



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA

AMARILDO FRANCISQUINI JUNIOR

EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS APLICADOS EM PASTAGEM
DE *Megathyrus maximus* CV. MOMBAÇA SOLTEIRA E CONSORCIADA COM
LEGUMINOSAS



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA**

AMARILDO FRANCISQUINI JUNIOR

**EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS APLICADOS EM PASTAGEM
DE *Megathyrus maximus* CV. MOMBAÇA SOLTEIRA E CONSORCIADA COM
LEGUMINOSAS**

Tese apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego

633.2
F818e

Francisquini Junior, Amarildo.

Eficiência de fertilizantes fosfatados aplicados em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça solteira e consorciada com leguminosas/ Amarildo Francisquini Junior – Presidente Prudente, 2019.
64f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2019.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego

1. Forragem 2. Adubação. 3. Fósforo. 4 Pecuária I.
Título.

Catálogo na fonte: Michele Mologni CRB-8/6204

AMARILDO FRANCISQUINI JUNIOR

**EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS APLICADOS EM PASTAGEM
DE *Megathyrus maximus* CV. MOMBAÇA SOLTEIRA E CONSORCIADA
COM LEGUMINOSAS**

Tese apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Presidente Prudente, 29 de Abril de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Botucatu-SP

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof. Dr. José Eduardo Creste
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof. Dr. Marcelo Andreotti
Universidade Estadual Paulista– UNESP
Ilha Solteira-SP

Dra. Andréia Moreira
Agencia Paulista de Tecnologia do Agronegócio– APTA
Presidente Prudente-SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, primeiramente pela vida, por nunca ter me deixado só nesta caminhada, pela saúde, paz e por ter me dado sabedoria nos momentos difíceis. A Ti eu dedico Senhor.

*À minha amada esposa **Camila Dutra de Souza Francisquini**, que sempre me motivou a buscar maiores conhecimentos, pelo amor, carinho e apoio na realização deste trabalho, e pela compreensão nos momentos em fiquei ausente para realização deste. Sem o incentivo dela não teria alcançado esse objetivo.*

Ao meu filho Álvaro Dutra de Souza Francisquini e a minha enteada Flávia Dutra de Souza de Osti.

AGRADECIMENTOS

*Aos meus pais **Amarildo Francisquini e Maria de Lourdes Valeriano de Andrade Francisquini** que sempre me apoiaram nessa minha caminhada acadêmica, e não mediram esforços para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.*

*Aos meus irmãos **Amarielton Francisquini e Augusto Francisquini**.*

Á toda minha família.

*Ao meu orientador **Dr. Juliano Carlos Calonego** por todas as orientações e que contribuiu com seu inestimável conhecimento.*

*Ao professor e orientador **Dr. Carlos Sergio Tiritan**, pela amizade e contribuição científica e intelectual, sempre dedicado para compartilhar seus conhecimentos.*

Á todos os professores e funcionários da UNOESTE, pelo apoio e ensino de qualidade.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Agropecuária do Oeste Paulista - GPAGRO pelo companheirismo e os muitos momentos de alegria compartilhados.

A Agrisus, pelo apoio financeiro, no qual possibilitou a execução do trabalho.

Ao meu grande amigo **Tiago Aranda Catuchi** que foi o mentor deste trabalho e devido ao seu incentivo e ajuda que me motivou a poder conseguir concluir esse trabalho. Além desse apoio nos momentos de estudos, foi companheiro de todas as horas.

Ao amigo **Wellington Eduardo Xavier Guerra** que foi companheiro e sempre esteve á disposição para ajudar na realização do trabalho.

Aos meus estagiários Fernando Bressan, Douglas Celestino Junior, Caroline Honorato Rocha, Amanda Azevedo, Heloisa Junqueira, Cleyton Molina e Jordão que contribuíram imensamente para a execução deste trabalho.

Aos funcionários da UNOESTE que me ajudou neste trabalho.

Agradeço também a **CAPES**, pelo bolsa concedida que só por meio deste recurso foi possível a realização deste experimento

Agradeço a **Fundação Agrisus**, pelos recursos concedidos para a realização deste projeto

Agradeço a **Matsuda** pela contribuição financeira para o auxílio deste presente experimento

E também não posso deixar de agradecer ao meu Primo **Everton Cavallieri Francisquini**, que hoje já não se encontra entre nós pela ajuda na realização deste.

Ao amigo **Elton Anderson Aranda**, que também não se encontra mais entre nós por toda dedicação e empenho para com este trabalho

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

Eficiência de fertilizantes fosfatados aplicados em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça solteira e consorciada com leguminosas

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, cultivado em consórcio com leguminosas, *Macrotyloma axillare* cv. Java e feijão guandú anão (*Cajanus cajan*) à adubação fosfatada com fertilizantes de diferentes solubilidades. A instalação do experimento ocorreu em Fevereiro de 2015 e foi conduzido por um período de três anos (2015 a 2017), na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3 em parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro sistemas de forragem (SF): mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) solteira com ausência da adubação nitrogenada de cobertura; mombaça solteira com adubação nitrogenada de cobertura (250 kg ha⁻¹ de N por ano); mombaça consorciado com *Macrotyloma axillare* cv. Java e mombaça consorciado com feijão guandú anão (*Cajanus cajan*). As subparcelas foram compostas de ausência de adubação fosfatada; aplicação de adubação fosfatada com fonte solúvel (superfosfato triplo); aplicação de adubação fosfatada com fonte natural reativa (fosfato natural Bayóvar) com 100 kg P₂O₅. Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados através do teste Tukey (p <0,05). O bayóvar e o super fosfato triplo no sistema de forragem mombaça + adubação nitrogenada proporcionaram as maiores produtividades de forragem em relação aos demais SF. O fertilizante bayóvar acabou produzindo mais do que o SFT mesmo não apresentando diferença significativa nos SF, fato este que pode ser explicado pela liberação gradativa da fonte natural. No acumulado do primeiro ano os SF M+N quando adubado com bayóvar e SFT e M+G independente da fonte de P utilizada apresentaram diferença significativa entre os demais tratamentos. Estes SF extraíram aproximadamente 700 kg ha⁻¹ de N por ano, assim mostrando que sistemas intensivos de produção necessitam de uma alta quantidade de adubação nitrogenada, visto que estas plantas extraem uma grande de nutrientes para converter em MMS. Os teores de proteína bruta foram superiores em todas as épocas do ano nos consórcios de gramíneas e leguminosas proporcionando uma melhor qualidade desta sistema de forragem. A adubação fosfatada independente da fonte de fósforo é indispensável para a produção de pastagem e a adubação nitrogenada mineral é superior quando combinada com adubação fosfatada. Os consórcios mombaça com *Macrotyloma axillare* cv. Java e mombaça com feijão guandú anão (*Cajanus cajan*) proporcionaram melhor qualidade bromatológica da forragem.

Palavras-chave: *Macrotyloma axillare*, Adubação fosfatada, *Cajanus cajan* consorciação.

ABSTRACT

Efficiency of phosphate fertilizers applied in single pasture of *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça and intercropped with legumes

The objective of this study was to evaluate the response of *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa, cultivated in a consortium with legumes, to phosphate fertilization with fertilizers of different solubilities. The experiment was set up in February 2015 and was conducted for a period of three years (2015 to 2017), at the Experimental Farm of Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, in Presidente Bernardes-SP. The experimental design was in randomized blocks, in a 4x3 factorial scheme in subdivided plot, with four replications. The plots consisted of four forage systems (SF): single mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) with absence of nitrogenous cover fertilization; single mombaça with nitrogen fertilization coverage (250 kg ha⁻¹ of N per year); mombaça intercropped with *Macrotyloma axillare* cv. Java and Mombasa consorted with dwarf pigeon bean (*Cajanus cajan*). The subplots were composed of absence of phosphate fertilization; application of phosphate fertilization with soluble source (triple superphosphate); application of phosphate fertilization with natural reactive source (Bayóvar natural phosphate). The data were submitted to analysis of variance and the mean values were compared using the Tukey test ($p < 0.05$). The bayóvar and the SFT in SF M + N provided the highest forage yields in relation to the other SF. The bayóvar fertilizer ended up producing more than the SFT even though it did not present a significant difference in SF, a fact that can be explained by the gradual release of the natural source. In the accumulated of the first year the SF M + N when fertilized with bayóvar and SFT and M + G independent of the source of P used presented significant difference among the other treatments. These SFs extracted approximately 700 kg ha⁻¹ of N per year, thus showing that intensive production systems require a high amount of nitrogen fertilization, since these plants extract a large amount of nutrients to convert to MMS. The crude protein content was higher at all times of the year in the grass and legume consortia, providing a better quality of this forage system. Based on the results of the present experiment it was possible to conclude that phosphate fertilization independent of the source of phosphorus is indispensable for the production of pasture and the mineral nitrogen fertilization is superior when combined with phosphate fertilization. The mombaça intercropped with *Macrotyloma axillare* cv. Java and mombaça with dwarf pigeon peas (*Cajanus cajan*) provided better bromatological quality.

Keywords: *Macrotyloma axillare*, Phosphate fertilization, *Cajanus cajan* e consortium.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	Acumulado de chuva (mm) e média de temperatura (°C) mensal nos anos de 2015,2016 e 2017.....	24
FIGURA 2-	Disposição dos tratamentos na área experimental.....	25
FIGURA 3-	Massa da matéria seca de forragem de mombaça solteira ou consorciada com as leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no período da seca (a,d), das águas (b,e), do acumulado anual (c,f) do primeiro (a,b,c) e segundo (d,e,f) do experimento. Presidente Bernardes-SP, anos agrícolas de 2015 a 2017.....	33
FIGURA 4-	Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acumulo de macronutrientes, na seca do 1º ano.....	36
FIGURA 5-	Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, nas águas do 1º ano.....	38
FIGURA 6-	Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragem (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, no acumulado do 1º ano.....	42
FIGURA 7-	Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, nas águas do 2º ano.....	46
FIGURA 8-	Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, no acumulado do 2º ano.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-	Características químicas do solo da área experimental nas profundidades 0-0,20 e 0,20-0,40 m, determinadas em dezembro de 2014.....	26
TABELA 2-	Massa matéria seca de forragem de <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça + massa da matéria seca de leguminosas <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, nos 1º e 2º ano, nas épocas de seca, água e acumulado.....	29
TABELA 3-	Massa matéria seca de forragem de <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça solteira e do consórcio com as leguminosas <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú (<i>C.cajan</i>) em razão do sistema de Forragens (SF) e da fonte de P, nas épocas de seca e das águas do primeiro e segundo ano do experimento e no total de cada ano.	34
TABELA 4-	Acúmulo de macronutrientes do <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça + <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no acumulado do 1º ano.....	37
TABELA 5-	Acúmulo de macronutrientes do <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça + <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no acumulado do 1º ano.....	39
TABELA 6-	Acúmulo de macronutrientes do <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça + <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, na época seca do 2º ano.....	43
TABELA 7-	Acúmulo de macronutrientes do <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça + <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, na época das águas do segundo ano.....	44
TABELA 8-	Acúmulo de macronutrientes do <i>Megathyrsus maximus</i> cv.	

	Mombaça + <i>M.axillare</i> cv. Java e Feijão guandú <i>C.cajan</i> (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no acumulado do 2º ano.....	47
TABELA 9-	Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Seca 1º Ano) ano agrícola 2015.....	51
TABELA 10-	Desdobramento da interação significativa entre sistema de forragem e fontes de P, para porcentagens de proteína bruta (PB). Presidente Bernardes-SP.....	52
TABELA 11-	Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Água 1º ano) ano agrícola 2015/2016.....	53
TABELA 12-	Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Seca 2º ano) ano agrícola 2016.....	54
TABELA 13-	Desdobramento da interação significativa entre sistema de forragem e fontes de P, para porcentagens de proteína bruta (PB). Presidente Bernardes-SP.....	55
TABELA 14-	Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P (Águas 2º ano) 2016/2017.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Característica do local	24
4.2	Tratamentos e delineamento experimental	25
4.3	Instalação do experimento	26
4.4	Avaliações	27
4.4.1	Produtividade de massa de matéria seca	27
4.4.2	Acúmulo de macronutrientes	27
4.4.3	Bromatologia	28
4.5	Análise dos dados	28
5	RESULTADOS	29
5.1	Produtividade de massa de matéria seca	29
5.2	Acúmulo de macronutrientes	34
5.3	Bromatologia	51
6	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne no Brasil atualmente engloba um rebanho de 198,7 milhões de cabeça sendo produzidas em geral sobre pastagem de gramíneas forrageiras, estas pastagens ocupam cerca de 156 milhões de hectares, sendo a principal fonte alimentar dos bovinos, compostas preferencialmente por forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (braquiárias), e *Megathyrsus maximus* (ANUALPEC, 2016).

Considerando que no manejo de pastagem, a aplicação do P na base, ou seja, mais próximo da zona de crescimento radicular é possível apenas na implantação da forrageira, a adubação fosfatada em área total antecedendo a implantação da forrageira, através de fonte solúvel como o superfosfato triplo (SFT), juntamente com fontes de fósforo (P) naturais reativos de liberação gradativa, pode manter o nível de fertilidade do solo sobre este nutriente por vários ciclos anuais, conseqüentemente repercutindo em estabilidade produtiva das pastagens, possibilitando a manutenção do nível deste nutriente via cobertura, baseado na exportação anual do mesmo.

Segundo Freire et al (2005), a aplicação de fosfatos reativos têm sido uma boa alternativa para diminuir a fixação de fósforo nos solos e a deficiência na planta, e a escolha dessas fontes geralmente baseia-se na melhor relação custo/benefício da adubação, onde os fosfatos reativos apresentam custos reduzidos e vêm sendo amplamente estudados.

O consórcio de pastagem com leguminosas forrageiras pode ser uma estratégia de aumentar a eficiência na disponibilização de P para as gramíneas, através da acidificação gradual da rizosfera, promovida pela leguminosa que libera H^+ , em razão da absorção de NH_4^+ , o que pode aumentar solubilização do P da fonte natural reativa e a absorção do mesmo pela forrageira. Além de que a leguminosa pode promover o suprimento de N à pastagem através da fixação simbiótica de repercutindo em aumento na produção anual de pastagem e na qualidade bromatológica da forragem.

Nesse sentido, as hipóteses do trabalho são: que as leguminosas em consórcio com a gramínea possa aumentar a eficiência da adubação fosfatada; o fosfato natural reativo disponibilizará fósforo para as plantas gradativamente em um período de curto e médio prazo; as leguminosas possam substituir a adubação nitrogenada de cobertura em pastagem.

2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta da produção de massa da matéria seca, acúmulo de nutrientes e qualidade bromatológica de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, cultivado em consórcio com leguminosas, à adubação fosfatada com fertilizantes de diferentes solubilidades.

