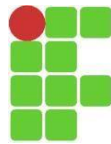


**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**

WANDERSON LOPES DE SOUSA

**CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) SUBMETIDO A DIFERENTES
DOSAGENS DE FÓSFORO COM E SEM CALAGEM**

**ARAGUATINS
2018**



WANDERSON LOPES DE SOUSA

**CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) SUBMETIDO A DIFERENTES
DOSAGENS DE FÓSFORO COM E SEM CALAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins – *Campus*
Araguatins, como exigência à obtenção
do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel de Deus da
Silva

**ARAGUATINS
2018**

Sousa, Wanderson Lopes de
Capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)
submetido a diferentes dosagens de Fósforo com
e sem Calagem / Wanderson Lopes de Sousa. –
Araguatins – TO, 2018.
55 f.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Agronomia) – Instituto Federal de Educação do Tocantins,
Campus Araguaatins, 2018.
Orientador (a): Prof. Samuel de Deus da Silva

1. Forragem 2. Calcário 3. Adubação I. Título



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CAPIM MOMBAÇA (*PANICUM MAXIMUM* JACQ.) SUBMETIDO A DIFERENTES DOSAGENS DE FÓSFORO COM E SEM CALAGEM"

AUTOR (A): Wanderson Lopes de Sousa

ORIENTADOR (A): Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 22 de agosto de 2018.

Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

DEDICATÓRIA

A minha família, em especial a minha querida mãe Valdirene dos Santos Lopes, ao meu pai Davileis Fortunato de Sousa, a minha irmã Watyna Lopes de Sousa, a minha avó Milza dos Santos Lopes, a minha amada esposa Ana Carolina Chaves de Moraes e a todos os familiares e amigos que contribuíram direta e indiretamente para o início, desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela graça, sabedoria, prudência e prosperidade em minha vida.

Aos meu queridos pais Valdirene dos Santos Lopes e Davileis Fortunato de Sousa, aos meus irmãos Watyna Lopes de Sousa e Douglas Lopes dos Santos, a minha avó Milza dos Santos Lopes e à minha amada esposa Ana Carolina Chaves de Moraes, pelo apoio e incentivo durante todo o período acadêmico.

Ao professor orientador Samuel de Deus da Silva, pelas orientações, paciência e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos professores Raimundo Laerton de Lima Leite, Roberta de Freitas Souza Lobo e Idelfonso Colares de Freitas, pela dedicação e compromisso com o ensino de qualidade.

Aos demais professores que tive o prazer de conhecer e conviver ao longo deste Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aos servidores e colaboradores do IFTO – Campus Araguatins, que se empenham em promover o desenvolvimento regional e institucional.

A todos os meus familiares, amigos e colegas que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão desta etapa. A todos, que de alguma forma me ajudaram a vencer mais este desafio.

“ Bem-aventurado aquele que teme ao SENHOR e anda nos seus caminhos! Pois comerás do trabalho das tuas mãos, feliz serás, e te *irá* bem. ”

SI 128:1-2

RESUMO

No Cerrado brasileiro, a pecuária ocupa uma das atividades econômicas mais importantes da região. O sucesso da atividade pecuária depende basicamente de três fatores: produtividade, relação custo-benefício do sistema de produção e o preço de venda da produção. Paralelamente a isso, é necessário adotar o cultivo de espécies forrageira de alta produção. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar características agronômicas do *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça submetido a diferentes dosagens de fósforo (P), com e sem calagem em fase de manutenção, sob pastejo, em sistema de média tecnologia, a fim de contribuir com uma pecuária cada vez mais produtiva e sustentável. O experimento foi realizado no setor de Zootecnia III da Unidade Escolar de Produção (UEP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus* Araguatins, localizado à uma altitude de 116 m, latitude 05° 38' 23,9" Sul (S) e longitude 48° 04' 04,9" Oeste (W). O experimento foi conduzido em condições ambientais locais de campo, em Araguatins – TO, no período de novembro de 2017 a abril de 2018. O *Panicum maximum* cv. Mombaça foi submetido a diferentes tratamentos, constituídos prioritariamente de níveis de P, com e sem calagem. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial com dois fatores (4x2), com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. As variáveis analisadas foram: altura de plantas (AP); produção de matéria verde (MV); porcentagem de matéria seca (MS) e porcentagem de matéria mineral (MM) ou cinzas da forragem. O *Panicum maximum* cv. Mombaça apresentou melhores resultados em porcentagem de matéria seca, com as doses de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Destacou-se em eficiência produtiva e econômica, a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sem calagem, nas condições ambientais locais de Araguatins – TO. O capim Mombaça promoveu incremento em matéria seca, quando adubado com 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com calagem, na fase de manutenção da espécie forrageira.

Palavras-chave: Forragem. Calcário. Adubação.

ABSTRACT

In the Brazilian Cerrado, livestock farming is one of the most important economic activities in the region. The success of livestock activity depends basically on three factors: productivity, cost-benefit ratio of the production system and the sale price of production. Parallel to this, it is necessary to adopt the cultivation of forage species of high production. Thus, the present study aimed to evaluate agronomic characteristics of *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombasa subjected to different dosages of phosphorus (P), with and without liming under maintenance, under grazing, in a medium technology system, in order to contribute to an increasingly productive and sustainable cattle raising. The experiment was carried out in the Animal Science III sector of the School Production Unit (UEP) of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins (IFTO) Campus Araguatins, located at an altitude of 116 m, latitude 05° 38 '23.9 "South (S) and longitude 48 ° 04' 04.9" West (W). The experiment was conducted under local field environmental conditions, in Araguatins - TO, from November 2017 to April 2018. *Panicum maximum* cv. Mombasa was submitted to different treatments, consisting mainly of P levels, with and without liming. The experimental design was a randomized complete block (DBC), in a factorial scheme with two factors (4x2), with four replications, totaling 32 experimental plots. The analyzed variables were: plant height (AP); production of green matter (MV); percentage of dry matter (DM) and percentage of mineral matter (MM) or fodder ash. *Panicum maximum* cv. Mombasa showed better results in percentage of dry matter, with the doses of 80 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The yield of 80 kg ha⁻¹ of P₂O₅ without liming in the local environmental conditions of Araguatins-TO was highlighted in productive and economic efficiency. Mombasa grass increased dry matter when fertilized with 30 kg ha⁻¹ of P₂O₅, with liming, during the maintenance phase of the forage species.

Keywords: Fodder. Limestone. Fertilizing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Média mensal de temperatura e umidade relativa do ar	32
Gráfico 2 – Precipitação média mensal.	33
Gráfico 3 – Valores médios da porcentagem de matéria seca (MS) do capim Mombaça submetido a diferentes doses de fósforo (P)	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das análises químicas e físicas do solo	31
Tabela 2 – Resumo das análises de variância da altura de plantas e da produção de matéria verde do capim Mombaça submetido a diferentes doses de fósforo (P) com e sem calagem	40
Tabela 3 – Valores médios dos desdobramentos das doses de fósforo (P) para altura de plantas (AP) e produção de matéria verde (MV) do capim Mombaça com e sem correção do solo com calcário	41
Tabela 4 – Resumo das análises de variância da porcentagem de matéria seca e de matéria mineral do capim Mombaça submetido a diferentes dosagens de fósforo (P) com e sem calagem	42
Tabela 5 – Valores médios dos desdobramentos das doses de fósforo (P) para porcentagem de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) do capim Mombaça com e sem correção do solo com calcário	44

LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
Al ³⁺	Alumínio trocável
Ca	Cálcio
Ca ²⁺	Cálcio trocável
F	Fator de correção para a qualidade do calcário
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mg ²⁺	Magnésio trocável
Mt	Máxima saturação por Al ³⁺ tolerada pela cultura
P	Fósforo
S	Enxofre
T	Capacidade de troca de cátions
t	Tonelada
V%	Saturação por bases
V ₁	Saturação por bases atual do solo
V ₂	Saturação por bases esperada ou desejada
V _a	Saturação por bases atual do solo
V _e	Saturação por bases esperada ou desejada
X	Exigência da cultura por Ca e Mg
Y	Capacidade tampão do solo

LISTA DE SIGLAS

AP	Altura de Plantas
ATP	Adenosina trifosfato
BTF	Biomassa Total da Forragem
cm	Centímetro
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kg	Quilograma
Mg	Mega grama
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
NC	Necessidade de calagem
PF	Profundidade de incorporação do calcário
pH	Potencial Hidrogeniônico
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
QC	Quantidade de calcário
SB	Soma das Bases
SC	Porcentagem do terreno coberto pela calagem
SS	Superfosfato Simples
TAF	Taxa de Acúmulo de Forragem
UA	Unidade Animal

