28,89	36,99	17,28	4,98	0,11a	0,47	20,45	6,69a	1,62a
Teste F	0,30 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-3*</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,01*	1x10 <sup>-5*</sup>
CV%	7,07	11,34	3,87	3,65	20,47	15,01	4,60	4,07	18,49

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. P, Ca, Mg e K: resina; S: fosfato de cálcio; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA em pH 7,3; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

concentração de nutrientes no solo abaixo do exigido pelo capim-marandu (VILELA *et al.*, 2007). Os resultados concordam com OLIVEIRA; OLIVEIRA; CORSI (2007) que verificaram redução na disponibilidade de nutrientes do primeiro para o segundo ano, indicando a necessidade de adubação fosfatada de manutenção de maneira periódica.

Os teores de potássio e enxofre não apresentaram diferença entre os tratamentos nas duas profundidades (Tabela 3.3 e 3.4). De acordo com a recomendação os teores de K trocável no solo, em resina, estão adequados quando acima de  $3 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$  e o de S acima de  $6 \text{ mg dm}^{-3}$  (PEREIRA *et al.*, 2018). Esses resultados evidenciam que não foi possível a construção da fertilidade do solo com a aplicação dos dois nutrientes no período de dois anos.

Observou-se o aumento de concentração de B e Zn no solo nos tratamentos com sua aplicação nas duas profundidades (Tabela 3.3 e 3.4). Os micronutrientes apresentam efeito residual das adubações, que podem se estender por vários anos, dependendo das quantidades aplicadas (PEREIRA *et al.*, 2018). Porém, neste experimento, ao final do segundo ano de estudo, verifica-se efeito residual com teores adequados somente para o Zn ( $>0,60 \text{ mg dm}^{-3}$ ). O boro não apresentou efeito residual, possivelmente, esse resultado pode ser atribuído a alta solubilidade e susceptibilidade de lixiviação (RAIJ *et al.*, 1997).

Independente da profundidade, os teores de cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, alumínio, soma de bases, pH, H+Al, CTC, V% e m% não apresentaram diferença entre os tratamentos. Exceto o manganês na camada 0,2 - 0,4 m, com menores valores nos tratamentos que não receberam S (T1 e T2).

### **3.3.2 Concentração de nutrientes na parte aérea do capim-marandu**

Os teores de macro e micronutrientes na parte aérea do capim-marandu no período das águas e da seca estão apresentados nas Tabelas 3.5 e 3.6, respectivamente. Observa-se que o nitrogênio não apresentou diferença de concentração entre os tratamentos no período das águas, resultado esperado devido a adubação com o nutriente foi igual em todos os tratamentos. No período da seca houve diferença na concentração de N entre os tratamentos. No entanto, todos os valores encontram-se abaixo do limite inferior do considerado adequado (RAIJ *et al.*,

Tabela 3.5 – Concentrações de nutrientes na parte aérea do capim-marandu, no período das águas adubado com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
T1	16,52	1,85b	27,10b	4,78	3,13	0,79b	7,52	7,20	110,54	78,13b	33,68b	
T2	17,03	3,22a	31,98a	4,27	3,14	0,77b	8,50	6,69	107,95	102,22a	37,60b	
T3	15,78	2,97a	30,86a	4,11	3,08	1,15a	8,17	5,83	104,94	105,02a	33,29b	
T4	16,46	3,31a	32,11a	4,02	2,99	0,99a	8,69	6,27	99,71	110,98a	37,98b	
T5	17,28	3,45a	30,70a	4,51	3,37	1,13a	8,29	6,09	111,74	106,79a	36,69b	
T6	16,61	3,54a	30,93a	4,12	2,99	1,04a	8,49	6,16	111,41	107,85a	45,63a	
T7	16,74	3,43a	30,02a	4,26	3,35	0,96a	9,10	6,54	103,93	109,10a	45,76a	
T8	17,28	3,70a	31,00a	3,87	3,19	1,08a	8,32	6,43	110,54	122,32a	46,67a	
Teste F	0,49 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-5*</sup>	1x10 <sup>-4*</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,01*	0,24 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-3*</sup>	1x10 <sup>-4*</sup>	
CV%	5,72	3,18	4,05	12,22	9,01	16,02	9,08	11,68	14,08	10,76	10,6	

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxissulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