3 REVISÃO LITERATURA

A preocupação dos governos e consumidores em relação ao consumo de alimentos saudáveis e sustentável está crescendo (SARTO et al., 2003). Neste contexto, destacam-se os benefícios de consumir produtos animais criados em pastagem (NUERNBERG et al., 2005). Segundo Ferraz e Felício (2010), a pecuária brasileira apresenta maior parte de seu rebanho criado em pasto, sistema este de criação mais econômico e prático de produzir e oferecer alimentos para os bovinos. Em função dessa característica, o Brasil tem um dos menores custos de produção de carne bovina do mundo (CARVALHO et al., 2009; FERRAZ e FELÍCIO, 2010), além de apresentar aspectos positivos no que se refere ao bem estar animal (QUINTILIANO e PARANHOS da COSTA, 2008).

Estima-se que áreas cobertas com pastagens no país ultrapassam 150 milhões de hectares e apenas uma pequena parte tem recebido algum tipo de fertilização, sendo que a formação dessas pastagens quase sempre é feita em solos de baixa fertilidade (MACIEL et al., 2007).

As predominâncias na produção de forragem no país são de cultivares que possuem porte alto e elevado potencial produtivo como a *Urochloa brizantha* e o *Megathyrus maximus* Jacq. que é produzido em uma vasta área do país (JANK et al., 2010). O capim mombaça (*Megathyrus maximus* Jacq.) é considerado uma das forrageiras tropicais mais produtivas à disposição dos pecuaristas. De maneira geral, os cultivares de *Megathyrus maximus* apresentam alta resposta à adubação com fósforo (GHERI et al., 2000). Em pastagens, em situações de baixa fertilidade, a produção é reduzida, caracterizando a exigência do capim mombaça em fertilidade do solo (SILVA, 1995).

Segundo Oliveira et al. (2012), a adubação fosfatada na implantação dos capins *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Megathyrus maximus* cv. Mombaça estimula o perfilhamento e proporciona incrementos na produtividade de forragem.

Embora existam propriedades com tecnologia e manejo adequado das pastagens, mais de 60% encontra-se em processo de degradação e/ou degradadas (CECATO et al., 2014). Essa situação tem se caracterizado principalmente por redução na capacidade de suporte das pastagens, devido a baixa disponibilidade de forragem, que ao mesmo tempo em que diminui a cobertura do solo, aumenta a

ocorrência de plantas daninhas, refletindo diretamente nos baixos ganhos de peso vivo de animal por hectare (SOARES FILHO et al., 2014).

Os motivos para isto englobam vários fatores, como a cultivar inadequada para a condição de cultivo, não respeitando a exigência edafoclimática; manejo da pastagem deficitário sem atentar principalmente a altura de pastejo, carga animal e o período ideal de descanso adequado. Dentre estes fatores, o manejo de fertilidade do solo, sem correção da acidez do solo e adubação de manutenção, é um dos pontos mais importantes, quando deficitário resulta em degradação das pastagens (CECATO et al., 2014).

De acordo com Soares Filho et al. (2014) para se manter uma pastagem produzindo adequadamente, é necessário não somente escolher a carga animal correta, mas manter a fertilidade do solo de modo que a pastagem não diminua sua produção de um ano para outro.

Resultados obtidos por Euclides et al. (2008) demonstra que a produtividade animal em pastos de capim mombaça foi maior que a obtida em pastos de capim massai, mas para manter a maior produtividade animal, a adubação fosfatada de manutenção deve ser o suficiente para manter os teores de P no solo, pelo extrator de Mehlich⁻¹, acima de 4 mg dm³.

Diante da importância que as pastagens desempenham para a maioria dos modelos de produção praticados, é fundamental que seu uso esteja condicionado a práticas sustentáveis de manejo, que garantam a manutenção da produtividade ao longo dos anos sem comprometer os componentes principais do ecossistema. Dentre as alternativas de manejo disponíveis para pastagens de gramíneas tropicais, além da utilização de adubações de manutenção e do ajuste das taxas de lotação, a associação com leguminosas representa uma alternativa promissora, principalmente por representar uma tecnologia que reduz o consumo de insumos, que possui alto custo energético para sua obtenção (NERES et al., 2012).

Entre os diversos nutrientes exigidos para a adequada nutrição das forrageiras tropicais, o fósforo merece destaque especial, uma vez que junto com o nitrogênio são os nutrientes que promovem os maiores incrementos na produtividade das culturas exploradas economicamente em solos tropicais (PAULINO; DETMANN; VALADARES FILHO, 2006).

Dentre os macronutrientes primários necessários para o desenvolvimento das plantas, o fósforo é o elemento que possui dinâmica mais

complexa no solo. Nos solos tropicais, em geral, há altos teores de óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) decorrentes do elevado intemperismo que, em consonância com baixos valores de pH, resulta em baixa disponibilidade de P (HINSINGER, 2001; NOVAIS et al., 2007). Nessas condições, o aproveitamento dos fertilizantes fosfatados é prejudicado, sendo estimado em cerca de 10% de perdas para a maioria das culturas (RAIJ, 2004).

Além das propriedades do solo, a eficiência da adubação fosfatada varia em função do fertilizante, manejo e espécie cultivada (NOVAIS e SMYTH, 1999; RAIJ, 2004). Os fosfatos solúveis, a exemplo do superfosfato triplo (SFT), promovem disponibilidade de P às plantas, nos primeiros ciclos de cultivo após a aplicação, por serem fontes que liberam íons fosfato a solução do solo de forma imediata em relação aos fosfatos naturais (RAMOS et al., 2009). Entretanto fosfatos naturais, a exemplo, do bayóvar apresenta eficiência agronômica crescente, após o segundo ano de aplicação do fertilizante, comprovando suas características de disponibilização gradual de P no solo (CAIANO et al., 2013), podendo ao longo de diversos anos de cultivo, ter efeitos similar aos do fosfatos solúveis (RESENDE et al., 2006).

Em trabalho realizado por Silva et al. (2012) utilizando doses de fosfato natural reativo bayóvar, promoveu alterações significativas nas características morfológicas e produtivas na *U. brizantha* cv. Marandú no primeiro corte, proporcionando maiores produções no segundo corte. O capim-marandu respondeu linearmente as doses de fósforo que proporcionam as maiores alturas. Resultado este que corrobora com Foloni et al. (2008), onde o P disponível no solo foi elevado de maneira expressiva com a aplicação do fosfato natural, apresentando ajustes lineares de acordo com o aumento das doses de fosforita Alvorada em praticamente todas as condições de cultivo.

De acordo com Maciel et al. (2007), a resposta da *Urochloa* às fontes de P foi dependente do tipo de solo, em razão de suas características mineralógicas, sendo a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) maior no neossolo quartzarênico (NQ), e o maior acúmulo de P ao final dos cortes na *Urochloa* no Latossolo vermelho distroférico (LVdf). A utilização de fontes de P de maior solubilidade promoveu maior produção de MSPA para ambos os solos. Os teores de N encontrados na *Urochloa* foram elevados quando se utilizaram fontes menos solúveis como o fosfato Araxá (FA) e o fosfato reativo de Arad (FR). O crescimento

assim, como as produções de massa seca foram limitadas pela falta de fósforo no estabelecimento da planta.

Outro fator relevante para aumento da eficiência na adubação fosfatada é a espécie cultivada, pois as plantas podem apresentar vários mecanismos que facilitam a aquisição do fósforo do solo, como a acidificação da rizosfera por meio da liberação de prótons (ZENG et al., 2012), exsudação de ácidos orgânicos, (HINSINGER et al., 2001), e secreção de fosfatases (NAHAS, 2002), além de alterações morfológicas, envolvendo um maior crescimento e modificação da arquitetura do sistema radicular, expansão da superfície das raízes pela intensificação do desenvolvimento de pelos radiculares e alterações moleculares no aumento da expressão de transportadores de P inorgânico (VANCE et al., 2003; WISSUWA, 2005).

Resultados obtidos por Bezerra et al. (2015) mostra que maiores teores de P remanescente nas áreas cultivadas (0,0-0,10 m) podem ser decorrentes da liberação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, devido à utilização da rotação de culturas, tendo-se maior diversidade vegetal nas áreas que eram constituídas por gramíneas e leguminosas quando comparadas com a área de Cerrado, o que culmina em diferentes aportes de massa seca. A introdução de leguminosa nos sistemas agropecuários promove acidificação da rizosfera, assim, solubiliza o fósforo que está indisponível para as plantas. Santos et al. (2002) compararam diferentes sistemas de produção e verificaram que os sistemas que eram constituídos por leguminosas perenes obtiveram um maior acúmulo da matéria orgânica na camada superficial que também é uma fonte de fornecimento de P para a solução do solo.

O estudo de Flores et al. (2014) mostrou que o andropógon mesmo sendo caracterizado como capim de baixa exigência em fertilidade respondeu ao aumento da adubação fosfatada, principalmente com o uso de fontes mais solúveis de P no plantio. A partir do segundo ano, com a introdução de *Stylosantes guianensis* verificou-se efeito da leguminosa na eficiência de aproveitamento do residual da adubação do primeiro ano. Contudo, a leguminosa não influenciou a produção de matéria seca decorrente das fontes de P empregadas para o capim andropógon. O *Stylosantes guianensis* proporcionou maior eficiência do fosfato natural (Arad) no segundo ano em relação ao MAP, possivelmente pelos exsudatos radiculares excretado pela leguminosa.

A adubação é uma ferramenta imprescindível para a boa produtividade animal, entretanto, os ganhos no segundo ano de implantação da consorciação comprovam efeito da leguminosa na fixação de nitrogênio, pois a produtividade por área e animal foi semelhante nas pastagens em consórcio sem adubação e com 100 kg de nitrogênio. Apesar da superioridade dos ganhos nas pastagens com 200 kg de nitrogênio ha^{-1} . Este nível de fertilização pode não ser economicamente viável, em virtude dos altos custos da adubação nitrogenada. O ganho médio diário nas pastagens consorciadas é equivalente a 0,46 kg/dia durante o ano, considerado adequado, pois esse desempenho permite abate de animais com menos de 24 meses, exclusivamente em pastagens (PARIS et al., 2009).

O nitrogênio é o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo essencial na formação das proteínas, cloroplastos e outros compostos que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos constituintes da estrutura vegetal (COSTA et al., 2006).

Em trabalho realizado por Patês et al. (2008) a prática da adubação nitrogenada e fosfatada em pastagem, melhora a composição química do capim *Megathyrus maximus* cv. Tanzânia, aumentando positivamente o seu valor nutritivo. De acordo com Patês et al. (2007) a adubação nitrogenada contribui positivamente para o aumento e desenvolvimento das taxas de aparecimento e alongamento foliares e da taxa de alongamento do colmo, como também para o número de perfilhos, número total de folhas e comprimento final da folha do capim Tanzânia, principalmente quando combinada com a adubação fosfatada, porém a adubação fosfatada isoladamente, não afeta a morfogênese do capim Tanzânia.

Similar ao P, o N é um macronutrientes que possui o manejo difícil, por apresentar grande dinâmica no sistema solo-planta (SANTOS et al, 2003). Embora parte das exigências das plantas forrageiras por N possa ser suprida pela absorção direta de formas orgânicas de N, como aminoácidos e moléculas de ureia, a quase totalidade dessas exigências é atendida pela absorção de formas minerais de N, as mais comuns utilizadas em pastagens são a ureia (44 a 46% N), o sulfato de amônio (20 a 21% N) e o nitrato de amônio (32 a 33% N) (COSTA et al., 2006).

A adubação nitrogenada de cobertura pode não ser tão eficiente quanto a fixação biológica de N, feita por microrganismos que habitam nas raízes das leguminosas, resultado este obtido no trabalho conduzido por Pinheiro et al. (2015). Neste trabalho, os pastos consorciados com estilosantes ou adubados com

75 e 150 kg/ha⁻¹ de nitrogênio apresentam respostas semelhantes para as características estruturais do pasto, e também para o acúmulo da forragem, além de que, no consórcio com estilósantes ocorreu a mesma porcentagem de material morto (MM) que nos pastos adubados com 150 e 225 kg/ha⁻¹ de N, demonstrando assim, que o processo gradativo de liberação de N pelo consórcio propiciou maior estabilidade ao pasto, reduzindo o sombreamento e, conseqüentemente as perdas de folhas por senescência e morte de forma semelhante aos adubados com maior quantidade de nitrogênio. Fato esse que não aconteceu quando as plantas foram adubadas com 75 kg/ha⁻¹ de N, onde houve maior % de MM.

A principal expectativa no uso de leguminosas em pastagens é a melhoria da produção animal e a redução dos custos de produção, quando comparados a gramíneas submetidas exclusivamente à adubação com nitrogênio mineral (LOPES et al., 2012).

A intensificação de sistemas de produção em regime de pastagens deverá ser pautada pelo uso eficiente dos recursos naturais e financeiros, buscando minimizar riscos de perdas econômicas e compromissos ambientais. Desta maneira, a utilização de leguminosas vem ao encontro dessas premissas que levam a sustentabilidade, devido à capacidade de tamponamento exercida pela leguminosa e à manutenção de um valor nutritivo mais elevado na forragem e na dieta animal, o que assegura maior ganho por cabeça (BARCELLOS et al., 2008).

O consórcio com a leguminosa feijão guandú é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção. No estudo de Neres et al. (2012), em relação a composição bromatológica e a produção de forragem, a substituição do N pelo consórcio com feijão guandú mostrou-se uma alternativa promissora, pois reduziu custos com insumos (adubação nitrogenada) em pastagens de *U. brizantha* cv. Piatã e Tifton 85.

No trabalho de Paciullo et al. (2003), o *S. guianensis* contribuiu no aumento da massa de forragem e constituiu importante fonte de forragem nas pastagens de *Urochloa* consorciadas, principalmente na época seca do ano. Além disso, melhorou o valor nutritivo da forragem disponível na pastagem consorciada, por causa de seus maiores teores de proteína bruta (PB) e mais alta degradabilidade da matéria seca.

Por sua vez, Andrade et al. (2003) após a implantação do consórcio *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão com gramíneas do gênero *Urochloa*, o

considerou inviável devido às características da leguminosa. No entanto, destacou que os resultados do consórcio da leguminosa com *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça foram promissores, mas ressaltou que sua utilização deve se restringir a áreas com solos de maior fertilidade, natural ou corrigida, de preferência sob lotação rotacionada.

Segundo (IZ_APTA, 2008) o *Macrotyloma axillare* (Guatá, Macrotiloma ou Java) é uma planta herbácea, perene, trepadora e volúvel, oriunda da África tropical, possui excelente estabelecimento e persistente sob pastejo, rápido desenvolvimento vegetativo, ótima rebrota, principalmente depois de geadas, boa consorciação com capins de hábitos entouceirados, bom valor nutritivo e boa produção e disseminação natural por sementes, além de alto rendimento de forragem nos trópicos, com alta tolerância à seca.

A Java é extremamente vigorosa e agressiva, produz flores e sementes durante todo o ano concentrando seu florescimento em junho. Produz cerca de cinco a nove toneladas de matéria seca por hectare por ano, com 18 a 23% de PB na MS. Apresenta também grande facilidade de nodulação com bactérias nativas dos solos do Brasil. Indicada para consorciação com gramíneas forrageiras tropicais (PAIVA et al, 2008).

Segundo Azevedo et al. (2007) a cultura do feijão guandú (*Cajanus cajan*) possui um enorme potencial para exercer múltiplas funções nos sistemas de produção agrícola, além de gerar produtos de elevado valor biológico para melhoria do meio ambiente em geral. Por seu valor nutritivo pode ser amplamente usado na alimentação humana, como também na alimentação animal. Necessita ser melhor explorada em locais onde seu uso ainda é limitado.