LISTA DE SÍMBOLOS

pH	Resultado em água destilada, g/100 cm ³ de solo
P	Fósforo extraído do solo através de Mehlich-1 trocadora de íons, em mg/dm ³
K	Potássio extraído do solo através de Mehlich-1 trocadora de íons, em mg/dm ³
Ca	Cálcio trocável, em cmol _c / dm ³
Mg	Magnésio trocável, em cmol _c / dm ³
H+Al	Hidrogênio + alumínio ou acidez potencial
S	Soma das bases ou Ca + Mg + K;
T	Capacidade de troca de cátions ou S + H + Al
V	Porcentagem de saturação de bases ou $V = 100 S/T$;
M.O	Matéria orgânica, em %.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Breve histórico e características da planta forrageira.....	16
2.1.1 Produtividade e estacionalidade da produção de forragem.....	17
2.1.2 Formas de utilização	18
2.2 Importância da correção da fertilidade do solo.....	18
2.3 Calagem	20
2.3.1 Necessidade de calagem	21
2.3.2 Quantidade, época e modo de aplicação do calcário	22
2.4 Adubação fosfatada.....	23
2.4.1 Fósforo no solo.....	24
2.4.2 Fósforo na planta	25
2.4.3 Fósforo na nutrição animal	25
2.5 Calagem e adubação de manutenção.....	27
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
3.1. Características da área experimental	29
3.1.1 Localização e descrição do experimento.....	29
3.1.2 Amostragem e resultados da análise do solo	30
3.1.3 Dados de condições climáticas	31
3.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	33
3.3. Variáveis analisadas	34
3.4. Colheita e procedimentos de avaliação de amostras da forragem.....	35
3.5. Análises estatísticas	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE.....	51
ANEXOS	55

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem obtido produção quase que exclusivamente na alimentação dos rebanhos a pasto, reconhecida tecnicamente como uma poderosa alternativa na redução de custos de produção, sobretudo em períodos de maior precipitação pluviométrica (FONSECA, MARTUSCELLO, 2010). O sistema de produção a pasto tem sido o componente-chave para uma pecuária produtiva e sustentável, uma vez que as pastagens compreendem uma base alimentar ecologicamente correta, disponibiliza oxigênio ao meio ambiente, contribui no sequestro de carbono, alimento de alto valor nutricional que não concorre com a alimentação humana e, contribui para a produção sustentável de carne e leite de maneira natural (MATSUDA, 2016).

No Cerrado brasileiro, a pecuária ocupa uma das atividades econômicas mais importantes da região (VILELA, et al., 2004). O Brasil conta com um efetivo de bovinos de 171.858.168 cabeças, em 2.521.249 estabelecimentos. Sendo que, 6.340.469 de cabeças se encontra no Tocantins, revelando-se o terceiro Estado da região Norte e o décimo primeiro com o maior rebanho de bovinos do País (IBGE, 2018).

O sucesso da atividade pecuária depende basicamente de três fatores: produtividade, relação custo-benefício do sistema de produção e o preço de venda da produção (MATSUSDA 2010). Paralelamente a isso, é necessário adotar o cultivo de espécies forrageira de alta produção. Com destaque em produtividade, tem-se o capim Mombaça, alcançando produções de 70 a 100 t ha⁻¹ ano⁻¹ de massa verde (PEREIRA, 2009). Aliado a isso, o Brasil tem se consolidado como um dos principais produtor e exportador mundial de carne bovina nos últimos anos (IBGE, 2012; MAPA 2018, USDA 2018).

A gramínea (Poaceae) forrageira *Panicum maximum* é mundialmente conhecida, por sua adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, além de excelência em qualidade e produtividade de forragem (JANK, et al., 2013). Ainda segundo Jank et al. (2013), esta espécie, é a forrageira tropical mais produtiva dentre as propagadas por sementes, e tem despertado a atenção de produtores agropecuários principalmente pela abundante produção de folhas longas, porte elevado e alta aceitabilidade pelos animais ruminantes e não-ruminantes.

A perda de produtividade em pastagens na região do Cerrado tem sido atribuída a diversos fatores ao longo do tempo, dentre os quais tem se destacado a falta de adubação de manutenção e a deficiência de fósforo no solo (VILELA et al., 2004). Nesta perspectiva, técnicos e produtores têm buscado informações sobre produtividade e sustentabilidade de pastagens, e a cultivar Mombaça revela-se uma das mais procuradas na região Norte do Estado do Tocantins, sobretudo na Microrregião do Bico do Papagaio, devido ao seu alto potencial de produção. Porém, informações sobre algumas características agronômicas do capim Mombaça submetido a diferentes dosagens de adubação com fósforo (P) associado a adição de calcário no solo ainda são apresentados de forma incipientes.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar características agronômicas do *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça submetido a diferentes dosagens de fósforo (P), com e sem calagem em fase de manutenção, sob pastejo, em sistema de média tecnologia, a fim de contribuir com uma pecuária cada vez mais produtiva e sustentável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Breve histórico e características da planta forrageira

Algumas forrageiras de origem africana foram trazidas para o País em navios negreiros, ainda no Brasil colônia, época da escravidão. Nesse grupo de gramíneas africanas está incluído variedades do gênero *Panicum maximum*, que serviam de cama para escravos, e que depois de jogado na costa brasileira encontrou condições edafoclimáticas adequadas para o seu desenvolvimento. Condições estas, semelhantes à de algumas regiões da África (FONSECA, SANTOS, MERTUSCELLO, 2010).

No início, o estabelecimento de pastagens no Brasil ocorreu de forma lenta em virtude de sua implantação por muda, porém, a partir da década de 1960 o processo de estabelecimento passou a ocupar maiores áreas em menor tempo, com a produção e utilização de sementes forrageiras. Ainda conforme Fonseca, Santos e Martuscello (2010), com a evolução do uso e substituição de plantas forrageiras no Brasil, foi lançada na década de 1990, a cultivar *Panicum maximum* Jacq. cv. Capim Mombaça, juntamente com a cultivar Tanzânia e Vencedor.

O capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Capim Mombaça), cultivar introduzida no Brasil pelo CNPQC/ EMBRAPA foi coletada na Tanzânia (África) em 1967 e introduzida no Brasil em 1969, ano em que iniciou sua avaliação, assim como no México, Colômbia e Cuba (VILELA, 2011). Já em 1993 foi lançado pela Embrapa Gado de Corte, pelo Instituto Agrônomo do Paraná, e parceiros (JANK et al., 2010).

O *Panicum maximum* cv. Mombaça apresenta alta exigência em fertilidade do solo, assim como outras cultivares de *Panicum maximum*, porém tem apresentado maior eficiência na utilização do fósforo no solo que as demais cultivares. Vilela (2011), relata ainda que o capim Mombaça tem apresentado maiores produções de matéria seca total e de folhas para um mesmo teor de fósforo extraível.

Forragem de ciclo vegetativo perene, o *Panicum maximum* cv. Mombaça possui alta produtividade de forragem por ser planta de dias curtos (fotoperíodo) alcançando de 20 a 28 t de Matéria Seca (MS) por ano. Planta cespitosa de crescimento livre com uso frequente em pastejo, possui palatabilidade e

digestibilidade satisfatória podendo ser consorciada com todas as leguminosas, consoante destaca Vilela (2011). Planta exigente em fertilidade do solo, exigindo solos acima de média fertilidade, não tolera sombreamento intenso, apresenta baixa tolerância à seca e a solos mal drenados (VILELA, 2011).

A planta forrageira assume um papel primordial no sistema de exploração pecuária com base na utilização de pastagens, uma vez que tanto a rentabilidade quanto a sustentabilidade do sistema dependem da escolha correta da espécie forrageira (FONSECA, SANTOS, MERTUSCELLO, 2010).

2.1.1 Produtividade e estacionalidade da produção de forragem

O *Panicum maximum* cv. Mombaça possui uma das maiores produções de massa verde (MV) e massa seca (MS), em relação a outras cultivares de *Panicum maximum*. Enquanto a cultivar Mombaça apresenta 165.000 kg ha⁻¹ de MV, as cultivares Tanzânia, Tobiata, Colônia e Massai apresentam 132.000, 153.000, 84.000 e 59.000 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente. Quanto a produção de MS das folhas, o capim Mombaça produz em torno de 33.000 kg ha⁻¹ de MS, com 82% de folhas. Já o capim Colônia, Massai, Tobiata e Tanzânia apresentam em torno de 14.000, 15.500, 27.000 e 26.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS respectivamente, em Latossolo Vermelho-escuro adubado (JANK, et al., 2010).

Quanto a porcentagem de perdas de produtividade a partir do segundo ano de cultivo e uso do capim Mombaça adubado é de 45%, enquanto nas cultivares Tanzânia, Tobiata, Colônia e Massai apresentam respectivamente 48, 54, 65 e 68% de perda em produtividade no segundo ano. Já perdas na produtividade no cultivo sem adubação o *Panicum maximum* cv. Mombaça apresenta 24% de perda, enquanto a cultivar Tanzânia apresenta 21%; Tobiata 27%; Colônia 50%; e Massai 52% quando não submetidos à adubação de manutenção, conforme Jank, et al. (2010).