Tabela 3.6 - Concentrações de nutrientes na parte aérea do capim-marandu, no período da seca adubado com fósforo e potássio associados a enxofre, boro e zinco. Dracena, 2017/2018.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
T1	10,48a	0,73b	16,60	3,00	2,40	0,25d	4,81	2,36b	144,59	124,36	10,14	
T2	11,10a	2,06a	19,22	3,03	3,01	0,25d	4,96	2,45b	149,39	140,55	12,94	
T3	9,42b	1,70a	17,76	3,18	2,65	0,64b	5,02	2,46b	118,16	154,77	13,07	
T4	9,69b	2,03a	20,13	3,06	3,03	0,72b	5,09	2,96b	114,62	161,91	14,34	
T5	10,00b	2,02a	17,51	2,82	2,88	0,68b	5,37	4,74 <sup>a</sup>	125,84	137,06	12,78	
T6	9,68b	2,12a	19,18	3,14	2,94	0,64b	4,96	2,50b	121,78	165,41	12,62	
T7	10,32a	2,34a	17,83	3,39	3,10	0,52c	5,26	3,12b	117,42	138,63	13,06	
T8	10,80a	2,30a	17,34	2,79	2,97	0,92a	5,13	4,39a	121,71	137,12	15,01	
Teste F	0,03*	1x10 <sup>-5</sup> *	0,40 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-5</sup> *	0,88 <sup>ns</sup>	1x10 <sup>-5</sup> *	0,13 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	
CV%	7,10	16,52	12,55	15,03	13,87	13,19	11,03	14,69	15,36	13,89	13,70	

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio); T2 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (nitrato de amônio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio); T3 - 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 45,7 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio); T4- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S (nitrato de amônio, S15, cloreto de potássio); T5- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 36,3 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B (nitrato de amônio, S15, KB); T6- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, cloreto de potássio); T7- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 2,5 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB); T8- 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 37,5 kg ha<sup>-1</sup> S, 0,43 kg ha<sup>-1</sup> B, 5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn (nitrato de amônio, SZ, KB, oxisulfato de Zn). S15: 13% N, 33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S; KB: 58% K<sub>2</sub>O, 0,5%B; SZ: 12%N 32%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15%S, 1%Zn. Dose de nitrogênio parcelada em quatro aplicações.

1997). A variação na concentração de nitrogênio nas plantas está envolvido com a dinâmica dos processos de oxirredução, que modificam a forma predominante do nitrogênio, bem como as perdas e interações microbiológicas desse nutriente. (ABREU; MONTEIRO, 1999). O fornecimento de N, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo (FAGUNDES *et al.*, 2006).

O fósforo apresentou menor concentração no tratamento que não foi adubado com o nutriente, tanto no período das águas, quanto no período seco (Tabelas 3.5 e 3.6). A ausência do nutriente na adubação além de prejudicar a nutrição das plantas, também pode comprometer a qualidade da forragem disponível para o consumo pelos animais (SOARES *et al.*, 2007). A faixa considerada adequada para o teor de P na parte aérea de capim-marandu é de 0,8 a 3 g kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA *et al.*, 2007; RAIJ *et al.*, 1997). No experimento, constatou-se que no período das águas todos os teores estão adequados, porém no período seco o tratamento T1, que não recebeu o nutriente na adubação, apresentou teor abaixo do limite crítico inferior.

A deficiência de fósforo limita a produção por participar ativamente de todos os processos metabólicos das plantas, em condições de solos brasileiros que apresenta baixa disponibilidade deste nutriente. Assim, adubação fosfatada deve ser considerada prática fundamental para o estabelecimento e manutenção das pastagens (CECATO *et al.*, 2008).

No período das águas, a ausência da adubação com potássio proporcionou menor concentração na massa seca da parte aérea do capim-marandu (T1). Por sua vez, no período seco não ocorreu diferença significativa em função de sua adubação (Tabela 3.6). Esse comportamento pode ser explicado pela baixa disponível de K no solo, como apresentado nas Tabelas 3.3 e Tabela 3.4. Esses resultados estão relacionados a elevada mobilidade do elemento no solo, podendo chegar ao esgotamento em decorrência da absorção pelas plantas e lixiviação (RAIJ, 2011).