O estudo de Bonamigo (1999) investigou por quatro anos o feijão guandú na produção de forragem nas estações verão e inverno. No verão, houve uma produção de 11 t/ha⁻¹ de matéria seca, com fixação simbiótica de 505 kg/ha⁻¹ de N, já no inverno, a produção de forragem foi de 5 t/ha⁻¹ de matéria seca, sendo equivalente cerca de 144 kg/ha⁻¹ de N. O feijão guandú quando utilizado em pastagens consorciadas, determina um aumento no crescimento e na palatabilidade das gramíneas, devido, principalmente, ao fornecimento contínuo e efetivo de nitrogênio para estas, o que têm demonstrado um aumento no teor de proteína.

A utilização do consórcio entre leguminosas e gramíneas é uma realidade, que, conforme apresentado, pode promover bons resultados.

Leguminosas forrageiras podem ser usadas como alternativa na melhoria de pastagens cultivadas nas regiões tropicais. Ressalta-se, entretanto, a necessidade de condução de mais trabalhos avaliando a persistência das leguminosas nas pastagens em consorciação com as gramíneas, pois a compreensão deste mecanismo é um dos pontos mais importantes à manutenção do sistema de produção (CARVALHO e PIRES, 2008).

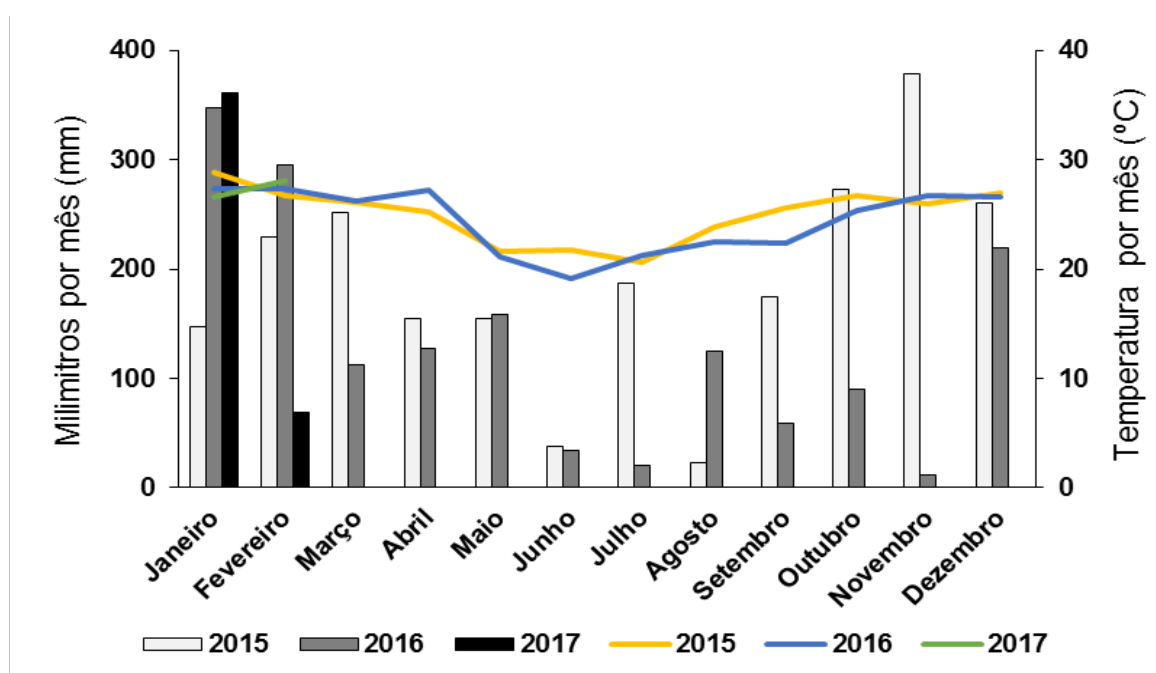
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Características do local

A instalação do experimento ocorreu em fevereiro de 2015 e foi conduzido por um período de três anos (2015 a 2017), na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006), com relevo suave ondulado e teor de argila de 160 g ha^{-1} na camada de 0-20 cm.

A localização da área experimental está definida pelas coordenadas geográficas: $22^{\circ} 07' 32''$ Latitude Sul e $51^{\circ} 23' 20''$ Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 385 metros. O clima da região de Presidente Prudente-SP, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com temperaturas médias anuais em torno de 25°C e regime pluvial caracterizado por dois períodos distintos, um chuvoso de outubro a março e outro de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. Durante a condução do experimento foram coletados os dados referentes ao acumulo de chuva e temperatura média mensal (Figura 1).

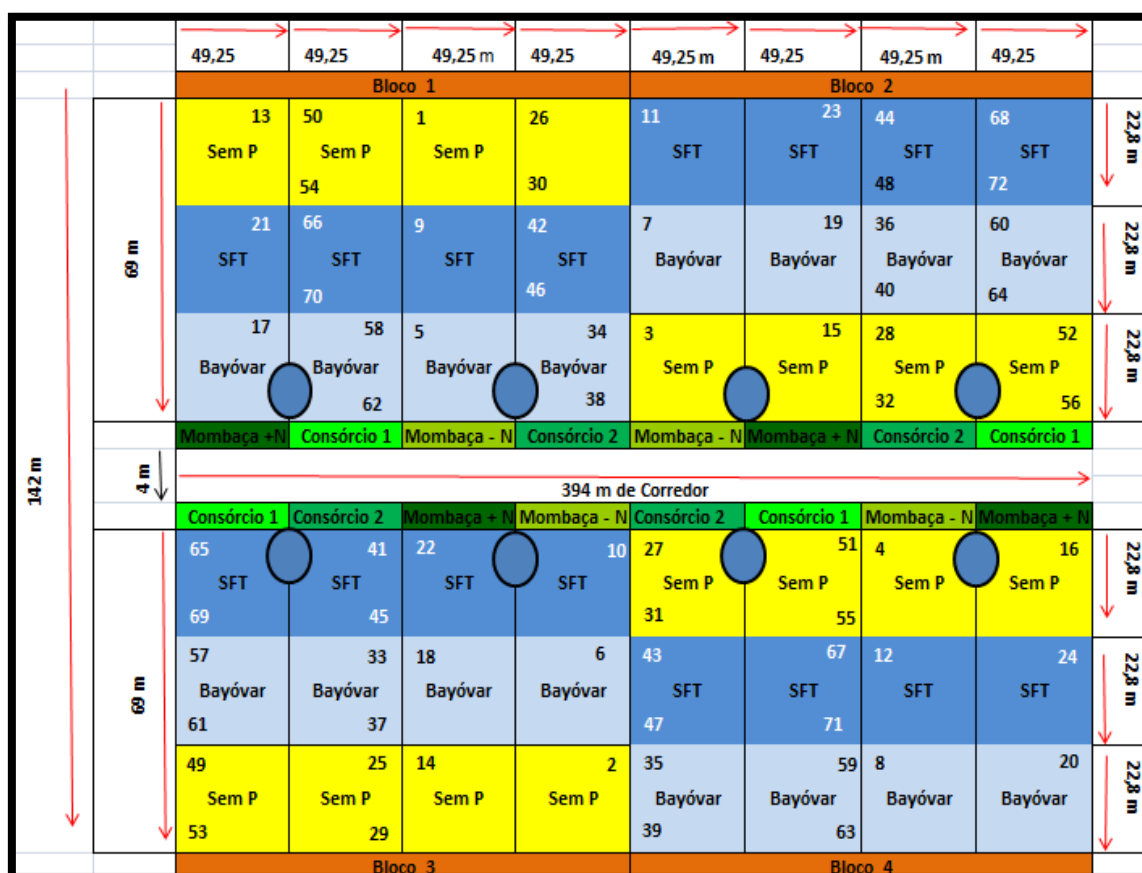
FIGURA 1. Acumulado de chuva (mm) e média de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) mensal nos anos de 2015,2016 e 2017



4.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro sistemas de forragem: mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) solteira com ausência da adubação nitrogenada de cobertura; mombaça solteira com adubação nitrogenada de cobertura (250 kg ha⁻¹ de N por ano); mombaça consorciado com *Macrotyloma axillare* cv. Java; e mombaça consorciado com feijão guandú anão (*Cajanus cajan*). As subparcelas foram compostas de ausência de adubação fosfatada; aplicação de adubação fosfatada com fonte solúvel (superfosfato triplo); aplicação de adubação fosfata com fonte natural reativa (fosfato natural Bayóvar). Cada parcela teve uma área de 3415 m², já as subparcelas possuem 1138m².

FIGURA 2. Disposição dos tratamentos na área experimental.



4.3 Instalação do Experimento

Em outubro de 2014 foi realizada a caracterização química do solo da área (Tabela 1), para tanto foram coletadas amostras de solo de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. As amostras foram secas ao ar e analisadas quanto às seguintes características: pH (CaCl_2), matéria orgânica, bases trocáveis, alumínio e hidrogênio extraíveis e fósforo disponível, e foram calculadas a capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V%), conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001). As correções de acidez do solo e de adubação fosfatada foram recomendadas de acordo com a necessidade da área experimental, sendo aplicadas 2 t ha^{-1} de calcário dolomítico para elevar a saturação de base do solo para 70%, e 1 t ha^{-1} de gesso agrícola para o fornecimento de enxofre. A calagem e a gessagem foram feitas em dezembro de 2014, incorporadas com grade pesada na profundidade de 0,40 m.

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental nas profundidades 0-0,20 e 0,20-0,40 m, determinadas em dezembro de 2014.

Profundidade	pH (CaCl_2)	M.O.	P_{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	CTC	V
(m)		(g dm^{-3})	(mg dm^{-3})	———— (mmol _c dm^{-3}) ————					%
0-0,20	5	18	3,1	21,8	0,8	10	7	40	46
0,20-0,40	5	15	2,8	21,8	0,7	10	6	39	44

A aplicação do fósforo foi a lanço com a distribuidora de fertilizante modelo Vincon regulada para a dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, sendo três combinações de fósforo, ausência de fósforo, fósforo solúveis (SFT 48% P_2O_5) e fósforo natural reativo (bayóvar 29% P_2O_5), aplicados 30 dias antes da semeadura e incorporados com grade niveladora após a distribuição dos fertilizantes. A adubação nitrogenada na dose de 250 kg ha^{-1} ano, foi parcelada em cinco aplicações (outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) utilizando o fertilizante ureia (45% N) sendo realizada as adubações sempre após uma chuva.

No primeiro ano (2015) no período de chuva (10/11/2015) realizou-se uma adubação potássica na dose de 100 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando a fonte de fertilizante cloreto de potássio (KCL).

A semeadura do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça foi realizada com distribuidora de sementes modelo Show (marca Matsuda) regulada para 6 kg ha⁻¹ de sementes com VC 80%. As leguminosas (feijão guandú e java) foram semeadas com a semeadora Case IH, no espaçamento entre linhas de 0,90 m, regulada para distribuir 15 e 3 kg ha⁻¹ de feijão guandú e java, respectivamente.

Cada parcela compõe um piquete de pastejo com 3750 m² separados com três fios de arame liso, sendo dois energizados, com fornecimento de água no reservatório e cochos plásticos para sal mineral. Foram utilizadas vacas nelore, com o peso médio de 650 kg cada, com o intuito de uniformizarem a forrageira até que ela atinja em média 30 cm.

4.4 Avaliações

4.4.1 Produtividade Massa da Matéria Seca

Por ocasião da entrada dos animais nas parcelas, foram coletadas três subamostras de cada subparcela com o auxílio de um quadro de 1 m² compondo uma única amostra. A altura estimada para a coleta da parte aérea da forrageira foi o material acima de 30 cm do solo, esse material será levado para o laboratório onde terá a massa verde determinada o peso. Em seguida o material foi picado com tesoura em fragmentos de 3 a 5 cm, uniformizado em bacias e após a uniformização foram retiradas duas alíquotas.

4.4.2 Acúmulo de macronutrientes

Uma da alíquota de massa da matéria seca de forragem foi lavada para retirada das impurezas minerais e seca em estufa a 65 °C por 72 horas e pesada em balança de precisão (para determinação da quantidade de massa de matéria seca produzida), moídas em moinho tipo Wiley e passada em peneira de 1 mm. e encaminhado para análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S (MALAVOLTA et al., 1997). Com os resultados de massa de matéria seca produzida e dos teores

desses nutrientes, foi possível calcular a quantidade desses nutrientes acumulados na parte da forragem.

4.4.3 Bromatologia

A outra alíquota massa da matéria seca da forragem foi seca em estufa a 105°C por 72 horas (sem ser lavada previamente) moída em moinho tipo Wiley e passada em peneira de 1 mm e posteriormente analisados para determinação dos teores matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), segundo métodos descritos por Silva e Queiroz (2002). Nos consórcios foi realizada a proporção de gramínea e leguminosa em todos parâmetros (PB, NDT, FDN e FDA), para determinação do incremento da leguminosa para os sistema de forragem.

4.5 Análise dos Dados

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e os valores médios comparados através do teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADOS

5.1 Produtividade Massa da Matéria Seca

A produção de massa de matéria seca de forragem disponível acima de 0,30m (TABELA 2) apresentou interação significativa entre sistema de forragem (SF) e fontes de P nos dois anos de experimento.

TABELA 2. Massa matéria seca de forragem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça solteira e do consórcio com as leguminosas *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú (*C.cajan*) em razão do sistema de Forragens (SF) e da fonte de P, nas épocas de seca e das águas do primeiro e segundo ano do experimento e no total de cada ano.

Tratamentos	Produção (kg ha ⁻¹)					
	1º ano			2º ano		
	Seca	Águas	Acumulado	Seca	Águas	Acumulado
SF						
M-N	7071	19554	26625	3594	13211	16805
M+N	7071	26545	33616	5643	17502	23145
M+J	7285	14220	21505	4932	11426	16358
M+G	9644	12964	22608	2274	7028	9301
Fontes de P						
-P	6343	13973	20316	3257	9729	12986
Bayóvar	7750	18405	26155	4061	14330	18391
SFT	9210	22584	31794	5014	12816	17830
SF	*	**	**	*	**	*
Fontes de P	*	**	*	*	**	*
SF x Fontes P	**	**	**	**	**	**
CV_{parcela} (%)	12,98	14,54	10,39	8,37	5,47	5,10
CV_{subparcela} (%)	9,15	6,21	4,98	11,59	5,40	5,21

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; - P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No desdobramento da interação na época da seca do 1º ano (FIGURA 3a), a adubação com a fonte superfosfato triplo (SFT) promoveu maiores produtividades de massa da matéria seca (MMS) independente do sistema de forragem (SF). Benicio et al. (2011) trabalharam com produção de *Megathyrus*

maximus consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo e observaram que as fontes de fósforo de solubilização rápida liberam fósforo para as culturas nos primeiros meses após aplicação, já os fosfatos naturais reativo liberaram fósforo de maneira gradual, sendo melhor aproveitado pelas plantas por um período mais longo.