Na estação seca a cultivar Mombaça apresentou produção de 11% da produção anual, enquanto as cultivar Tanzânia apresentou 10,5% de crescimento na seca; Colônia 3,4%; Massai 7,2% e, o Tobiata com 12% de crescimento no período seco do ano. Após o corte a capacidade de rebrota foi de 2,9%, em uma escala que varia de 0 (sem rebrota) a 5 (com rebrota de todos os perfilhos), enquanto o cultivar

Tobiatã, Tanzânia, Colonião e Massai apresentaram 2,7; 3,0; 1,7; e 3,1 de capacidade de rebrota após o corte (JANK, et al., 2010).

2.1.2 Formas de utilização

O capim Mombaça tem sido largamente utilizado para o pastejo, tanto rotacionado irrigado quanto em sequeiro, e em forma de silagem, além de apresentar ótimos resultados em conversão alimentar na produção animal.

No estágio vegetativo (até 45 dias), esse cultivar apresenta elevada qualidade nutricional, alto teor de umidade, associado a um elevado poder-tampão e aos baixos teores de carboidratos solúveis, fatores estes que influenciam no processo fermentativo, impedindo assim o decréscimo acelerado do pH (COAN et al., 2001). Coan et al. (2001), avaliando o processo de ensilagem com o efeito de inoculante aditivo (enzimático-bacteriano) no capim Mombaça, concluíram que o cultivar apresenta aptidão ao processo de ensilagem, uma vez que os teores de massa seca, carboidratos solúveis totais e o poder-tampão foram satisfatórios ao processo fermentativo. No entanto, o capim Mombaça não é recomendado para fenação, devido a presença de colmos mais grossos nessa forrageira.

A utilização do *Panicum maximum* cv. Mombaça tem sido indispensável na alimentação de ruminantes, sobretudo na alimentação de bovinos (gado) a pasto. Com essa forrageira, podem-se obter taxas de lotação de 12 a 15 UA ha⁻¹ ano⁻¹ no período chuvoso (verão) e de 3 a 4 UA ha⁻¹ ano⁻¹ no período seco (inverno) do ano, podendo-se alcançar um ganho de peso de 1.600 a 2.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (CORSI, SANTOS, 1995).

2.2 Importância da correção da fertilidade do solo

O estabelecimento inadequado, a lotação excessiva e a falta de adubação de manutenção tem sido os principais fatores responsáveis pela perda de produtividade das pastagens na região do Cerrado. Nessa região, tem-se constatado a deficiência de fósforo e de nitrogênio como uma das causas mais frequentes da perda de produtividade em pastagens (VILELA et al., 2004). A produtividade animal a pasto decorre da disponibilidade e da qualidade da forragem e das características do animal. Uma vez que a pastagem bem adubada além de aumentar a produção,

melhora a qualidade nutricional da forragem ofertada, consoante destaca Vilela et al. (2004).

A adubação de pastagens deve ser considerada não só na fase de estabelecimento, mas também na manutenção da pastagem, a fim de garantir a sustentabilidade do pasto em produtividade e qualidade, na oferta de forragem. Ainda segundo Vilela et al. (2004), o ciclo da recuperação-degradação em pastagens na região do Cerrado pode ser interrompido pela prática de adubação de manutenção, permitindo maior ganho ao produtor em quantidade e qualidade da forragem e, minimizando os danos ambientais no sistema de produção.

A demanda nutricional da forragem deve ser suprida pela adubação de estabelecimento e de manutenção das plantas forrageiras. A adubação de estabelecimento visa propiciar a formação eficiente da pastagem com elevada produção inicial. Nesta fase, os nutrientes são essenciais para que a planta cresça e desenvolva o sistema radicular e demais órgãos, até que haja uma máxima cobertura do solo e acúmulo de matéria vegetal suficiente para o início do pastejo. A adubação de manutenção busca atender a demanda nutricional da forragem, seja por pastejo animal direto ou pelo corte da forrageira, visto que, plantas com sistema radicular bem formados exploram um volume de solo relativamente maior e, portanto, devem ser supridas adequadamente. Normalmente as adubações de manutenção tendem a ser menores, desde que a correção da fertilidade solo no estabelecimento tenha sido realizada de forma eficiente (CANTARUTTI, et al., 1999; VILELA et al., 2004).

A análise preliminar do solo compreende um dos passos mais importantes dentre os aspectos fundamentais na orientação do manejo de adubação em pastagens, visto, que as doses de adubo são definidas com base na análise de solo, levando em consideração o nível tecnológico (intensidade de uso do sistema produtivo), que se relaciona diretamente com as características da espécie forrageira, tais como produtividade, valor forrageiro e exigência nutricional, conforme recomendações de Cantarutti *et al.* (1999); Alvarez V. e Ribeiro (1999); Vilela *et al.* (2004); e Sanzonowicz (2004).

As espécies forrageiras podem ser agrupadas, quanto ao sistema tecnológico em alto, médio e baixo nível tecnológico. Sistemas de baixo nível tecnológico caracteriza-se pelo manejo com taxas de lotações menores de 1 UA ha⁻¹ ano⁻¹. Já sistemas de médio nível tecnológico, caracteriza-se por intensidades de

pastejo e taxas de lotação intermediárias, podendo variar de 4 a 6 UA ha⁻¹, onde a dieta dos animais é feita principalmente a pasto com espécies de *Panicum maximum*. Sistemas de alto nível tecnológico caracteriza-se pelo manejo rotacionado dos animais em piquete, de modo a receber insumos (calcário, fertilizantes e água) de acordo com a forragem utilizada, possibilitando maiores taxas de lotação por unidade de área no sistema produtivo (CANTARUTTI et al., 1999; VILELA, 2004).

2.3 Calagem

Para avaliação da acidez do solo, são considerados alguns fatores, tais como a acidez ativa e trocável, a saturação por alumínio e por base, a capacidade tampão estimada pela acidez potencial e o teor de matéria orgânica, além de se relacionar com a disponibilidade de cálcio e magnésio, e outros micronutrientes tais como o zinco, manganês, ferro, cobre e o boro disponíveis no solo (ALVARES V et al., 1999; CANTARUTTI, et al., 1999).

A calagem é uma prática fundamental para a melhoria do ambiente radicular das plantas, facilitando ainda mais a absorção e a utilização de nutrientes e água, promovendo assim condições propícias para o ganho em produtividade pela cultura (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999). Uma calagem bem-feita neutralizará o alumínio presente no solo além de fornecer cálcio e magnésio, que são nutrientes essenciais ao metabolismo da planta forrageira, além de proporcionar condições adequadas de pH, para garantir boa disponibilidade de nutrientes de maneira geral (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999; SOUSA e LOBATO, 2004). A prática da calagem promove ao aumento na disponibilidade do fósforo e de outros nutrientes no solo, maior atividade microbiana, aumento da capacidade de troca de cátions (CTC ou T) efetiva, e auxilia na conservação e até mesmo no aumento do teor de matéria orgânica no solo (SOUSA e LOBATO, 2004; ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999).

Em solos com elevada acidez, altos teores de Al trocável e com deficiência de nutrientes, especialmente de Ca, Mg e P que são características típicas da região do Cerrado, verifica-se que o uso de calcário, além de promover a correção da acidez do solo, auxilia no suprimento e disponibilidade de tais nutrientes para planta forrageira, conforme destaca Alvarez V. e Ribeiro (1999).

A correção do solo se faz necessário de modo geral para obter melhores ganhos em produtividade, maior eficiência no uso da água e de nutrientes pela cultura. Sousa e Lobato (2004) destaca ainda, que o calcário é o principal insumo utilizado para a correção superficial do solo, ou seja, na camada arável de 0 a 20 cm de profundidade, conforme destacam também Alvarez V. e Ribeiro (1999); Cantarutti *et al.* (1999); Sousa e Lobato (2004).

A necessidade de calagem no solo está relacionada não só com o pH, mas também com a capacidade tampão desse solo e sua CTC (T ou S + H + Al). Solos menos tamponados em geral são mais arenosos e, portanto, necessita de menos calcário para aumentar seu pH. Já solos mais tamponados (mais argilosos) necessitam de mais calcário devido sua velocidade de reação, já que a capacidade tampão está diretamente relacionada com os teores de argila e de matéria orgânica no solo. Sinteticamente a quantidade de calcário a ser utilizada da área de produção depende do tipo de solo e do sistema de produção a ser implantado ou mantido, consoante Alvarez V.; Ribeiro (1999) e Sousa; Lobato (2004).

Na recomendação de calagem, devem ser considerados tanto os aspectos técnicos quanto os econômicos. Em geral, a acidez ativa do solo (pH) deve ser média quanto a classificação química, e boa quanto a classificação agronômica, variando de 5,5 a 6,0 para valores de pH adequado (bom). Para solos de Cerrado a faixa adequada de pH em H₂O é de 5,6 a 6,3 na camada de 0 a 20 cm, pois nesse intervalo as plantas têm boas condições de assimilação dos nutrientes essenciais, tais como fósforo, potássio, enxofre e nitrogênio (ALVARES *et al.*, 1999; SOUSA e LOBATO, 2004).