O enxofre apresentou menor concentração nos tratamentos com sua ausência na adubação de manutenção, tanto no período das águas, quanto no período da seca. Observa-se que os teores de S no T1 e T2 estão abaixo do adequado (OLIVEIRA *et al.*, 2007; RAIJ *et al.*, 1997) no período das águas, podendo comprometer a produção

de forragem no período de maior potencial de produção. A deficiência de enxofre reduz a produção de massa seca (BALIEIRO NETO et al. 2008) e seu suprimento adequado tem grande relevância na qualidade da forragem (LAVRES JUNIOR; MONTEIRO; SCHIAVUZZO, 2008).

A concentração de boro no capim-marandu não apresentou diferença em função da presença ou ausência do elemento na adubação de manutenção na avaliação do período das águas e da seca. Porém, os teores de B encontrado na parte aérea estão abaixo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ , considerado o limite mínimo para adequado (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ et al., 1997). Resultado pode ser atribuído a alta solubilidade do elemento, baixo teor de matéria orgânica do solo e ao alto potencial de lixiviação, impedindo o acúmulo no solo (RAIJ, 2011).

A maior concentração de zinco, no período das águas, ocorreu nos tratamentos T6, T7 e T8, nos quais foi aplicado Zn na adubação. O efeito da adubação com o micronutriente não foi verificado na amostragem de plantas no período seco, possivelmente foi limitada a absorção devido ao estresse hídrico e redução do crescimento durante o período.

O cálcio, magnésio e ferro não apresentaram diferença entre os tratamentos em nenhum dos períodos. O cobre não teve diferença de concentração no período das águas, porém apresentou diferença no período seco. Comportamento inverso ocorreu com a concentração de manganês, lembrando-se que não ocorreu adubação desses elementos na suplementação de manutenção. Essas variações podem ser consideradas aleatórias, inerentes a experimentação, especialmente conduzidos a campo.

### **3.4 CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados deste trabalho, o tratamento que contém fósforo, potássio, enxofre, boro e zinco simultaneamente apresentou melhores resultados nos atributos químicos do solo e na concentração de nutrientes na parte aérea, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo e do desenvolvimento da planta.

## 2.5 REFERÊNCIAS

ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v. 56, n. 2, p.137-146, 1999.

BALIEIRO NETO, G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; FRANCO, A. B. J.; NOBILE, F. O.; NASCIMENTO, R. C.; doses de enxofre na produção de massa seca e concentração de enxofre no capim-tanzânia e capim-tifton-85. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v. 65, n. 1, p. 63-70, 2008.

CECATO, U; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 26, n. 3, p. 399-407, 2004.

CECATO, U; SKROBOT, V. D.; FAKIR, R. G.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J. A. N. Perfilhamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2008.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of bioenergy and food science**, v. 2, n. 3: p. 98-106, 2015

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. p. 179.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCC, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A.; SCHIAVUZZO, P. F. Concentração de enxofre, valor SPAD e produção do capim-Marandu em resposta ao enxofre. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 3, n. 3, p.225-231, 2008.

LAVRES JUNIOR J.; MONTEIRO, F. A. Combinações de doses de nitrogênio e potássio para a produção e nutrição do capim-mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v. 59, n. 2, p.101-114, 2002.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.133-146, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p.319.

MARANHÃO, C. M. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; COSTA, A. C. P. R.; MARTINS, G. C. F.; CARDOS, E. O. Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 375-384, 2010.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; NÓBREGA, E. B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 943-952, 2006.

OLIVEIRA, P. P. A.; MARCHESIN, W.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Guia de identificação de deficiências nutricionais em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Comunicado Técnico**. Embrapa. São Carlos, v. 76, p. 1-38, 2007.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v. 36, n. 6, p.1715-1728, 2007.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. marandu em neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p.1121-1129, 2005

PEREIRA, L. E. T.; NISHIDA, N. T.; CARVALHO, L. R.; HERLING, V. R. **Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, 2018. p. 56.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. p. 420p.

SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018. 531 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicas**. Viçosa (MG): UFV. p.102-105, 2002.

SILVA NETO, S. P.; SILVA, J. E. C.; SANTOS, A. C.; CASTRO, J. G. D.; DIM, V. P.; ARAÚJO, A. S. Características agrônômicas e nutricionais do capim-Marandu em função da aplicação de resíduo líquido de frigorífico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 9-17, 2010

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 38, p. 343-349, 2007.

VILELA, L.; SOARES, W. V; SOUSA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 15 p.