A consorciação de mombaça com feijão guandú (M+G) foi o sistema de forragem que diferiu dos demais sistemas pela maior massa de forragem independente da fonte de P (FIGURA 3a), evidenciando a eficiência da leguminosa na acúmulo de fósforo para convertê-lo em biomassa. Carvalho et al. (2008), em estudo com leguminosas tropicais em consórcio com pastagem, observaram que as leguminosas em geral têm habito de crescimento diferente das gramíneas e inicialmente obteve uma maior formação de massa da matéria seca. Paciullo et al. (2003) utilizando o *S. guianensis* observaram que houve um aumento da massa de forragem e constitui importante fonte de forragem nas pastagens de *Urochloa* consorciadas, principalmente na época seca do ano, e também melhorou o valor nutritivo da forragem disponível na pastagem consorciada, por causa de seus maiores teores de PB e mais alta degradabilidade da matéria seca.

No primeiro ano, considerando a época das águas (FIGURA 3b) e acumulado (FIGURA 3c), houve interação significativa na produtividade de (MMS) entre o sistema de forragem M+N e SFT. Essa interação na época das águas resultou em 18.927 kg ha⁻¹ ou 51.9% a mais de MMS, quando comparada com M+N – P, e 23.100 kg ha⁻¹ ou 50,7% a mais de MMS, no acumulado das duas épocas, comprovando que a adubação nitrogenada quando realizada sem ou com pouca presença de P no solo não é tão eficiente quanto ao P disponível prontamente. Cecato et al (2011) e Passo et al. (1997), avaliaram a produção de massa de matéria seca do capim-marandu, utilizando cinco fontes de P de diferentes solubilidades em água e três tipos de correções, observaram que a maior produção foi obtida com a fonte de fósforo prontamente solúvel e, portanto disponível para as plantas.

Segundo Foloni et al. (2008), estudando aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo constataram que depois do nitrogênio, o fósforo é o nutriente que mais limita a produção de forragem, quando ausente, e afirma que as fontes à base de superfosfatos apresentam solubilidade relativamente elevada em água, razão pela qual deve obter alta eficiência agrônômica a curto prazo. No experimento realizado por De Faria et al. (2015), quando o capim mombaça recebeu adubação

fosfatada na base, obtiveram desempenho superior à testemunha (sem adubação fosfatada), entretanto menor do que o tratamento que recebeu adubação de cobertura (adubação nitrogenada) em conjunto.

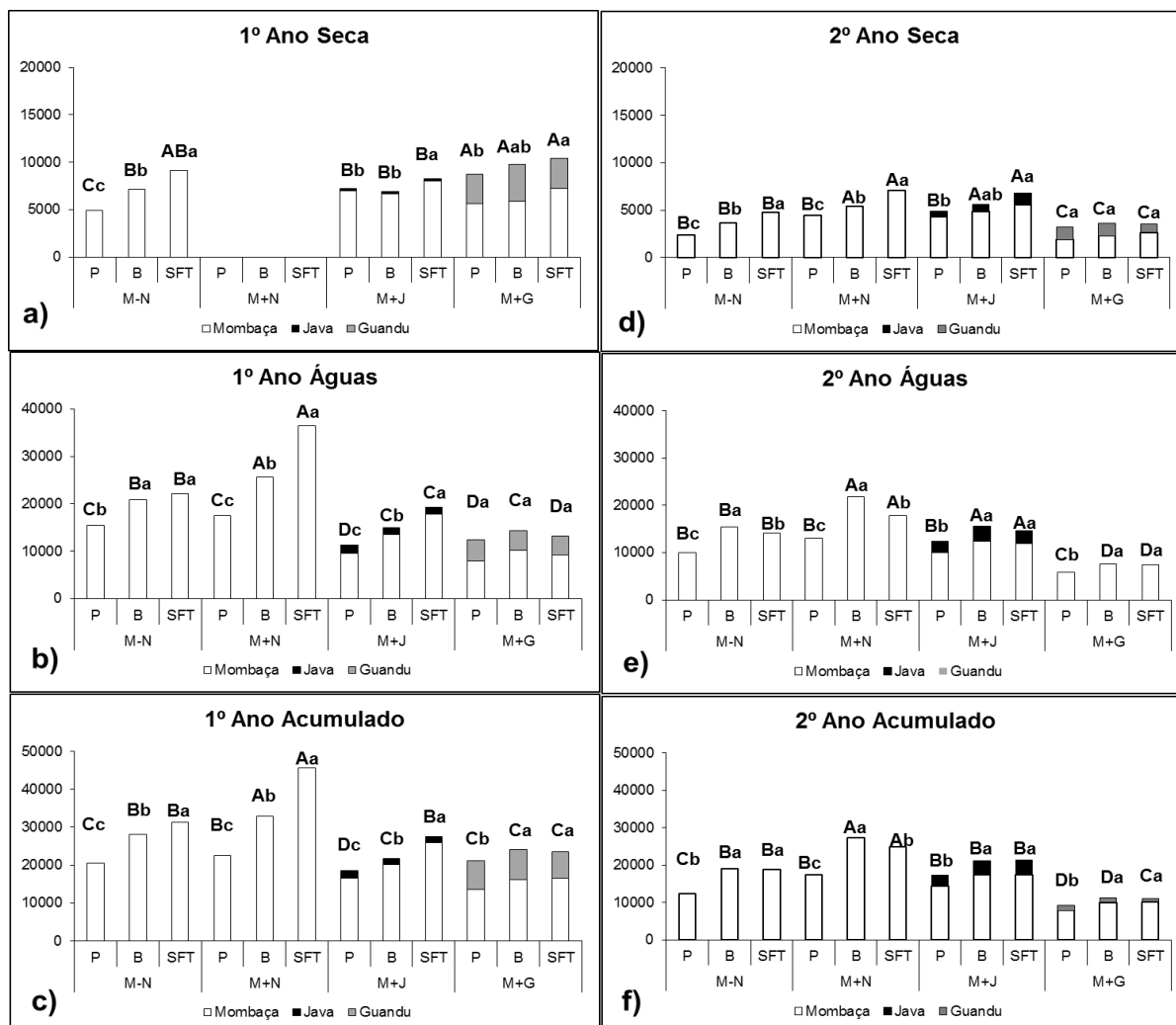
Na seca do 2º ano (FIGURA 3d) houve uma produtividade de 37,49% a mais de MMS no sistema de forragem M+N combinada com adubação fosfatada prontamente disponível (STF) quando comparada ao M+N sem P. O mesmo ocorreu ao sistema de forragem M+J, que apresentou maior produtividade de massa de matéria seca na associação SFT (22,97% a mais) quando comparado ao sem P. Já nas águas do 2º ano (FIGURA 3e), o sistema de forragem M+N em associação ao bayóvar (B) produziu 8757 kg ha⁻¹ a mais que M+N sem P, da mesma forma que, o sistema M+J+B produziu 20% a mais que o mesmo sistema de forragem sem P. Segundo Cecato et al. (2007), estudando características morfogênicas do capim mombaça adubado com fontes de fósforo, sob pastejo, observaram que o tratamento com fonte de P de rápida solubilidade aumentou a taxa de alongamento foliar em relação a fonte de lenta solubilidade. Para a fonte de fósforo com maior solubilidade houve tendência de apresentar maiores desempenhos no primeiro ano, porém o fosfato reativo apresentou-se melhor que sem a aplicação de fósforo, tendo um desempenho mediano na produção. Este resultado pode ser explicado pelo residual de N mineral e também pela fixação biológica da *M.axillare* cv. Java, assim proporcionando melhores produtividades.

No acumulado do segundo ano (FIGURA 3f), o bayóvar e o SFT no SF M+N obtiveram as maiores produtividades em relação aos demais SF. O fertilizante bayóvar produziu 35,96% mais do que o SFT, mesmo não apresentando diferença significativa nos SF, fato este que pode ser explicado pela liberação gradativa da fonte natural. De acordo com Ramos et al. (2009) os fosfatos solúveis, a exemplo do superfosfato triplo, promovem disponibilidade de P às plantas, nos primeiros ciclos de cultivo após a aplicação, por serem fontes que liberam íons fosfato a solução do solo de forma imediata em relação aos fosfatos naturais. Entretanto, fosfatos naturais como o bayóvar apresentam eficiência agrônômica crescente após o segundo ano de aplicação do fertilizante, comprovando suas características de disponibilização gradual de P no solo (CAIANO et al., 2013), podendo ao longo de diversos anos de cultivo, ter efeitos similar aos do fosfatos solúveis (RESENDE et al., 2006).

Com base nos resultados apresentados na Figura 3c e 3e, houve uma redução de 45% na produção de massa de matéria seca no sistema de forragem

M+N com SFT, em comparação do 1º e 2º ano; e uma redução de 17% na produção de massa de matéria seca no M+N com Bayover. Essa diminuição pode ser explicada por alguns fatores como a redução de plantas por m², pelo déficit hídrico do 2º ano em comparação com o 1º (FIGURA 1) e devido às fontes de P serem de solubilidades distintas, o que acarreta em uma maior produção de massa de matéria seca no primeiro ano e uma queda drástica no segundo, provavelmente em função do esgotamento de P no solo, principalmente no tratamento com SFT, que se No caso do bayóvar, como a disponibilização de P é mais gradativa, a queda de produção de matéria seca do primeiro para o segundo ano foi menor.

FIGURA 3. Produtividade massa da matéria seca de forragem de mombaça solteira ou consorciada com as leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no período da seca (a,d), das águas (b,e), do acumulado anual (c,f) do primeiro (a,b,c) e segundo (d,e,f) do experimento. Presidente Bernardes-SP, anos agrícolas de 2015 a 2017.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M – N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

5.2 Acúmulo de macronutrientes

Na acúmulo de macronutrientes na época seca no 1º ano (TABELA 3), houve interação significativa para fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S), cujo desdobramento está apresentado na FIGURA 4. As maiores extrações de nitrogênio (N), potássio (K) e cálcio (Ca) ocorreram no sistema de forragem M+G (338,1 kg ha⁻¹; 224,6 kg ha⁻¹; 86,3 kg ha⁻¹, respectivamente), bem como, quando comparados entre as fontes de P, a maior acumulo de N (277,4 kg ha⁻¹) foi com o SFT. Para os macronutrientes K e Ca, não houve diferença significativa entre as fontes de P.

TABELA 3. Acúmulo de macronutrientes na massa de matéria seca total de forragem do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça solteiro ou consorciado com *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú (*C.cajan*) em razão do sistema de forragem (SF) e das fontes de P, na época seca do 1º ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	192,3b	13,8	161,6c	41,9c	48,5	11,7
M+N	192,3b	13,8	161,6c	41,9c	48,5	11,7
M+J	202,8b	13,6	181,4b	53,0b	51,8	11,0
M+G	338,1a	20,7	224,6a	86,3a	55,0	15,1
Fontes de P						
-P	192,4c	12,3	172,5a	53,4a	42,2	10,8
Bayóvar	224,3b	14,8	196,3a	58,4a	50,1	12,1
SFT	277,4a	19,3	177,5a	55,2a	60,4	14,2
SF	*	-	*	*	-	-
Fontes de P	*	-	*	*	-	-
SF x Fontes de P	ns	**	ns	ns	**	**
CV_{parcela} (%)	15,0	11,9	8,0	15,6	11,3	11,4
CV_{subparcela} (%)	14,9	9,9	19,7	24,4	15,1	9,9

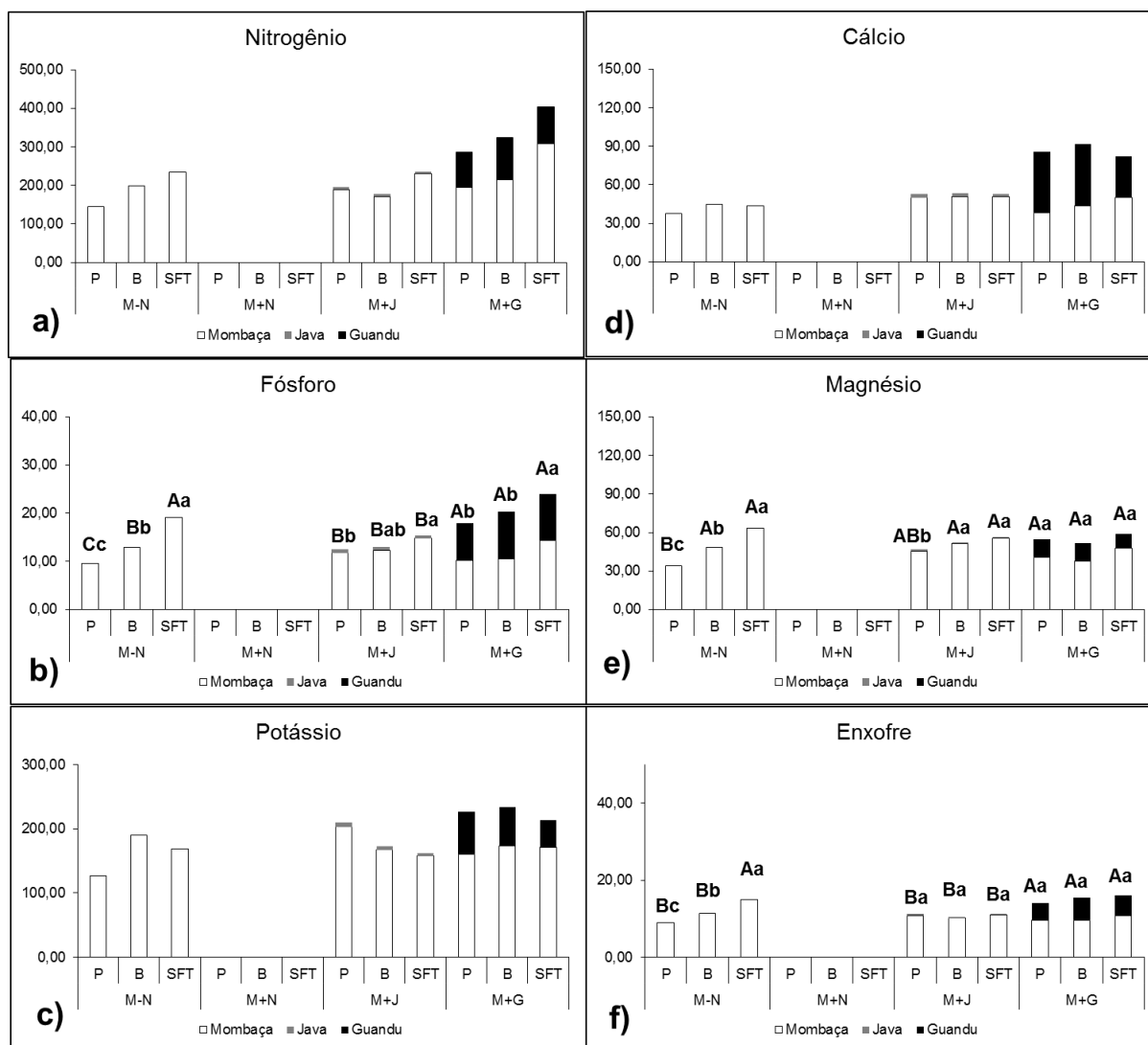
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No desdobramento da interação entre SF e fontes de P na época da seca do primeiro ano, houve maior acumulo de P (FIGURA 4b) no sistema de

fornagem M-N combinado com SFT ($19,07 \text{ kg ha}^{-1}$) quando comparado ao mesmo sistema de forragem com bayóvar ($12,95 \text{ kg ha}^{-1}$) e sem a combinação de P ($9,52 \text{ kg ha}^{-1}$), resultando em 32% e 50% a mais de acúmulo. O sistema de forragem M+G também apresentou maior acúmulo quando combinado com SFT, sendo a mombaça responsável por $14,39 \text{ kg ha}^{-1}$ de P + $9,59 \text{ kg ha}^{-1}$ de guandú, o que representou 25,18% a mais que a combinação M+G-P e 15,05% que a combinação M+G+B. Esses resultados corroboram os obtidos por Moreira et al., (2013), comprando que quando há presença da leguminosa no sistema ocorre aumento da concentração de fósforo das gramíneas.