Em decorrência do efeito residual do calcário devem ser observados dois fatos importantes. A análise econômica não deve ser feita baseada apenas no efeito do primeiro ano, e sim, a partir do segundo ou terceiro até o quinto ano, visto que o retorno do investimento com a calagem é acumulativo (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999).

2.3.1 Necessidade de calagem

A recomendação da necessidade de calagem para regiões de transição (ecótono) Cerrado-Amazônia é feita por meio de dois principais métodos, o da neutralização do alumínio (Al³⁺) ou acidez trocável e da elevação dos teores de

cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) trocáveis; e pelo método da Saturação por Bases (RIBEIRO, GUIMARÃES, ALVAREZ V., 1999; SOUSA, LOBATO, 2004).

O método da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} baseia-se nas características do solo e na exigência das culturas. Por um lado, procura-se corrigir a acidez do solo, levando-se em conta a tolerância ou susceptibilidade da cultura à elevada acidez trocável, correspondente à máxima saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura (Mt) e a capacidade tampão do solo (Y) e, por outro, elevar a disponibilidade de Ca e Mg de acordo com a exigência da cultura (X) por esses nutrientes. O valor de Y é variável em função da capacidade tampão da acidez do solo, podendo ser definido de acordo com a textura do solo (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999). A necessidade de calagem (em t/ha) é calculada pela seguinte fórmula: $\text{NC} = Y (\text{Al}^{3+} - (\text{Mt} \times \text{T} / 100)) + (X - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}))$, seguindo as restrições e orientações apontadas pelo método.

Já o método da saturação por bases, considera-se a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V%). Busca-se com este, por meio da calagem, corrigir a acidez do solo até definido pH, para atingir certo valor de saturação por bases, considerado adequado à cultura (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999). O cálculo de necessidade de calagem pode ser feito pela seguinte fórmula: $\text{NC} = \text{T} (\text{V}_e - \text{V}_a) / 100$, ou pela fórmula: $\text{NC} = ((\text{V}_2 - \text{V}_1) / 100) \times \text{T} \times \text{F}$, em que levado-se em consideração o fator de correção para a qualidade do calcário (F), diretamente na fórmula. Onde, $\text{F} = 100 / \text{PRNT}$; T= Capacidade de troca de cátions (CTC) ou $\text{H} + \text{Al} + \text{S}$; S= Soma das bases (SB) ou $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}$; $\text{V}_e (\text{V}_2)$ = Saturação por bases desejada ou esperada; e $\text{V}_a (\text{V}_1)$ = Saturação por bases atual do solo (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999; SOUSA, LOBATO, 2004).

2.3.2 Quantidade, época e modo de aplicação do calcário

Cabe lembrar que, quando não se leva em consideração diretamente o fator de correção para a qualidade do calcário (F) nos métodos indicados, os valores calculados indicam toneladas por hectare (t ha^{-1}) de calcário. Sendo este, equivalente a CaCO_3 , ou seja, um corretivo com PRNT de 100%, onde um hectare (1 ha) representa $2.000.000 \text{ dm}^3$, na camada de 20 cm superficiais do solo, levando em consideração que os valores de Al, Ca, e de Mg trocáveis e a CTC são expressos em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999; SOUSA, LOBATO, 2004).

Para a determinação real da quantidade de calcário a ser usada por hectare deve levar em consideração: a porcentagem da superfície do terreno a ser coberta na calagem (SC); até que profundidade (cm) será incorporado o calcário (PF); e a porcentagem do poder relativo de neutralização total do calcário a ser usada (PRNT). A partir dessas informações, a quantidade de calcário a ser usada (QC), por unidade de área (t/ ha) será calculada pela seguinte fórmula: $QC = NC \times (SC / 100) \times (PF / 20) \times (100 / PRNT)$, conforme recomendações de Alvarez V., e Ribeiro (1999).

Quanto à época ideal de aplicação de calcário, é necessário que haja umidade suficiente, para que esse produza efeitos desejáveis e ocorra a reação no solo de forma eficiente. No entanto, existe a ocorrência de estação seca no Cerrado, predominantemente de maio a setembro, período esse, que o solo apresenta pouca umidade. Dessa forma, à época ideal para a prática da calagem destaca-se principalmente no final do período chuvoso ou no final do período seco e início do período chuvoso, no mínimo 60 dias antes da semeadura (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999; SOUSA, LOBATO, 2004).

A forma mais comum de aplicação de calcário é aquela em que há a distribuição uniforme do corretivo seguida de incorporação e sem incorporação ao solo nos casos de adubação de manutenção (principalmente em pastagens); de forma parcelada em caso de doses altas, ou seja, a partir de 5 t ha⁻¹; ou aplicado em sulco junto a linha de semeadura, neste caso, com a aplicação de doses menores do corretivo no solo (SOUSA, LOBATO, 2004).

2.4 Adubação fosfatada

O fósforo (P) é um dos nutrientes mais importantes para a produção agrícola nos solos da Região do Cerrado, onde a disponibilidade desse elemento em condições naturais é muito baixa. Característica essa, aliado a alta capacidade de retenção do P na fase sólida do solo, caracteriza-se como a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola sustentável, sem a aplicação de adubo fosfatado. Dessa forma, a adubação fosfatada torna-se uma prática imprescindível para a melhoria neste ambiente (SOUSA, LOBATO, REIN, 2004).

Muitos solos de Cerrado foram incorporados ao processo produtivo após a correção com calcário dolomítico, fosfatagem e adubação formulada no sulco de

plantio em culturas anuais, principalmente na soja e no milho. A manutenção da fertilidade nesses casos, tem sido mantida por meio de adubação de manutenção e práticas conservacionistas de uso e manejo do solo (MACEDO, 2004).

A prática de correção da acidez do solo (calagem) contribui para aumentar a disponibilidade de P no solo, e a eficiência de fertilizantes fosfatados. A resposta da adubação fosfatada depende da disponibilidade de P no solo, além da disponibilidade de outros nutrientes essenciais à espécie implantada ou a variedade cultivada e das condições climáticas ambientais locais (SOUSA, LOBATO, REIN, 2004).

O fósforo (P) deve ser aplicado, preferencialmente no início da estação chuvosa, assim como outros nutrientes similares a este, excetuando-se o nitrogênio, que deve ser aplicado preferencialmente na forma parcelada durante o período chuvoso ou, mais especificamente no terço final deste período, preferivelmente com fontes menos voláteis como sulfato de amônio ou nitrato de amônio (WERNER, 1984).

As informações para implantação de pastagens no Cerrado são satisfatórias para o estabelecimento adequado de espécies forrageiras. A dificuldade, no entanto, reside nas recomendações de adubação em manutenção, sendo que a experimentação sob pastejo, torna-se indispensável, sobretudo de médio e longo prazo, para a obtenção de dados de forma determinante. Experimentos de curta duração tornam-se factíveis, depois de ter tomado conhecimento de várias séries históricas, sob diferentes ecossistemas e sistemas de produção (MACEDO, 2004).

2.4.1 Fósforo no solo

No solo, o P pode ser encontrado em formas orgânicas e inorgânicas. As plantas absorvem a maior parte do P em forma de ortofosfato (biácido e monoácido), onde o pH do solo influi em grande parte, na proporção em que estas formas de P estão disponíveis para absorção pela planta (DECHEN, NACHTIGALL, 2007).

Os teores adequados de P no solo para espécies muito exigentes, variam de 5 mg dm⁻³ a 45 mg dm⁻³ de P, em solos muito argilosos (> 60 % de argila) e arenosos (< 15 % de argila), respectivamente. Desta forma, quanto menor o percentual de argila no solo, maior será necessidade de P, devido a capacidade de

retenção em função da classe textural do solo (ALVAREZ V. *et al.*, 1999; VILELA *et al.*, 2004; CANTARUTTI, 1999).

2.4.2 Fósforo na planta

Dezessete elementos são considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, o P está entre os nove primeiros que participam dos tecidos vegetais (excetuando-se o K) e representam, 99 % de sua massa, aproximadamente. Conforme os critérios de essencialidade, a deficiência de um elemento essencial impede que a planta complete o seu ciclo vital, sendo que este não pode ser substituído por outro elemento semelhante e, esse elemento participa diretamente do metabolismo da planta promovendo seu desenvolvimento (DECHEN, NACHTIGALL, 2007).

O P desempenha função importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, dentre outros processos que ocorrem na planta. É importante na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP), como componente de muitas proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos e substratos metabólicos. Além disso, o P promove a rápida formação e crescimento de raízes. É vital na formação de sementes, e está envolvido na transmissão de características hereditárias (DECHEN, NACHTIGALL, 2007).