A acúmulo de Mg (FIGURA 4e) foi inferior no sistema de forragem M-N sem a combinação de fonte de P quando comparado aos outros tratamentos. Enquanto, ao S (FIGURA 4f) as maiores extrações ocorreram no sistema de forragem M+G, independente da fonte de P aplicada, não havendo diferença estatística da combinação entre o sistema M-N e SFT.

FIGURA 4. Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P no acúmulo de macronutrientes, na seca do 1º ano.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M – N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

A acúmulo de macronutriente no período das águas do primeiro ano (TABELA 4) apresentou interação significativa entre SF e fontes de P para todos os macronutrientes pesquisados.

TABELA 4. Acúmulo de macronutrientes do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú *C.cajan* (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, na época das águas do 1º ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	274,5	32,2	392,6	92,9	102,3	18,5
M+N	397,5	53,5	687,7	146,0	170,5	30,0
M+J	248,3	24,0	312,4	72,1	73,4	13,3
M+G	296,6	21,8	279,4	76,1	56,8	12,4
Fontes de P						
-P	247,7	23,2	304,3	73,7	72,6	15,0
Bayóvar	321,6	30,6	424,7	104,6	97,0	18,9
SFT	343,4	44,9	525,1	112,0	132,7	21,8
SF	*	*	*	*	*	*
Fontes de P	*	*	*	*	*	*
SF x Fontes de P	**	**	**	**	**	**
CV_{parcela} (%)	15,3	14,5	14,9	28,1	18,9	16,1
CV_{subparcela} (%)	13,0	11,4	16,5	18,9	10,5	11,6

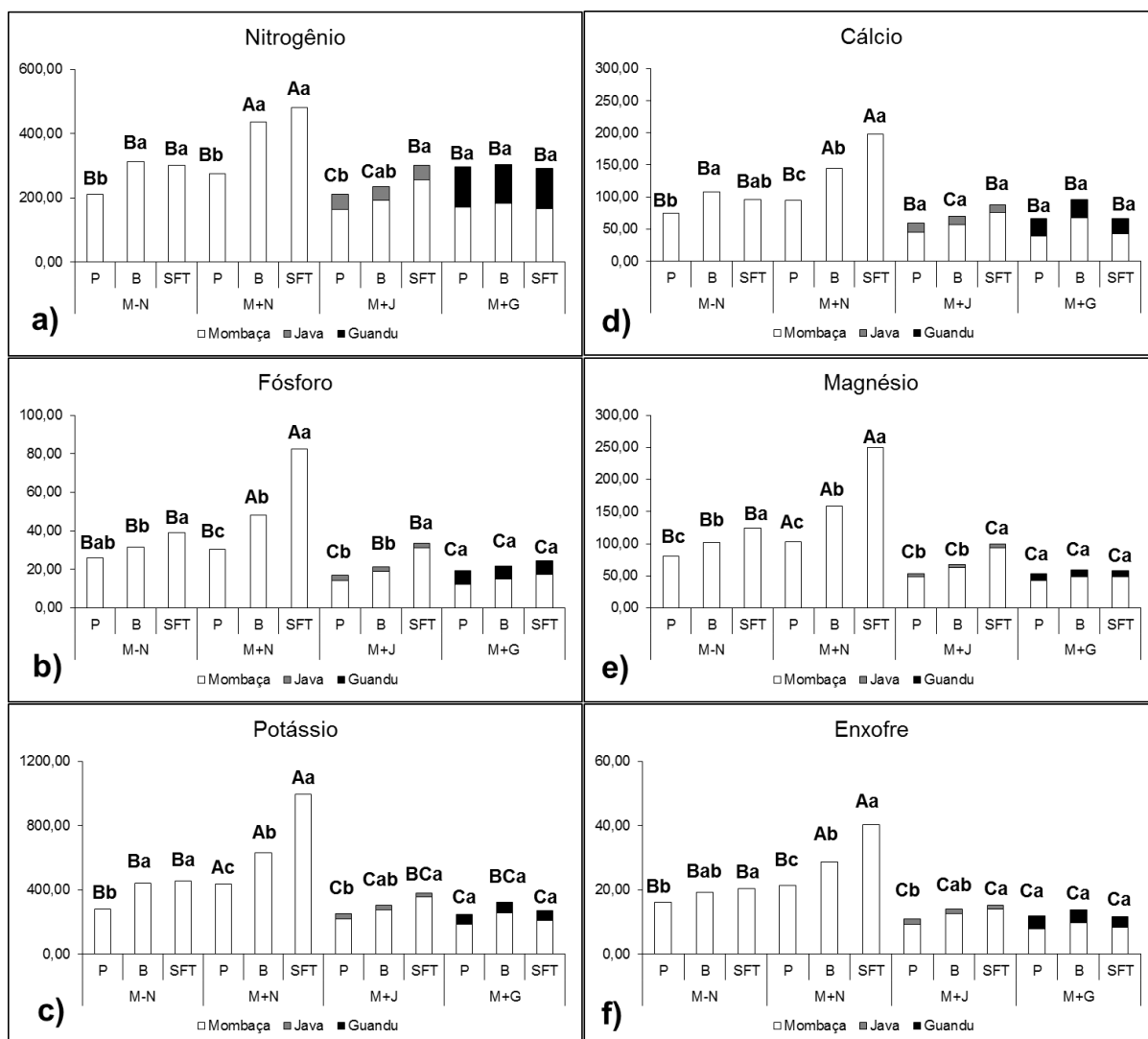
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Houve maior acúmulo dos macronutrientes no sistema de forragem M+N quando combinado com qualquer fonte de P, sendo ela prontamente disponível (SFT) ou gradativa (bayóvar) (FIGURA 5). Estes resultados se devem pela maior quantidade de MMS produzida nesses SF, onde o N e o P tiveram papel fundamental na produção de biomassa do capim mombaça. No período das águas (outubro a março), os valores de N extraído pelo SF M+N adubado com bayóvar e SFT foi de 435 e 481 kg ha⁻¹, respectivamente. Segundo Oliveira et al. (2012) os capins *Brachiaria brizatha* cv. Piatã e *Megathyrus maximus* cv. Mombaça possuem potenciais semelhantes para a produção de forragem e acúmulo de fósforo na matéria seca.

De maneira geral, os consórcios M+J e M+G não apresentaram diferença significativa entre as fontes de P, sendo semelhantes os valores extraídos, mesmo na ausência da adubação fosfatada (FIGURA 5). Lima e Favarin (2010), em experimento com feijão guandú, verificaram o grande potencial de produção de

forragem e o alto valor nutritivo da cultura, que segundo os autores, trata-se de uma planta pouco exigente em fertilidade, desenvolvendo-se bem tanto em solos arenosos como argiloso.

FIGURA 5. Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, nas águas do 1º ano.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M – N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

Como na época das águas, no acumulado do primeiro ano (TABELA 5) houve interação significativa para todos os macronutrientes, esses resultados indicam que os SF e as fontes de P tem alta correlação entre elas.

TABELA 5- Acúmulo de macronutrientes do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú *C.cajan* (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no acumulado do 1º ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	466,8	46,1	554,2	134,8	150,8	30,3
M+N	589,8	67,4	848,5	187,4	218,8	41,8
M+J	451,1	37,6	493,8	125,1	125,2	24,4
M+G	634,8	42,6	504,0	162,4	111,9	27,6
Fontes de P						
-P	440,2	35,6	476,8	127,1	114,9	25,9
Bayóvar	545,9	45,4	621,0	163,1	147,1	31,1
SFT	620,8	64,3	702,6	167,2	193,1	36,1
SF	*	*	*	*	*	*
Fontes de P	*	*	*	*	*	*
SF x Fontes de P	**	**	**	**	**	**
CV_{parcela} (%)	10,8	11,1	9,7	17,2	12,8	9,8
CV_{subparcela} (%)	10,0	7,7	14,1	16,5	9,2	7,1

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No acumulado N do primeiro ano (FIGURA 6a) os sistemas de forragem M+N quando adubado com bayóvar (633,4 kg ha⁻¹) e com SFT (716,2 kg ha⁻¹) e M+G sem associação de P (mombaça extraíndo 364,7 kg ha⁻¹ + guandú extraíndo 216,5 kg ha⁻¹); M+G com bayóvar (mombaça extraíndo 396,9 kg ha⁻¹ + guandú extraíndo 230,3 kg ha⁻¹) e M+G com SFT (mombaça extraíndo 474,7 kg ha⁻¹ + guandú extraíndo 220,9 kg ha⁻¹) apresentaram resultados de acúmulo de N maiores com diferença significativa entre os demais tratamentos, dessa forma, mostrando que sistemas intensivos de produção necessitam de uma alta quantidade de adubação nitrogenada, visto que estas plantas extraem uma grande de nutrientes

para converter em MMS. De acordo com Magalhães et al., (2011) avaliando a concentração dos nutrientes do capim braquiária cv. Marandu adubado com nitrogênio e fósforo, notaram que o teor de nitrogênio na planta também aumentou com o aumento das doses de nitrogênio.

Houve maior acúmulo de P (FIGURA 6b) no sistema de forragem M+N com a fonte SFT ($101,3 \text{ kg ha}^{-1}$) diferindo dos demais SF, confirmando que o N e P são elementos fundamentais para a produção de forragem. Os resultados obtidos neste estudo foram maiores que os encontrados por Oliveira et al., (2012) avaliando a acumulo de fósforo nos capins Piatã e Mombaça adubados com fontes naturais reativas e solúveis, onde encontrou $24,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P. Segundo Santos et al., (2002), o P desempenha papel importante no crescimento do sistema radicular, este que quando bem desenvolvido pode explorar melhor o perfil do solo, atingindo grandes profundidades, assim aumentando a eficiência de absorção de nutrientes perdidos por lixiviação.

Para o K (FIGURA 6c) apenas o sistema de forragem M+N apresentou diferença estatística dos demais sistemas, quando utilizado as fontes SFT e bayóvar. A maior acúmulo de K foi observada no sistema M+N quando aplicado SFT ($1163,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e de acordo com Cantarella et al. (2002) esses valores altos não levam em consideração o K não trocável nem o contido nas camadas sub superficiais do solo. Segundo Raij e Quaggio, (1984) e citado por Cantarella, et al. (2002) as gramíneas podem também absorver K da fração não trocável do solo. Como exemplo, neste estudo o teor inicial de K trocável no solo era de $0,8 \text{ mmolc/dm}^3$, este valor, quando extrapolado, representa cerca de $62,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de K.

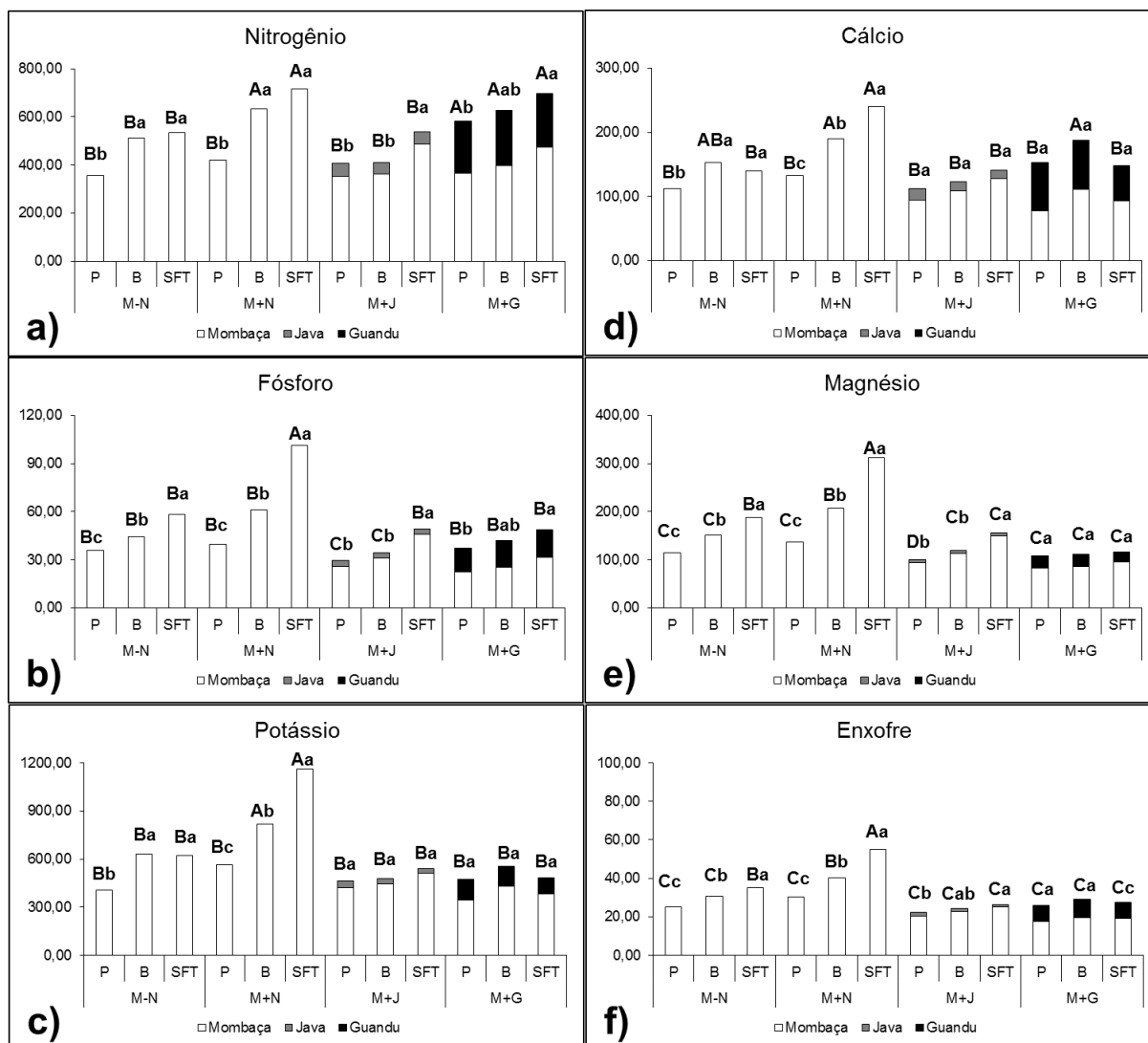
Adicionalmente, os autores Raij e Quaggio (1984) ressaltam que em áreas com manejo de adubação intensivo e altas produções de matéria seca, é importante levar em consideração a acumulo de nutrientes e a produtividade esperada, de modo semelhante ao que ocorre com o N, o K trocável presente no solo pode ser facilmente esgotado devido à grande acumulo do nutriente. A ordem de acúmulo $K > N$ observada no verão, também foi observada por Costa et al., (2009) avaliando anos e fontes de nitrogênio em Capim Marandu, o autor afirma que apesar da grande exigência do capim marandu com relação a adubação nitrogenada, a acúmulo de potássio foi superior a de nitrogênio.

A acumulo de Ca (FIGURA 6d) apresentou resultados semelhantes aos demais macronutrientes, onde o sistema de forragem M+N combinado com SFT

(240,5 kg ha⁻¹) e o sistema M+G com bayóvar (mombaça extraído 110,5 kg ha⁻¹ + guandú extraído 76,6 kg ha⁻¹) diferiram dos demais sistemas de forragem. O tratamento M+N+SFT foi o que proporcionou maior acúmulo de Ca, devido à alta produção de massa de matéria seca, sendo o Ca um elemento presente em elevadas concentrações na planta, pois é um componente essencial da parede celular das plantas. No caso do sistema que extraiu estatisticamente a mesma quantidade de Ca, M+G+B, a superioridade do acúmulo, ocorreu, pois houve uma maior quantidade de plantas de feijão guandú nesse tratamento, e essa planta é composta por uma grande quantidade de Ca.

A acúmulo de Mg (FIGURA 6e) e S (FIGURA 6f) apresentaram maiores resultados no sistema de forragem M+N combinado com SFT (312,5 kg ha⁻¹ de Mg e 55,0 kg ha⁻¹ de S). Em experimento realizado por Primavesi et al. (2006) avaliando a acumulo mineral pelo capim marandu encontrou resultados semelhantes ao destes estudo.

FIGURA 6- Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragem (SF) e fontes de P na acumulação de macronutrientes, no acumulado do 1º ano.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M – N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

Na época da seca do segundo ano (TABELA 6) não houve interação entre SF e fonte de P para nenhum acumulado macronutriente estudado, podendo ser explicado pela baixa produtividade de todos os sistemas de forragem, devido à época com baixa pluviosidade, baixa temperatura ambiente e baixa luminosidade, dados apresentados na FIGURA 1.

TABELA 6- Acúmulo de macronutrientes do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú *C.cajan* (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, na época seca do 2º ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	37,09c	5,84c	87,42b	26,55b	24,46b	2,17c
M+N	68,38a	7,50ab	143,06a	47,93a	40,26a	3,14b
M+J	60,09ab	8,63a	135,15a	44,76a	39,39a	4,03a
M+G	46,72bc	7,08bc	86,27b	33,97b	21,98c	3,26b
Fontes de P						
-P	44,88b	5,19c	94,61b	32,03b	25,10c	2,63b
Bayóvar	51,43ab	7,46b	110,49b	38,79ab	30,40b	3,21ab
SFT	62,90a	9,14a	133,83a	44,08a	39,05a	3,62a
SF	*	*	*	*	*	*
Fontes de P	*	*	*	*	*	*
SF x Fontes de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV_{parcela} (%)	21,04	15,08	16,49	18,70	5,05	18,13
CV_{subparcela} (%)	24,99	20,15	18,81	21,53	16,39	22,40

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; - P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Nos sistemas de forragem M+N e M+J, os macronutrientes N, P, K, Ca e Mg obtiveram as maiores acumulo de nutrientes, diferindo dos demais sistemas, pois o M+N teve o residual da adubação nitrogenada da época das águas e o M+J tinha grande quantidade da leguminosa Java assim proporcionando maior quantidade de forragem e obtendo maior acumulo de nutrientes. E com relação às fontes de P utilizadas no presente experimento, o SFT diferiu do bayóvar e da ausência da adubação fosfatada, pois a disponibilidade de fósforo foi maior na fonte prontamente disponível (SFT).

Na época das águas do segundo ano (TABELA 7), houve interação de entre SF e fontes de P para os macronutrientes exceto para o S. O acúmulo de S apresentou diferença significativa para os sistemas de forragem M+N e M+J, sistemas este que extraíram mais que os demais. Com relação às fontes de P, o bayóvar promoveu maiores extrações de S quando comparado com o tratamento

com ausência de P e com SFT, sendo o tratamento sem adubação fosfatada o que apresentou menor acúmulo de S. A acúmulo de S no presente trabalho para o SF M+N foi de 14 kg ha⁻¹, superior aos obtidos por Primavesi et al. (2006), que com a produção média de MS em torno de 6,5 toneladas para a cultivar Marandu, obtiveram acúmulo de 8 kg/ha⁻¹ de S.

TABELA 7- Acúmulo de macronutrientes do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú *C.cajan* (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, na época das águas do segundo ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	126,8	25,6	216,0	49,7	60,1	10,8b
M+N	213,8	27,9	365,2	68,7	82,0	14,9a
M+J	197,8	35,4	254,0	75,5	70,0	13,8a
M+G	82,2	13,7	139,9	25,7	32,6	5,7c
Fontes de P						
-P	135,3	19,5	187,5	45,8	49,3	9,3c
Bayóvar	181,0	29,5	289,6	60,9	70,5	13,0a
SFT	149,2	27,9	254,2	58,1	63,8	11,7b
SF	*	*	*	*	*	*
Fontes de P	*	*	*	*	*	*
SF x Fontes de P	*	**	**	**	**	ns
CV_{parcela} (%)	30,2	13,3	9,2	16,1	8,5	15,2
CV_{subparcela} (%)	21,1	10,8	12,4	13,1	11,5	12,2

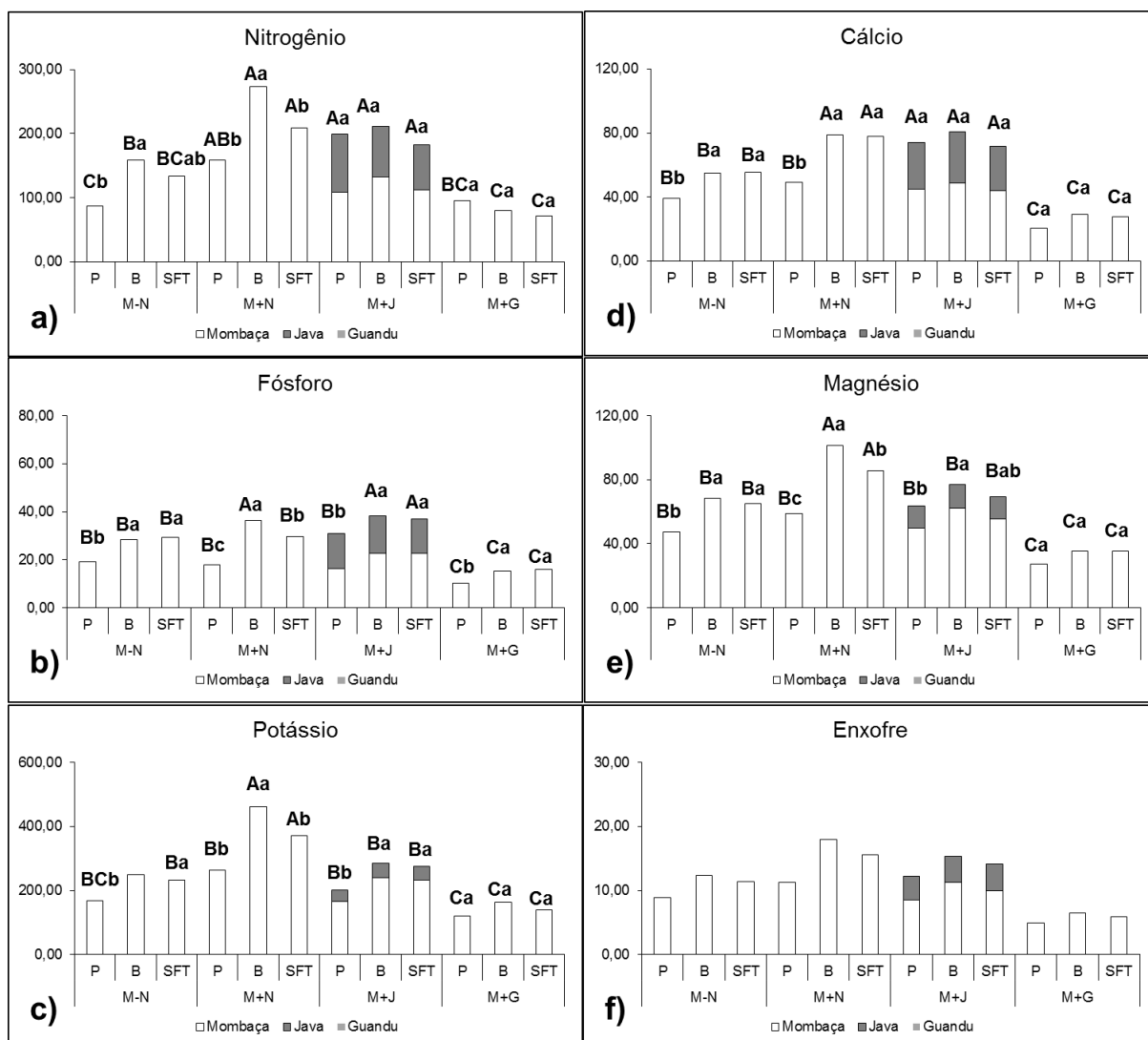
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na época das águas do segundo ano (FIGURA 7a) os sistemas de forragem M+N e M+J, independente da fonte de P utilizada, diferiram dos demais SF, extraindo aproximadamente 200 kg de N ha⁻¹. Este resultado pode ser explicado pela reposição de nitrogênio via adubação mineral de 250 kg ha⁻¹ (M+N) e possivelmente pela fixação atmosférica da leguminosa (M+J), porém não houve diferença entre as fontes de P pelo fato de que o fósforo fornecido ao solo pela adubação fosfatada no primeiro ano foi consumida pelas plantas no mesmo ano. O

P (FIGURA 7b) teve maior acúmulo no SF M+N na fonte bayóvar, juntamente com o M+J tanto na fonte bayóvar como na fonte SFT. O K (FIGURA 7c) foi mais extraído pelo sistema de forragem M+N adubado com bayóvar. O Ca (FIGURA 7d) no sistema de forragem M+N com adubação fosfata bayóvar e SFT diferiram dos demais tratamentos. O Mg (FIGURA 7e) nos sistemas de forragem M+N combinado com bayóvar e SFT e M+J com SFT diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. que em ambos o SF que diferiu dos demais foi o M+N com bayóvar e SFT, porém no Mg houve também maior acúmulo no SF M+J.

Diversos autores (OLIVEIRA et al., 2012; DIAS, PEGORARO, ALVES, 2015; CHAGAS, 2013; SOUZA, 2013) estudaram fontes de P com diferentes solubilidades na implantação da pastagens. Os benefícios da utilização de fontes solúveis, como o superfosfato triplo (SFT), já é bastante conhecido, como também sua complexidade quando aplicado ao solo. Segundo Freire et al., (2005), devido sua liberação gradativa a aplicação de fosfatos reativos têm sido uma boa alternativa para diminuir a fixação de fósforo nos solos e a deficiência na planta.

FIGURA 7. Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P na acúmulo de macronutrientes, nas águas do 2º ano.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M – N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

Houve interação significativa para todos os macronutrientes no acumulado do segundo ano (TABELA 8).

TABELA 8. Acúmulo de macronutrientes do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + *M.axillare* cv. Java e Feijão guandú *C.cajan* (MMST) em razão do sistema de Forragens (SF) e fontes de P, no acumulado do 2º ano.

Tratamentos	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SF						
M-N	163,9	31,4	303,4	76,3	84,5	13,0
M+N	282,2	35,4	508,3	116,6	122,3	18,0
M+J	257,9	44,0	389,1	120,3	109,4	17,9
M+G	128,9	20,8	226,2	59,7	54,6	9,0
Fontes de P						
-P	180,2	24,7	282,2	77,8	74,4	11,9
Bayóvar	232,4	37,0	400,1	99,7	100,9	16,2
SFT	212,1	37,0	388,0	102,2	102,9	15,3
SF	*	*	*	*	*	*
Fontes de P	*	*	*	*	*	*
SF x Fontes de P	*	**	**	**	**	*
CV_{parcela} (%)	26,1	11,7	10,9	9,9	6,0	13,3
CV_{subparcela} (%)	18,7	7,5	11,2	12,0	9,9	10,1

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; - P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O desdobramento da interação do SF e fontes de P no acumulado do segundo ano (FIGURA 8A) demonstra que as maiores extrações de N foram observadas nos sistemas de forragem: M+N em combinação com o bayóvar (343,7 kg ha⁻¹); M+N em combinação com SFT (287,7 kg ha⁻¹); M+J sem associação com P (mombaça extraíndo 153,6 kg ha⁻¹ + java extraíndo 101,6 kg ha⁻¹); e M+J em combinação com bayóvar (mombaça extraíndo 177,9 kg ha⁻¹ + java extraíndo 95,0 kg ha⁻¹). Primavesi et al., (2006) observaram que os teores de N na planta aumentam com as doses de N aplicadas, de forma linear para a fonte ureia. Magalhães et al. (2011) também observaram que o teor de N aumentou com o aumento das doses aplicadas em braquiária. Segundo os autores a adubação nitrogenada promove na planta efeito direto de crescimento de folha e colmo, o que proporciona aparecimento de perfilhos novos com folhas novas, e quanto maior a quantidade dessas folhas em relação ao colmo melhor a qualidade da forrageira, pela maior eficiência fotossintética das folhas.

O acúmulo de P (FIGURA 8b) no 2º ano foi estatisticamente maior nas combinações: M+N com fonte de P sendo bayóvar ($44,5 \text{ kg ha}^{-1}$); M+J com bayóvar (mombaça extraindo $29,8 \text{ kg ha}^{-1}$ + java extraindo $17,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e M+J com SFT (mombaça extraindo $29,9 \text{ kg ha}^{-1}$ + java extraindo $17,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Segundo Cantarella et al. (2002) a deficiência de fósforo limita muito o estabelecimento e a produtividade das pastagens, afetando negativamente a qualidade da forragem produzida, onde em sistemas intensivos de produção, a adubação fosfatada é fundamental para não limitar a resposta da planta forrageira quando são utilizados níveis elevados de nitrogênio. Oliveira et al. (2012) observaram com o passar do tempo eficiência do bayóvar aumenta, já que o fertilizante apresenta menor solubilidade, disponibilizando P de forma gradual no solo, o que é importante para o caso de pastagens. De acordo com Dias, Pegoraro, Alves, (2015) os superfosfatos apresentam solubilidade relativamente elevada em água, dando condições favoráveis para o crescimento, razão pela qual se deve obter alta eficiência agrônômica em curto prazo. Este mesmo resultado também foi observado pelos autores Costa et al. (2008); Caione et al. (2011); Oliveira et al. (2012) quando avaliaram fontes naturais e solúveis.