Dechen e Nachtigal (2007) destacam ainda que, os teores de P na planta podem variar de 0,5 a 3,0 g kg⁻¹ na matéria seca, considerando que os teores entre 1,0 e 2,0 g kg⁻¹ são adequados para o desenvolvimento normal da planta, enquanto teores abaixo de 1,0 g kg⁻¹ e acima de 3,0 g kg⁻¹ podem apresentar sintomas de deficiência (folhas torcidas) e toxidez (manchas vermelho-escuras nas folhas), respectivamente, sobretudo nos tecidos mais velhos da planta (porte pequeno), visto que o P se move mais rapidamente dos tecidos mais velhos para os mais jovens.

2.4.3 Fósforo na nutrição animal

O teor de matéria mineral (cinzas) no organismo animal situa-se entre 2 e 5%, sendo que, essa quantidade é variável em função das peculiaridades de cada espécie, raça e até mesmo das características individuais. O P faz parte do grupo de

elementos que compõe cerca de 6,15 % do total dos elementos presentes nas cinzas, juntamente com o nitrogênio (N), potássio (K), cloro (Cl), sódio (Na), cálcio (Ca), enxofre (S) e magnésio (Mg), enquanto 93,70 % são formados por oxigênio, carbono e hidrogênio, e 0,15 % contém os restantes minerais, alguns em quantidade ponderal outros em estado de traços, totalizando pelo menos 36 elementos minerais, dos quais 25 destes são considerados essenciais (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Considerando a composição elementar média, o P representa o sexto elemento mais abundante no organismo animal, tomando por base a composição da matéria seca de um mamífero (ANDRIGUETTO et al., 2002). Além disso, o P está ligado diretamente às ações de transferência de energia ligadas ao metabolismo celular (função energética), atua juntamente com outros elementos minerais na função plástica¹ (Ca, P, Mg), enquanto outros elementos estão ligados à função físico-química² e de papel funcional³ (ANDRIGUETTO et al., 2002).

O P é encontrado entre de 0,9 a 1,1 % em concentração total no organismo animal. Onde suas formas são representadas por vários compostos fosforados orgânicos ou minerais, distribuídos nos tecidos e desenvolvendo diferentes funções. Dentre os compostos minerais destacam-se os organofosforados de cálcio, de magnésio, amoniacaais, magnesianos, de sódio e de potássio. Já os compostos orgânicos são representados pelas hexoses e triose-fosfatos, ácido creatino-fosfórico, ácido fosfoglicéricos, ácido fosfopirúvico, acetil-fosfatos, ácido fosfórico dos fosfoaminolipídios ácido fosfórico dos nucleotídios e das fosfoproteínas (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Dentre os ruminantes explorados economicamente, os bovinos são os animais que mais sofrem por deficiência de fósforo, normalmente pelo seu tipo de alimentação, quando baseados apenas na alimentação com forragem, sobretudo com baixos níveis de fósforo em sua composição (ANDRIGUETTO et al., 2002). Em estudos realizados em várias regiões e em área de Cerrado (Brasília), foram observadas diferentes concentrações da quantidade média de P em pastagens

¹ Constituem fundamentalmente o protoplasma, estruturas e o tecido ósseo (ANDRIGUETTO et al., 2002).

² Estabelecem e mantem a pressão osmótica, bem como são necessários para a realização do equilíbrio acidobásico (K, Na); atuam no condicionamento da permeabilidade celular (Ca, Mg), bem como no controle da excitabilidade neuromuscular (Na, k, Ca e Mg) (ANDRIGUETTO et al., 2002).

³ Participam da constituição das enzimas, vitaminas, secreções, hormônios e fazem papel de transportadores (ANDRIGUETTO et al., 2002).

nativas em diferentes estações do ano: primavera (0,060 %), verão (0,061 %), outono (0,052 %), e inverno (0,066 %) sobre a matéria seca, segundo Andriguetto et al. (2002). O teor ótimo de P nas pastagens é de 0,3 a 0,4 % na matéria seca, sendo que a utilização do fósforo pelo animal adulto é de 50 %, enquanto nos animais jovens é de até 90 % (ANDRIGUETTO et al., 2002).

2.4.3.1 Fósforo na reprodução animal

O P desempenha papel importante em vários aspectos relacionados com a fertilidade, sua deficiência está direta e indiretamente relacionada ao atraso no desenvolvimento e amadurecimento dos órgãos sexuais; irregularidades no ciclo estral; e no nascimento de bezerros fracos. No entanto, não se recomenda ultrapassar mais de 10 g da necessidade alimentar diária do animal, pois pode influenciar negativamente (prolongamento) no intervalo entre partos (ANDRIGUETTO et al., 2002).

A alimentação representa 67,16% das causas de infertilidade em bovinos, enquanto as causas infecciosas, e outras não relacionadas (genética, climática e hormonal), representam 21,13% e 11,17%, respectivamente. Com relação as causas de infertilidade de origem alimentar, o P é responsável por 33,36%, enquanto o Ca juntamente com o P representa 13,64%; o Mn 11,76%; Ca 7,21%, Cu 6,19% e os minerais globais responsáveis por 29,84 %, dentre as causas de infertilidade de origem alimentar. Para os ruminantes, a relação satisfatória de Ca/P é de 2:1, podendo variar entre 1,5:1 e 2:1, de acordo com a fase de desenvolvimento do animal, considerado o metabolismo dos mesmos. Desta forma, nota-se que equilíbrio desses elementos minerais são imprescindíveis na alimentação e nutrição de ruminantes (ANDRIGUETTO et al., 2002).

2.5 Calagem e adubação de manutenção

Quando adubadas (supridas) no estabelecimento, as pastagens necessitam de menores doses de fertilizantes na fase de manutenção, respeitando a lei dos incrementos decrescentes, conforme as leis gerais da adubação (VOISIN, 1973; CANTARUTTI, et al., 1999; VILELA, et al., 2004).

Respeitando recomendações já expressas, a adubação fosfatada de pastagens em solos de baixa disponibilidade de P, varia de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para sistemas de baixa tecnologia (com teor de argila abaixo de 15%), a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em sistemas de alto nível tecnológico (com teor de argila maior que 60%), na adubação de estabelecimento (CANTARUTTI, et al., 1999). Já na recomendação de adubação para manutenção recomenda-se de 15 a 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nos sistemas de baixo a alto nível tecnológico, para solos arenosos com baixa disponibilidade de fósforo (P), conforme recomendações de Cantarutti et al., (1999).

Para recomendação de adubação fosfatada em decorrência da análise do solo e da exigência das espécies forrageiras, as doses podem variar de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para adubação de estabelecimento em espécies pouco exigentes a espécies muito exigentes, com baixa e muito baixa disponibilidade de P, respectivamente, em solos com menos de 15% de argila (VILELA, et al., 2004).

A adubação fosfatada de manutenção deve ser aplicada a lanço em cobertura em uma única dose no início da estação chuvosa. A mesma orientação deve ser seguida para adubação potássica (K), para aplicações iguais ou inferior a 40 kg ha⁻¹ de K₂O, ou seja, doses superiores devem ser parceladas em três aplicações com intervalos de 30 dias (CANTARUTTI, 1999).

A recomendação de adubação com potássio (K) para a manutenção de pastagens em sistema de médio nível tecnológico, considerando a disponibilidade do nutriente na análise do solo é de 40 kg ha⁻¹ de K₂O, consoante recomendações de Cantarutti et al. (1999). No entanto, não se recomenda adubação potássica para pastagem solteira (gramínea não consorciada), quando o teor de K está acima de 50 mg dm⁻³ (VILELA et al., 2004).

De modo geral, quanto as recomendações de adubação de manutenção de pastagens em sistemas de baixo, médio, e alto nível tecnológico, aplicado a espécies de pouca exigência, exigentes e muito exigentes, tem-se obtidos bons resultados em produção de matéria seca (MS) com aplicações a partir de 15 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solos arenosos com baixa a muito baixa disponibilidade de P. Com doses bienais, ou seja, a cada dois anos de exploração de uso da forragem (CANTARUTTI, et al., 1999; VILELA et al., 2004).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Características da área experimental

3.1.1 Localização e descrição do experimento

O experimento foi realizado no setor de Zootecnia III (Zoo III) da Unidade Escolar de Produção (UEP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus Araguatins*, localizado à uma altitude de 116 m, latitude 05° 38' 23,9" Sul (S) e longitude 48° 04' 04,9" Oeste (W).

O local específico desse estudo foi desenvolvido no setor de Recria da UEP (Zoo III), em uma área experimental com 20m de largura por 24 m de comprimento, resultando em uma área total de 480 m². As parcelas experimentais foram constituídas de 3 m de comprimento por 5 m de largura, as quais totalizaram uma área de 15 m², individualmente.

O experimento foi conduzido em condições ambientais locais de campo em Araguatins – TO, no período de novembro de 2017 a abril de 2018, período em que o *Panicum maximum* cv. Mombaça foi submetido à diferentes tratamentos, e a avaliações de variáveis agrônômicas. Foram feitos cortes mensais, em uma área útil de 1m² por parcela, 30 dias após o corte de uniformização das parcelas (FREITAS, et al., 2007; JANK et al., 2010).