Com relação ao K (FIGURA 8c) o sistema de forragem M+N em combinação com as adubações bayóvar ($598,7 \text{ kg ha}^{-1}$) e SFT ($552,2 \text{ kg ha}^{-1}$) foram os que apresentaram as maiores extrações, diferenciando-se estatisticamente dos demais. O maior acúmulo no acumulado do primeiro ano de K foi observada quando se aplicou SFT no SF M+N. O potássio encontra-se predominantemente na forma iônica K^+ , uma vez que o nutriente não participa de componentes funcionais e estruturais da planta (BRAZ et al., 2004). Primavesi et al. (2006) observaram que o acúmulo dos nutrientes cresceu com o aumento da produção de forragem e houve acúmulo maior de K em relação ao N, mesmo no tratamento sem N mas que recebeu K, isto indica que assim como o capim marandu, o capim-mombaça extrai muito K do solo. Cantarella et al. (2002) recomendaram em áreas com adubação intensiva, o monitoramento dos teores de K no solo por meio da análise química, inclusive em amostras do subsolo, sendo essa uma maneira efetiva de avaliar a eficiência da adubação, onde doses insuficientes podem levar ao empobrecimento do solo e quantidades excessivas, a perdas por lixiviação.

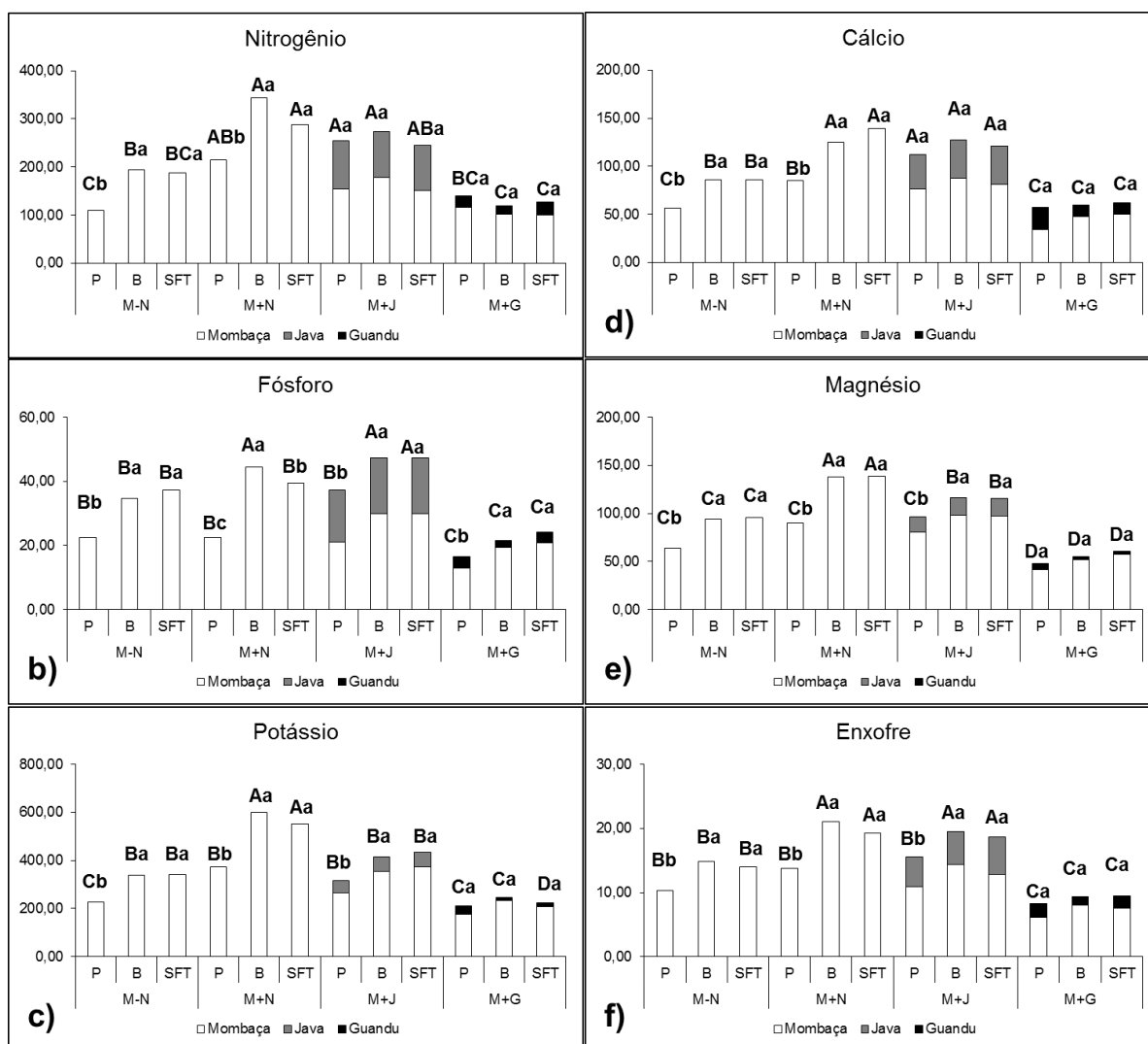
A acumulação de Ca no acumulado do 2º ano (FIGURA 8d) foi maior estatisticamente em 5 dos 12 tratamentos (SF + fontes de P), que foram: M+N com bayóvar ($125,2 \text{ kg ha}^{-1}$); M+N com SFT ($139,2 \text{ kg ha}^{-1}$); M+J sem adubação

fosfatada (mombaça extraíndo 76,4 kg ha⁻¹ + java extraíndo 35,5 kg ha⁻¹); M+J com bayóvar (mombaça extraíndo 87,6 kg ha⁻¹ + java extraíndo 40,0 kg ha⁻¹); e M+J com SFT (mombaça extraíndo 81,6 kg ha⁻¹ + java extraíndo 39,5 kg ha⁻¹). Enquanto, a acumulação de Mg (FIGURA 8e) neste mesmo período, foi maior estatisticamente apenas nos tratamentos M+N com bayóvar (138,2 kg ha⁻¹) e M+N com SFT (138,9 kg ha⁻¹). O acúmulo de Ca e de Mg pelas plantas é muito menor do que aquela para K (CANTARELLA, et al., 2002). Segundo Magalhães et al. (2011) os teores de Mg na lâmina da folha aumentaram à medida que houve acréscimo das doses de nitrogênio, resultado confirmado por Primavesi et al (2005) em que adubação de N favorece a absorção de cátions. A maior acumulação de Mg neste estudo pode estar relacionada com as características morfológicas do capim Mombaça, que segundo Bonelli et al. (2011) apresenta uma maior relação folha/colmo, pois maiores quantidades deste elemento são verificadas na folha devido sua atuação nos processos fotossintéticos, onde o magnésio é um componente da molécula de clorofila, essencial para as reações fotoquímicas e metabólicas das plantas (MAGALHÃES, et al. 2011; PEREIRA et al. 2011).

As maiores acumulações de S (FIGURA 8f) no acumulado do 2º ano foram observadas para os tratamentos: M+N com bayóvar (21,0 kg ha⁻¹); M+N com SFT (19,3 kg ha⁻¹); M+J com bayóvar (mombaça extraíndo 14,3 kg ha⁻¹ + java extraíndo 5,1 kg ha⁻¹) M+J com SFT (mombaça extraíndo 12,7 kg ha⁻¹ + java extraíndo 5,8 kg ha⁻¹). Ao final do 1º ano foi observado no M+N quando aplicado SFT, que foi de 55 kg ha⁻¹, já no acumulado do segundo ano no mesmo tratamento houve redução na acumulação de 50%, fato que pode estar correlacionado com a MMS (FIGURA 3) que teve uma acentuada redução de um ano para outro. A baixa disponibilidade de S pode ter contribuído com a redução na produção de MMS e conseqüentemente com o acúmulo do S. De modo semelhante ao que ocorre em explorações agrícolas, o emprego de S na adubação de pastagens tem sido muitas vezes negligenciado, mesmo no seu acúmulo e exportação sendo relativamente pequena. Entretanto, o S é constituinte de alguns aminoácidos, onde sua presença é necessária para o bom aproveitamento do N pelas plantas e, conseqüentemente, para garantir as altas respostas a esse elemento (MAGALHÃES et al., 2011). Mattos e Monteiro (2003) avaliando a produção e nutrição da espécie braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre concluíram que com o incremento no fornecimento de nitrogênio

há também necessidade de suprir enxofre para maximizar as respostas da braquiária.

FIGURA 8. Desdobramento da interação de forragem de mombaça solteira ou consorciada com leguminosas Java e Feijão guandú em função do sistema de forragens (SF) e fontes de P no acúmulo de macronutrientes, no acumulado do 2º ano.



Médias seguidas de letras distintas (maiúscula no SF e minúscula na Fonte de P) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sistemas de forragem Mombaça sem adubação nitrogenada (M - N), Mombaça com adubação nitrogenada (M+N), Mombaça consorciada com java (M+J) e mombaça consorciada com feijão guandú (M +G). Ausência da adubação fosfatada (-P), aplicação de bayóvar (B) e aplicação de superfosfato triplo (SFT).

5.2 Bromatologia

Na época seca do primeiro ano, houve interação significativa para o parâmetro de proteína bruta (PB) (TABELA 9), cujo desdobramento está representado na TABELA 10.

No parâmetro de nutrientes digestíveis totais (NDT), o sistema de forragem M+G (64,33%) diferiu significativamente dos demais sistemas. Para os teores de fibra em detergente neutro (FDN), os tratamentos em consórcios M+G (66,62%) e M+J (68,30%) diferiu estatisticamente dos sistemas de forragem solteiros M-N (70,54%) e M+N (70,85%). Nas análises de porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) não houve diferença significativa entre os tratamentos (TABELA 9).

TABELA 9. Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira *Megathyrus maximus* cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Seca 1º Ano) ano agrícola 2015.

Tratamentos	Porcentagem (%)			
	PB	NDT	FDN	FDA
SF				
M-N	16,8	53,9b	70,5b	44,8a
M+N	16,8	53,9b	70,8b	44,8a
M+J	16,0	54,5b	68,3a	40,4a
M+G	20,7	64,3a	66,6a	39,3a
Fontes de P				
-P	17,6	55,8a	68,1a	40,8b
Bayóvar	17,3	55,8a	69,0a	41,1ab
SFT	17,8	58,4a	70,0a	45,1a
SF	*	*	*	ns
Fontes de P	ns	ns	ns	*
Interação SF x P	*	ns	ns	ns
CV_{parcela} (%)	11,0	11,5	2,1	15,7
CV_{subparcela} (%)	8,0	10,3	2,7	10,7

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O desdobramento da interação do SF e fontes de P na época da seca do primeiro ano (TABELA 10), demonstra que o sistema de forragem M+G independente da fonte de P é o que possui o maior teor de PB. Esse fato se deve pela maior proporção de feijão guandu anão em relação a mombaça, sendo o feijão guandu anão uma leguminosa que tem maior concentração de PB na sua composição em relação a uma gramínea. Este resultado corrobora com Neres et al. (2012), em relação a composição bromatológica e a produção de forragem, a substituição do N pelo consórcio com feijão guandú mostrou-se uma alternativa promissora, pois reduziu custos com insumos (adubação nitrogenada).

TABELA 10. Desdobramento da interação significativa entre sistema de forragem e fontes de P, para porcentagens de proteína bruta (PB). Presidente Bernardes-SP.

Fontes de P	PB (%)			
	M -N	M +N	M + J	M+G
-P	17,7Aba	17,7Aba	15,8Ba	19,4Ab
Bayóvar	16,9Ba	16,9Ba	15,0Ba	20,2Aab
SFT	15,9Ba	15,9Ba	17,0Ba	22,5Aa

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na linha entre sistema de forragem e minúscula na coluna entre fontes de P, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: Megathyrus maximus cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: Megathyrus maximus cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: Megathyrus maximus cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: Megathyrus maximus cv. Mombaça + feijão guandú; - P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo.

Na época das águas do primeiro ano, não houve interação significativa para nenhum parâmetro avaliado (TABELA 11). A PB e NDT na época das águas do primeiro ano, os consócios M+J (11,52% e 68,35%, respectivamente) e M+G (12,67% e 70,92%, respectivamente) apresentaram maior concentração ($p < 0.05$) em relação aos sistemas solteiros M-N (8,23% de PB e 56,85% de NDT) e M+N (9,84% de PB e 56,15% de NDT). Para a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), o sistema de forragem M+G (49,12%) diferiu ($p < 0.05$) dos demais tratamentos. (TABELA 11).

Quando comparadas as fontes de P, a fonte SFT apresentou maior porcentagem de FDA (45,63%) quando comparada ($p < 0.05$) à ausência de P

(42,21%) (TABELA 11), devido ao maior desenvolvimento da planta em função da adubação fosfatada. De acordo com Fioreli et al. 2018 a leguminosa tem o maior teor de FDA quando consorciado à cv. tifton 85. Há um declínio da qualidade nutricional com o avanço das estações do ano, devido ao aumento dos teores fibrosos e à diminuição do conteúdo proteico. A avaliação da simulação de pastejo evidenciou que, quando consorciado com as gramíneas, o amendoim forrageiro promove redução dos componentes fibrosos do dossel e propicia maiores teores de PB em pastagem de gramíneas em final de ciclo produtivo.

TABELA 11. Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira *Megathyrus maximus* cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Água 1º ano) ano agrícola 2015/2016.

Tratamentos	Porcentagem (%)			
	PB	NDT	FDN	FDA
SF				
M-N	8,2b	56,8b	69,9a	41,1b
M+N	9,8ab	56,1b	69,8a	41,8b
M+J	11,5a	68,3a	68,7a	44,1b
M+G	12,6a	70,9a	69,6a	49,1a
Fontes de P				
-P	11,5a	62,6a	69,3a	42,2b
Bayóvar	10,3a	62,9a	69,9a	44,3ab
SFT	9,7a	63,6a	69,3a	45,6a
SF	*	*	ns	*
Fontes de P	ns	ns	ns	*
Interação SF x P	ns	ns	ns	ns
CV_{parcela} (%)	24,2	7,6	1,6	7,9
CV_{subparcela} (%)	27,6	4,0	1,9	5,5

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Houve interação significativa para o parâmetro de proteína bruta (PB) na época da seca do segundo ano (TABELA 12). O parâmetro de nutrientes digestíveis totais (NDT), para o sistema de forragem M+G (73,95%) apresentou

maior porcentagem, sendo diferente estatisticamente, quando comparado aos demais sistemas, M+J (61,33%), M+N (59,40%) e M-N (55,38%). Para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não houve diferença significativa entre os sistemas de forragem (TABELA 12).

Com relação às fontes de P, não foi observado diferença significativa entre os parâmetros bromatológicos avaliados (TABELA 12).

TABELA 12. Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira *Megathyrus maximus* cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Seca 2º ano) ano agrícola 2016.