Durante o período experimental foram realizadas cortes a partir do terceiro mês (fevereiro de 2018) do início do experimento. O experimento foi iniciado em novembro de 2017 a partir da aplicação de calcário na área, conforme recomendações, baseadas na análise do solo.

Passados setenta dias após a calagem para a correção da acidez do solo, foram realizadas diferentes dosagens de adubação com fonte de fósforo (P) para correção da deficiência do nutriente no solo, a fim de se obter com estas, a dose mais eficiente para a espécie forrageira. Também, foram realizadas as devidas correções da deficiência de potássio (K), com doses idênticas para todas as parcelas, com 40 kg ha⁻¹ de K₂O, considerando teores médios de disponibilidade de K no solo, conforme interpretação do resultado da análise do solo, a fim de promover iguais condições de desenvolvimento para a cultura forrageira (ALVAREZ V, et al., 1999; CANTARUTTI et al., 1999).

Quanto à realização da presente pesquisa, essa figura-se do tipo experimental e bibliográfica quanto aos procedimentos técnicos metodológicos, de campo quanto ao local de realização, exploratória e explicativa quanto aos objetivos, quantitativa e qualitativa quanto à abordagem e aplicada quanto a natureza de realização.

3.1.2 Amostragem e resultados da análise do solo

A amostragem do solo é a primeira e umas das principais etapas da avaliação da fertilidade do solo, pois, a partir dos resultados das análises químicas e físicas de amostras do solo (simples e composta), poderá proceder-se com a interpretação e a recomendação de adubos e corretivos para a área em experimentação (CANTARUTTI, ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999).

Foram coletadas amostras representativas da área, de forma mais homogênea possível. Por se tratar de uma área com características de solo (cor, textura, condições de drenagem) bastante homogêneas, procedeu-se a coleta de 20 amostra simples para compor uma amostra composta, caracterizada como parte representativa da área, para posteriormente serem submetidas a análises físicas e químicas em laboratório. A profundidade da coleta fez-se necessária até os 20 cm superficiais do solo. A amostra foi devidamente acondicionada em saco plástico adequado (limpo) e devidamente identificado. (SANZONOWICZ, 2004; CANTARUTTI, ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999).

A amostra foi recebida e feita as respectivas análises no Laboratório de Análises de Solo do IFTO – *Campus Araguatins*. Os resultados foram expressos prioritariamente em volume ou em massa de terra fina seca ar (TFSA) de acordo com a forma de medida da subamostra da análise correspondente, e, em porcentagem para as análises física do solo (LOPES, ALVAREZ V. 1999).

Conforme o relatório das análises química e física do solo, realizado no laboratório de Solos do IFTO – *Campus Araguatins*, apresentaram os seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1 - Resultado das análises químicas e físicas do solo

Amostra	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
--- cm ---	-	---- mg dm ⁻³ ----		----- cmol _c dm ⁻³ -----			
0 - 20	5,5	2,20	61	1,4	0,6	0,1	1,32
S	T	V%	M.O	Areia	Argila	Silte	
----- cmol _c dm ⁻³ -----		-- % --		----- % -----			
2,16	3,48	62,03	1,84	78,19	11,44	10,37	

Fonte: Laboratório de análises de solos do IFTO – *Campus Araguatins* (2017)

O solo é do tipo arenoso (areia franca), quanto à classe textural, pois, apresenta menos de 15% de argila em sua composição (EMBRAPA, 1988; RIBEIRO, GUIMARÃES, ALVAREZ V., 1999).

Os resultados das análises das amostras de solo na camada de 0 a 20 cm demonstraram alto teor (> 1,5) de matéria orgânica, baseado no grupamento da classe textural do solo.

Os teores adequados a altos de matéria orgânica encontram-se entre 1,5 a 5,2, de acordo com a recomendação para cada classe textural de solo (arenosa, média, argilosa e muito argilosa), conforme destacam Sousa e Lobato (2004).

3.1.3 Dados de condições climáticas

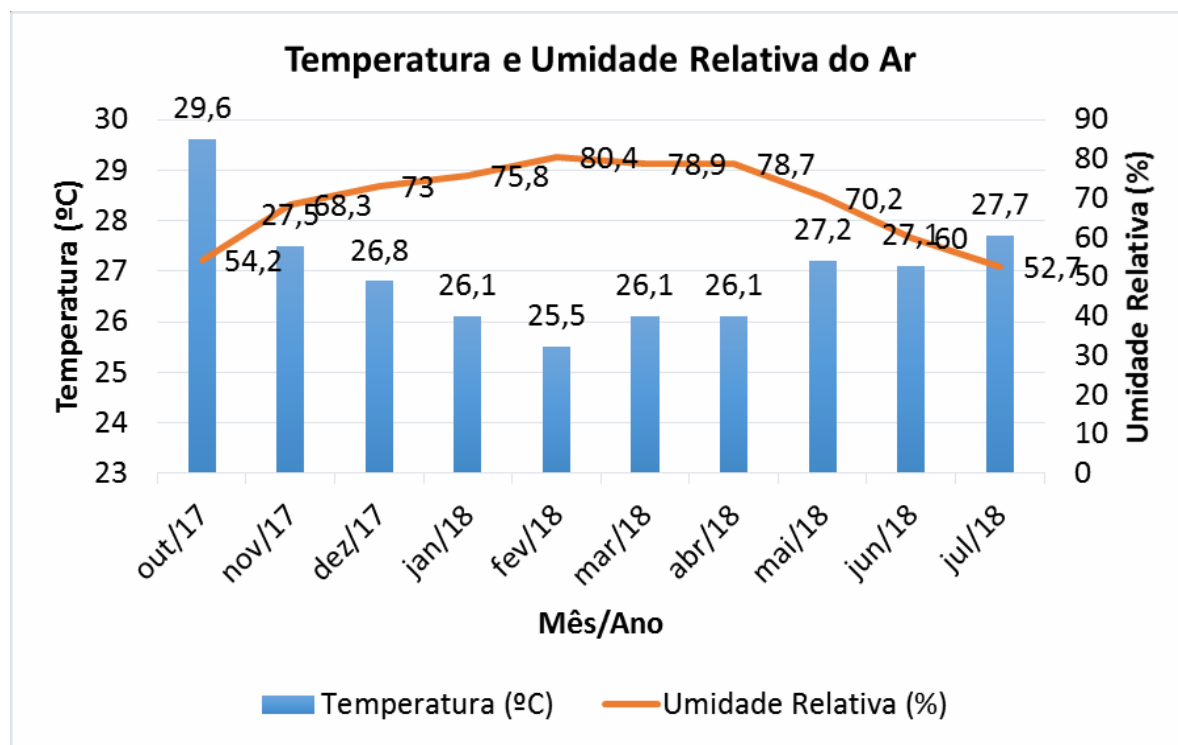
Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é do tipo Aw, clima tropical com estação seca no inverno (UFG, 2017). A região apresenta estação chuvosa bem definida predominante entre os meses de novembro a abril, e estação seca de maio a outubro (INMET, 2018).

Os parâmetros meteorológicos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) foram obtidos da estação meteorológica de superfície automática de Araguatins – TO, a qual é composta por uma unidade central, ligada a vários sensores de observação meteorológica, que integra os valores observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente a cada hora (INMET, 2018). A partir dos dados meteorológicos disponíveis, foram calculadas as médias mensais de

temperatura, umidade relativa do ar e as médias mensais de precipitação, durante o período de outubro de 2017 a julho de 2018.

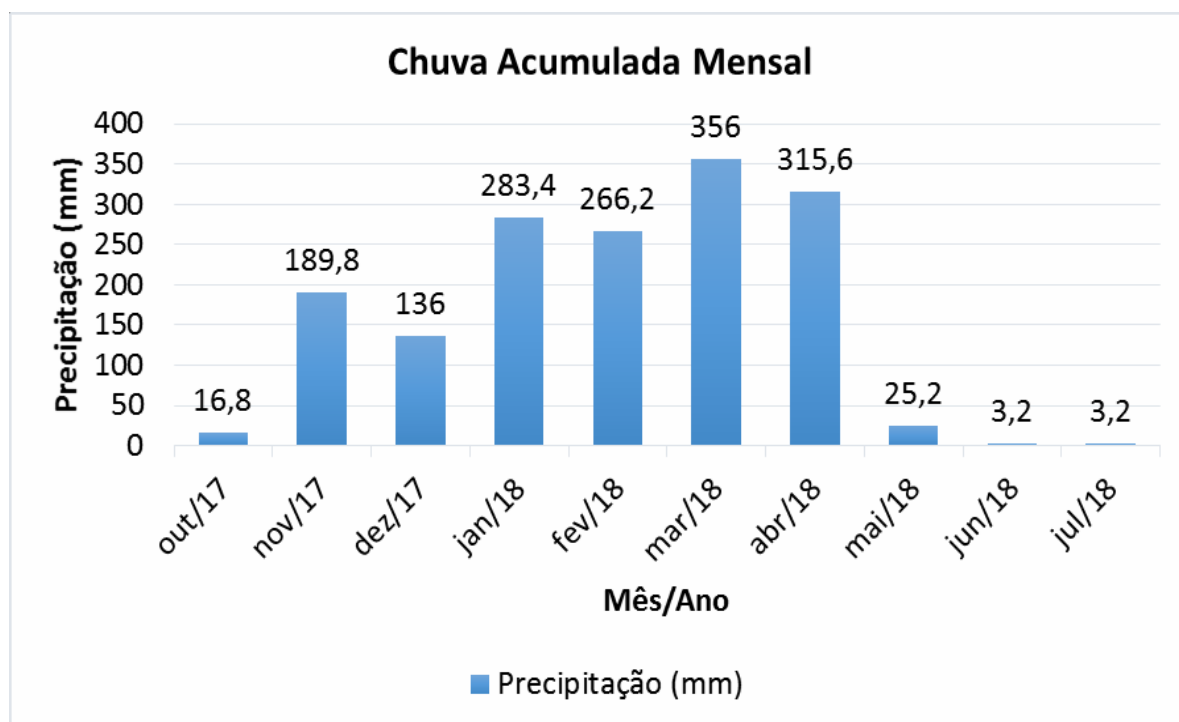
A média de temperatura durante os meses de novembro de 2017 a abril de 2018 (período coincidente com a correção do solo, adubação e cortes da pastagem) foi de 26,35 °C, com a menor valor no mês de fevereiro de 2018 com 25,5 °C. Já a média de umidade relativa nesse mesmo período correspondeu a 75,85 %, obtendo assim, a maior média em fevereiro de 2018, com 80,4 % de umidade relativa, revelando-se valores inversamente proporcional à temperatura, porém, ambos indispensáveis para manutenção do equilíbrio do ambiente de produção.

Gráfico 1 – Média mensal de temperatura e umidade relativa do ar



Fonte: INMET (2018)

Durante a condução experimental (novembro de 2017 a abril de 2018) foram obtidas precipitações acumuladas de 1547 mm, que contribuiu satisfatoriamente para o desenvolvimento e manutenção da pastagem de forma eficiente.

Gráfico 2 – Precipitação média mensal

Fonte: INMET (2018)

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O *Panicum maximum* cv. Mombaça foi submetido a diferentes tratamentos, constituídos prioritariamente de níveis de P, com e sem calagem. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial com dois fatores (4x2), e quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais.

O experimento foi composto por quatro diferentes níveis de fósforo com e sem dosagem de calcário em superfície, totalizando 8 tratamentos experimentais:

- T1 – 0 kg Calcário e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T2 – 1000 kg Calcário e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T3 – 0 kg Calcário e 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T4 – 1000 kg Calcário e 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T5 - 0 kg Calcário e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T6 – 1000 kg Calcário e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T7 – 0 kg Calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T8 – 1000 kg Calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

O método utilizado para recomendação da Necessidade de Calagem (NC) foi o da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Buscou-se com as doses de calcário, principalmente, elevar os níveis de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) a teores adequados, além de corrigir a acidez e neutralizar o alumínio (Al) presente no solo.

O valor da capacidade tampão do solo (Y) foi de 1,0, considerando a textura arenosa (0 a 15% de argila) do solo. Já para correção dos níveis de Ca e Mg, será considerado a exigência desses nutrientes (X) de 3,0 cmol_c/ dm³, e valores máximos de saturação por Al^{3+} tolerado pela cultura (Mt) de 25%, conforme recomendações para o *Panicum maximum* cv. Mombaça (ALVAREZ V., RIBEIRO, 1999; SOUSA, LOBATO, 2004). Portanto, a necessidade de calagem (em t/ há) foi calculada pela seguinte fórmula:

$NC = Y (Al^{3+} - (Mt \times T / 100) + (X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})))$, onde: T= Capacidade de troca de cátions (CTC efetiva) ou S + H + Al.

Para correção do solo, foi utilizado calcário dolomítico, de aspecto físico pó, e composição com Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) mínimo de 80%. O corretivo foi aplicado no solo 70 dias antes da adubação fosfatada, a fim de assegurar o fornecimento adequado de Macronutrientes essenciais (Ca e Mg), além de aumentar a eficiência de adsorção do fósforo no solo, pelas raízes.

A adubação fosfatada realizada durante a estação chuvosa, levando-se em consideração o nível do nutriente na análise de solo, foi ser realizada entre 60 e 90 dias após a calagem. Desta forma, foram seguidas recomendações para adubação de manutenção, em médio nível tecnológico, aplicado à espécie muito exigente em fertilidade do solo.

Foi utilizado como fonte de P na adubação da pastagem, o Superfosfato Simples (SS), no qual esse, apresenta garantias mínimas de 16 % de P_2O_5 (sol. em H_2O) a 18 % de P_2O_5 (sol. em CNA + H_2O). O SS apresenta ainda, teores totais de 18% de Cálcio (Ca) e 11 % de Enxofre (S) em sua composição.

3.3. Variáveis analisadas

A área útil destinada à amostragem da pastagem foi de 1 m² em cada parcela, onde ocorreram a coletas das amostras para análises em laboratório de algumas características agrônômica do *Panicum maximum* cv. Mombaça.

As variáveis analisadas foram: altura de plantas (AP); produção de matéria verde (MV); porcentagem de matéria seca (MS) e porcentagem de matéria mineral (MM) ou cinzas da forragem.

- a) Altura média de plantas (AP): Foi mensurada a partir do nível do solo até o ápice de plantas (cm), obtendo-se três medidas por parcela, e totalizando doze medições por tratamento. A esta variável foi atribuída a taxa de crescimento diário da forragem - TCF (cm/ dia), obtida pela diferença entre a altura total da planta e a altura do resíduo pós-pastejo medido anteriormente, e dividido pelo intervalo de dias entre medições.
- b) Produção de matéria verde (MV): Representa o peso (kg) da forragem verde cortada a 50 cm acima no solo. A esta variável foi atribuída a taxa de acúmulo de forragem – TAF (kg ha⁻¹ dia de MV), e a biomassa total da forragem – BTF (kg ha⁻¹ de MV). A primeira característica é obtida a partir da massa fresca cortada e pesada acima do resíduo pós-pastejo anterior, e dividida pelo intervalo de dias entre as medições, enquanto a segunda representa a biomassa da forragem acumulada por unidade de área (hectare).
- c) Porcentagem de matéria seca (MS): A determinação MS da forragem é possível pela eliminação do conteúdo de água, por meio da pré-secagem e da secagem definitiva (MIZUBUTI, 2009). O teor de MS representa a denominada amostra seca em estufa (ASE), obtida pela desidratação da amostra da forragem com ventilação forçada de ar, e em estufa isenta de ventilação forçada de ar, sob uma temperatura igual ou superior à de ebulição da água (SILVA, QUEIROZ, 2002).
- d) Porcentagem de matéria mineral (MM): A matéria mineral ou cinzas representa o resíduo remanescente, após a remoção de toda a umidade da forragem e, o material orgânico (gorduras, proteínas, carboidratos, vitaminas, ácidos orgânicos e outros) após ter sido aquecido a alta temperatura. A MM contém os cátions: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, alumínio; e ânions: sulfato cloreto, silicato e fosfato, principalmente.

3.4. Colheita e procedimentos de avaliação de amostras da forragem

As colheitas das amostras da forragem para análises foram feitas manualmente, com o auxílio de uma tesoura de poda e de uma moldura de 1 m².

Após feitos os cortes de amostragem na forragem, a até experimental foi pastejada por animais (bovinos) em fase de recria e posteriormente realizado o corte de uniformização das parcelas, a uma altura de 50 cm acima do nível do solo.

Após os cortes da forragem, fez-se o acondicionamento das amostras em recipiente adequado (sacos de plástico) e posterior pesagem. As amostras foram identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Bromatologia e Microbiologia de Alimentos (LBMA) do IFTO – *Campus Araguatins*, onde foram armazenadas em sacos de papel. Posteriormente ao encaminhamento imediato para o laboratório, foi retirada uma subamostra média de 500g de cada tratamento para proceder com a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar por até 72 horas (2 a 3 dias) a uma temperatura média de 60°C, a fim de determinar a matéria pré-seca ou amostra seca ao ar (ASA), precursora da matéria seca da pastagem, conforme recomenda Mizubuti et al., (2009) e Silva & Queiroz (2002).

Considerando a dificuldade na mistura de materiais de diferentes tamanhos, as amostras da gramínea (poaceae) foram cortadas em tamanhos de 2,5 a 5,0 cm. Após a homogeneização, foi retirada amostras compostas, as quais foram secas, moídas e peneiradas em peneira e 1 mm (MIZUBUTI, 2009).