Tratamentos	Porcentagem (%)			
	PB	NDT	FDN	FDA
SF				
M-N	7,9	55,3b	67,6a	43,0a
M+N	9,0	59,4b	69,4a	43,9a
M+J	10,3	61,3b	69,7a	42,9a
M+G	14,3	73,9a	66,7a	42,8a
Fontes de P				
-P	9,5	60,4a	67,2a	41,5a
Bayóvar	9,8	59,8a	68,5a	40,2a
SFT	11,0	64,1a	69,4a	47,0a
SF	*	*	ns	ns
Fontes de P	*	ns	ns	ns
Interação SF x P	*	ns	ns	ns
CV_{parcela} (%)	16,0	13,3	4,0	17,7
CV_{subparcela} (%)	10,5	11,0	4,0	16,3

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O desdobramento da interação do SF e fontes de P na época da seca do segundo ano (TABELA 13), demonstra que na comparação entre os sistemas de forragem na ausência de P, a associação M+G (11,96%) apresentou maior porcentagem, diferente estatisticamente, dos outros sistemas M+J (8,02%), M+N (9,18%) e M-N (8,82%). Assim como, na fonte Bayóvar, a associação M+G

(13,26%) apresentou maior porcentagem, diferente estatisticamente, dos outros sistemas M+J (10,20%), M+N (8,49%) e M-N (7,92%). O mesmo ocorreu com a fonte SFT, onde a associação M+G (17,69%) apresentou maior porcentagem, diferente estatisticamente, dos outros sistemas M+J (12,85%), M+N (9,83%) e M-N (8,49%) (TABELA 13).

Quando analisados cada sistema de forragem e comparados as fontes de P, no sistema M+G, a fonte SFT apresentou maior porcentagem de PB (17,69%) quando comparada ($p < 0.05$) à ausência de P (11,96%). Assim como, para o sistema M+J, a fonte SFT apresentou maior porcentagem de PB (12,85%) quando comparada ($p < 0.05$) às fontes bayóvar (10,20%) e ausência de P (8,02%) (TABELA 13). Estes resultados não corroboram com Cecato et al., (2004), que utilizando doses de fósforo não influenciou nos parâmetros de PB, NDT,FDN e FDA. Porém no trabalho de Paciullo et al. (2003), o *S. guianensis* contribuiu no aumento da massa de forragem e constituiu importante fonte de forragem nas pastagens de *Urochloa* consorciadas, principalmente na época seca do ano. Além disso, melhorou o valor nutritivo da forragem disponível na pastagem consorciada, por causa de seus maiores teores de proteína bruta (PB) e mais alta degradabilidade da matéria seca.

TABELA 13. Desdobramento da interação significativa entre sistema de forragem e fontes de P, para porcentagens de proteína bruta (PB). Presidente Bernardes-SP.

Fontes de P	PB (%)			
	M -N	M +N	M + J	M+G
-P	8,8Ba	9,1Ba	8,0Bc	11,9Ab
Bayóvar	7,9Ca	8,4Ca	10,2Bb	13,2Aab
SFT	8,4Ca	9,8Ca	12,8Ba	17,6Aa

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: Megathyrus maximus cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: Megathyrus maximus cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: Megathyrus maximus cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: Megathyrus maximus cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo.

Na época das águas do segundo ano, não houve interação significativa para nenhum parâmetro (TABELA 14). Na porcentagem de PB, os consócios M+G (10,31%) e M+J (11,60%) apresentaram superioridade ($p < 0.05$) em relação ao sistema solteiro M-N (8,07%), resultado que comprova que a leguminosa possui um alto teor proteico. No parâmetro fibra em detergente ácido (FDA), o sistema de

forragem M+G (46,12%) diferiu ($p < 0.05$) dos sistemas M+J (43,16%), M+N (41,51%) e M-N (41,18%) (TABELA 14).

Para os parâmetros bromatológicos NDT e FDN, os sistemas de forragem não diferiram entre si, assim como para as fontes de P (TABELA 14).

TABELA 14. Porcentagens de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), referentes à primeira avaliação da forrageira *Megathyrus maximus* cv. Mombaça em razão do sistema de Forragens e fontes de P. Presidente Bernardes-SP, (Águas 2º ano) ano agrícola 2016/2017.

Tratamentos	Porcentagem (%)			
	PB	NDT	FDN	FDA
SF				
M-N	8,0b	57,8a	68,1a	41,1b
M+N	9,5ab	63,4a	68,1a	41,5b
M+J	11,6a	67,3a	67,0a	43,1b
M+G	10,3a	69,9a	68,6a	46,1a
Fontes de P				
-P	9,5a	61,4a	67,2a	41,5b
Bayóvar	9,8a	58,8a	68,5a	40,3b
SFT	11,0a	63,1a	69,4a	43,9a
SF	*	ns	ns	*
Fontes de P	ns	ns	ns	*
Interação SF x P	ns	ns	ns	ns
CV _{parcela} (%)	24,2	21,6	1,6	7,9
CV _{subparcela} (%)	27,6	21,3	1,9	5,5

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. M-N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sem adubação nitrogenada; M+N: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + Adubação nitrogenada; M+J: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + consorciação com Java; M+G: *Megathyrus maximus* cv. Mombaça + feijão guandú; -P: sem fósforo; SFT: superfosfato triplo; ns: Não significativo. **, * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

6 CONCLUSÕES

Os consórcios do capim mombaça e as leguminosas *Macrotyloma axillare* cv. Java e mombaça com feijão guandú anão (*Cajanus cajan*) não proporcionaram maior eficiência dos fertilizantes fosfatados.

O fosfato reativo bayóvar proporcionou a liberação gradativa de fósforo para as plantas principalmente no segundo ano.

As leguminosas *Macrotyloma axillare* cv. Java e feijão guandú anão (*Cajanus cajan*) não conseguem substituir a adubação nitrogenada de mineral de 250 kg ha⁻¹ ano.

A adubação fosfatada com o fertilizante super fosfato triplo e a adubação nitrogenada mineral é a que obteve a maior produção de massa da matéria seca.

O consórcio com feijão guandú proporciona a maior qualidade em relação a proteína bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 2. ed. Washington: EPS, 2005.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L.; Desempenho de Seis Gramíneas Solteiras ou Consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e Eucalipto em Sistema **Silvipastoril R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003.

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2016. 360p.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu anão: Uma Planta Multiuso. Revista da Fapese, v.3, n.2, p. 81-86 jul./dez. 2007.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **R. Bras. Zootec.**, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008.

BENICIO, L. P. F.; OLIVEIRA, V. A.; SILVA, L. L, et al.. Produção de *Megathyrsus maximus* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v. 5, n. 2, p.55-60. 2011.

BEZERRA, R. P. M.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Frações de fósforo e correlação com atributos edáficos sob sistemas de plantio direto e integração lavoura-pecuária no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1287-1306, maio/jun. 2015.

BONAMIGO, L.A. Recuperação de pastagens com guandu em sistema de plantio direto. *Informações Agronômicas* nº 88, 8 p., 1999, (Encarte Técnico Potafos).

BONELLI E. A, et al., Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.3, p.264–269, 2011.

BRAZ et al., Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34 (2), p.83-87, 2004.

CAIONE G et al., Fontes de fósforo em variedades de cana-de-açúcar forrageira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p.66-73, 2011.

CAIANO, G.; FERNANDES, F.M.; LANGE, A. Efeito residual de fontes de fósforo nos atributos químicos do solo, nutrição e produtividade de biomassa da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, p.189-196, 2013.

CANTARELLA H, et al., Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens (p.99-131), In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Pedreira, C.G.S.; Faria, V.P. (eds) Inovações Tecnológicas no Manejo de Pastagens. **Anais do 19º Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Piracicaba: FEALQ. P.231 2002.**

CARVALHO, T.B. de; ZEN, S. de.; TAVARES, E.C.N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47. Porto Alegre: SOBER. 2009.

CARVALHO, G. G. P. E PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com Pastagens. **Archivos de zootecnia** vol. 57(R), p. 104.2008.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2014.

CECATO U, SKROBOT, VD, FAKIR GM, et al.. Características morfogênicas do capim mombaça (*Megathyrsus maximus* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, p.1699-1706. 2007

CECATO, U.; GABEIRO, S; PARIS, W; SOARES FILHO, C.V.; TEIXEIRA, S. Uso de Nitrogênio em Pastagem. Anais... **Simpósio de Produção Animal a Pasto**. p. 117-161, 2011

CHAGAS, W F.T Eficiência agrônômica do fosfato reativo de Bayóvar associado ou não à calagem no cultivo do capim-piatã Dissertação (mestrado) – **Universidade Federal de Lavras**, 2013.

COSTA, K.A.P;FANQUIN, V;OLIVEIRA, I.P;SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - alterações nas características químicas do solo. **Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 2008.**

-

DE FARIA, Álvaro José Gomes et al. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of bioenergy and food science**, v. 2, n. 3, 2015.

DIAS, D, G; PEGORARO, R, F; D. ALVES, D, D; Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.19, n.4, p.330–335, 2015.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems. An example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGLIOLI, A. B.; ZIECH, A. C.; FLUCK, J. C.; GERREI, D. C.; BERNES, F.; HOFFMANN, O.; COSTA, A.; D. Valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro [Nutritive value of grasses of genus *Cynodon* mixed with forage peanut]. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.70, n.6, p.1970-1978, 2018.

FLORES, R. A.; COLLIER, L. S.; SANTOS, C. L. R.; BORGES, B. M. M. N.; MODA, L. R.; SILVA, A. R. ANDROPOGON GRASS CONSORTIUM WITH STYLO IN TWO TIMES: THE FORAGE RESPONSE AND SOURCES OF PHOSPHORUS RATES. **Biosci. J.**, Uberlandia, v. 30, supplement 2, p. 824-832, Oct./14.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES, J. J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:1147-1155, 2008.

FREIRE, F. M.; FONSECA, D. M.; CANTARUTTI, R. B. Manejo da fertilidade do solo em pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n.226, p.44-53, 2005.

GHERI, E. O.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E. et al. Nível crítico de fósforo no solo para *Megathyrus maximus* Jacq. cv. Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1809-1816, 2000.

HINSINGER, P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 237, p.173-195, 2001.

IZ_APTA_Instituto de Zootecnia – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. 2008. Instituto de Zootecnia expõe na Agrishow 2008.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. B. P.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. *Megathyrus maximus*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV. p.166-196. , 2010

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; FORTES, C. A.; PINTO, J. C.; FREIRE, A. P. B.; SOUZA, R. M. Valor nutritivo do estilosantes mineirão em função da correção do solo. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 42, n. 1, p. 99-105, jan./mar. 2012.

MACIEL, G. A. COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. capim-Marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n. 2, p. 227-233, 2007.

MAGALHÃES, A. F., et al. Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.4, p.893-907, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 2 ed. Rev. e Atual., Piracicaba: Potafos, 1997, 319p.

MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F.A. Produção e nutrição do capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre **B. Industr.anim.**, N. Odessa,v.60, n.1, p.1-10, 2003.

MOREIRA, J.F.M. Nutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha* e Estilosantes em cultivo solteiro e consorciado **Arch. Zootec.** V.62 (240), p.513-523, 2013.

NAHAS, N. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. **Bragantia**, v. 61, p.267-275, 2002.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B. OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão guandu anão cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.5, p.862-869, mai, 2012.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. ; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. ; NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.471-550.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G. et al. Effect of a grass based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.

OLIVEIRA, S. B.; CAIONE, G.; CAMARGO, M. F.; OLIVEIRA, A. N. B.; SANTANA, L. FONTES DE FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DE FORRAGEIRAS NA REGIÃO DE ALTA FLORESTA – MT GI. **Sci. Technol.**, Rio Verde, v. 05, n. 01, p.01 – 10, jan/abr. 2012.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 421-426, mar. 2003.

PAIVA, A. S.; RODRIGUES, T. J. D.; CANCIAN, A. J.; LOPES, M. M. de; FERNANDES, A. C. Qualidade física e fisiológica de sementes da Leguminosa Forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 130-136, 2008.

PASSO RR, FAQUIN V, CURI N, et al.. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas forrageiras em amostras de um Latossolo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 26:227-233. 1997

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L.; M.; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.; GIORDANO, G. Características morfogênicas e estruturais do capim tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, A.C.; FONCÊCA, M. P.; VELOSO, C. M. Produção e valor nutritivo do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p.1934-1939, 2008.

PINHEIRO, A. A.; CECATO, U.; LINS, T. O. J. A.; BELONI, T.; KRUTZMANN, A.; IWAMOTO, B. S.; MARI, G. C. Acúmulo e composição morfológica do pasto de capim tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes campo grande **Biosci. J., Uberlândia**, v. 31, n. 3, p. 850-858, May/June. 2015.

PRIMAVESI, A. C. et al Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.30, n.3, p.562-568, 2006.

QUINTILIANO, M. H., PARANHOS DA COSTA, M. J. R. (2008). The application of driving and stunning techniques in South America – Practical experiences of good handling practices in Brazilian slaughterhouses. In: Proceedings of the conference on animal welfare at slaughter and killing for disease control – emerging issues and good examples. Sweden, Hindasgarden, October 1–2.

RAIJ, B. V; et al., Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo. (**Boletim técnico, 100**). p.285 1996.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

RAIJ, B.van. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (Eds.). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 107-114.

RAMOS, S.J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C.R.; SILVA, C.A.; BOLDRIN, P.F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.335-343, 2009.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D.I.; SANTOS, J.Z.L. ; CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.30, p.453-466, 2006.

SANTOS H. Q, et al., Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades **R. Bras. Ci. Solo**, 26:173-182, 2002.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O.F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003.

SCHMIDT, Modificações morfológicas e metabólicas em gramínea e leguminosa forrageiras tropicais relativas ao suprimento de enxofre Tese Doutorado – **Escola Superior de Agricultura “Luiz Quiroz”** 2012.

SARTO, F.M.; MIRANDA, S.H.G.; BRISOLARA, C.S. Análise dos impactos econômicos da implantação do sistema de identificação e certificação de origem bovina e bubalina no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, S. C. Condições edafoclimáticas para a produção de panicum sp. In: simpósio sobre manejo da pastagem, tema: o capim colômbio, 12, 1995, Piracicaba. 1995. **Anais**. Piracicaba: FEALQ,1995. p. 129-146.

SILVA, E. M.B.; SANTOS, C. C.; FARIAS, L. N.; VILARINHOS, M. K. C.; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, T. J. A. Características morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com fosfato natural reativo em solo de cerrado. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 166-171, maio-agosto, 2012.

SOUZA D. J. A. T, Desenvolvimento e teor de nutrientes em capim mombaça sob fontes de fósforo no sul do tocantins (Dissertação) **Universidade Federal do Tocantins** – UFT, GURUPI – TO DEZEMBRO DE 2013.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D. L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a non renewable resource. **New Phytologist**, Hoboken, v. 157, p.423–447, 2003

WISSUWA, M. Combining a modelling with a genetic approach in establishing associations between genetic and physiological effects in relation to phosphorus uptake. *Plant and Soil*, v. 269, p.57-68, 2005.

ZENG, H.; LIU, G. KINOSHITA, T.; ZHANG R.; ZHU, Y.; SHEN, Q.; XU, G. Stimulation of phosphorus uptake by ammonium nutrition involves plasma membrane H⁺ ATPase in rice roots. ***Plant and Soil***, v.357, p.205–214, 2012.