A análise da forragem teve como objetivo o conhecimento da composição química e pode ser realizada por vários métodos analíticos. Desta forma nenhum método pode ser considerado único ou melhor, visto que, deve-se sempre que possível experimentar novos métodos e compará-los com aqueles de rotina (MIZUBUTI, 2009).

O método mais utilizado para as análises proximal da forragem é o conhecido método Weende, normalmente, utilizado desde 1864, com técnicas parecidas, com exceção para análise do nitrogênio. As análises clássicas visam obter informações sobre alguns componentes do alimento, tais como: matéria seca (MS) e material mineral (MM), conforme recomenda Silva e Queiroz (2002).

1) Medição da altura de plantas

A altura média das plantas (AP) foi mensurada com o auxílio de uma trena graduada, de 5 m de comprimento, sendo realizada três medições por área útil da parcela, totalizando doze medidas amostrais simples por tratamento.

2) Determinação da matéria verde

A massa verde (MV) da forragem foi determinada com o auxílio de um quadrado de 1 x 1 m, no qual foi lançado na área útil, coletando-se uma amostra por parcela, totalizando quatro amostras por tratamento. O corte da forragem delimitado pelo quadrado foi feito a uma altura média de pastejo de 50 cm acima do solo.

Após a coleta das amostras, essas foram pesadas e calculada a média de todos os valores agrupados por tratamento em cada repetição, a fim de se obter a biomassa total da forragem (BTF) por hectare ($\times 10.000$) e o taxa de acúmulo diário da forragem (TAF).

3) Determinação da matéria seca

O método mais comum para determinar a matéria seca (MS) consiste na eliminação da água livre por meio do calor, seguida da determinação do peso do resíduo. Este método indireto, foi feito em duas etapas, devido ao alto teor de umidade da forrageira, em contrapartida com alimentos de baixo teor de umidade como grãos (leguminosas e cereais). A pré-secagem consiste na primeira etapa, enquanto a secagem definitiva compreende a segunda etapa, utilizando-se uma temperatura de 60°C e posteriormente a 105°C, respectivamente.

Os principais materiais e equipamentos utilizados foram: balança analítica com precisão de 0,0001 g; Estufa de secagem com circulação forçada de ar, regulada a 60°C (com variação de até 5°C, para mais ou para menos); estufa de secagem regulada a 105°C; dessecador com sílica gel; pesa filtros; cadinhos de alumínio com tampa (limpos e secos); pinças e espátulas, conforme metodologia adotada pelo LBMA do IFTO – *Campus Araguatins*, conforme recomendações de Mizubuti et al., (2009).

Foram considerados os seguintes cálculos, para determinação da MS:

$$\% ASE = ASE / ASA \times 100;$$

$$ASA = (PF + ASE) - PF;$$

$$ASE = (PF + ASE) - PF.$$

Concentração de MS:

$$\% MS - \% ASE \text{ (amostra com baixo teor de umidade);}$$

$$\% MS = \% ASA \times \% ASE / 100 \text{ (amostra com alto teor de umidade).}$$

Em que: ASE – Massa de amostra seca em estufa, em g; ASA – massa de amostra seca ao ar, em g (amostra pré-seca); PF – Peso do cadinho com tampa, em g; % MS - % matéria seca; % ASA - % amostra seca ao ar (pré-seca); e % ASE - % amostra seca em estufa sem circulação de ar.

4) Determinação da matéria mineral

A matéria mineral (MM) ou cinza foi obtida após o aquecimento da amostra à temperatura de 500 a 600°C, durante quatro horas ou, até a combustão total da matéria orgânica na presença de ar e posteriormente pesada em balança de precisão de 0,0001g. O produto obtido representou a riqueza da amostra em elementos minerais, embora sua composição seja relativamente variável em função do tipo e da composição do alimento. O aquecimento da amostra não poderia ser superior a 600°C, pois a partir desta temperatura alguns cátions e ânions são parcialmente ou totalmente perdidos por volatilização. Foi usado 2 g da amostra para a determinação da MM da forragem (MIZUBUTI, 2009; SILVA, QUEIROZ, 2002).

O principais materiais e equipamentos utilizados foram: balança analítica, com precisão de 0,0001g; cadinhos de porcelana com capacidade de 30 a 50 ml aproximadamente; dessecador; forno mufla, com temperatura controlada; pinças e espátulas (SILVA, QUEIROZ, 2002; MIZUBUTI, 2009).

Foram considerados os seguintes cálculos para a determinação da concentração de MM:

$$\% \text{ MM}_{\text{ASA}} = \text{MM} / \text{ASA} \times 100;$$

$$\text{MM} = (\text{CAD} + \text{MM}) - \text{CAD};$$

$$\% \text{ MM}_{\text{MS}} = \% \text{ MM}_{\text{ASA}} / \% \text{ ASE} \times 100.$$

Em que: % MM_{ASA} - % matéria mineral com base na amostra seca ao ar; MM – massa da matéria mineral em g; ASA – massa da amostra seca ao ar, em g; CAD – peso do cadinho em g; % MM_{MS} - % de matéria mineral com base na matéria seca; e % ASE - % de amostra seca em estufa.

$$\text{Concentração de matéria orgânica (MO): } \% \text{ MO}_{\text{MS}} = 100 - \% \text{ MM}_{\text{MS}}.$$

Em que: % MO_{MS} - % matéria orgânica com base na matéria seca; % MM_{MS} - % matéria mineral com base na amostra seca.

3.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR. Os resultados das análises laboratoriais e de campo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve efeito significativo para altura de plantas (AP) e produção de matéria verde (MV) do *Panicum maximum* cv. Mombaça, quando submetido a diferentes doses de fósforo (P) com e sem calagem (Tabela 2). Este efeito pode estar relacionado com a disponibilidade limitada de P no solo e o consequente baixo efeito residual pela falta de correção inicial, na fase de formação, aliado ao curto espaço de tempo de avaliação da forragem.

Vilela et al. (2004), avaliando a eficiência de diferentes formas de adubação com P na produção de MS de *Brachiaria decumbens*, concluíram que as adubações bienais de P em cobertura, tornam-se mais eficientes, quando precedidas de adubação de P na fase de estabelecimento.

No entanto, houve diferença significativa para blocos em nível de 5% e 1% de probabilidade para AP e MV, respectivamente.

Tabela 2 – Resumo das análises de variância da altura de plantas e da produção de matéria verde do capim Mombaça submetido a diferentes doses de fósforo (P) com e sem calagem

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Altura de Plantas (cm)	Matéria Verde (kg m ⁻²)
Doses de P	3	ns	ns
Calcário	1	ns	ns
Blocos	3	*	**
Doses P x Calcário	3	ns	ns
Erro	21	-	-
Total	31	-	-
CV (%)	-	5,91	21,58
Média geral	-	91,87	0,90
Número de observações		32	

Notas: (*) significativo ao nível de 5% ($P < 0,05$) de probabilidade pelo teste F. (**) significativo ao nível de 1% ($P < 0,01$) de probabilidade pelo teste F. (ns) não significativo.

Os níveis de P com e sem calagem não diferiram estatisticamente para AP e produção de MV, conforme dados apresentados na Tabela 3. Porém, a dose de 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ apresentou médias superiores na produção de MV, tanto com a aplicação do corretivo, como sem a correção do solo com calcário.

As doses de P não influenciaram positivamente a AP, apesar de não ter apresentado diferença significativa quando administradas com calcário. Isso, pode

ser devido à falta de incorporação do calcário no solo, a fim de obter maior superfície de contato com as raízes e promover um melhor aproveitamento do corretivo pela planta forrageira. Dessa forma, a incorporação do calcário previne o desgaste natural da pastagem, pela exploração extensiva do solo.

Segundo Cantarutti et al. (1999), a profundidade efetiva de incorporação natural da calagem e da adubação de manutenção é de aproximadamente 5 a 10 cm superficiais. Sendo que para incorporação de camadas profundas deve-se associar a aplicação de gesso à calagem.

Tabela 3 – Valores médios dos desdobramentos das doses de fósforo (P) para altura de plantas (AP) e produção de matéria verde (MV) do capim Mombaça com e sem correção do solo com calcário

Doses de P (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	AP (cm)		MV (kg m ⁻²)	
	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário
0	88,75 Aa	96,25 Aa	0,94 Aa	0,74 Aa
30	92,50 Aa	91,25 Aa	0,86 Aa	0,99 Aa
80	93,75 Aa	91,25 Aa	1,04 Aa	1,02 Aa
120	92,50 Aa	88,75 Aa	0,80 Aa	0,79 Aa
CV (%)	5,91		21,58	

Nota: As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Oliveira et al. (2007) avaliando o efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico, concluíram que a calagem associada a adubação fosfatada (80 kg ha⁻¹ ano) a cada dois anos favoreceu a produção de forragem e proporcionou aumento significativos nos teores de nutrientes e redução do alumínio no solo. E que a resposta à adubação foi melhor no segundo ano, podendo ocorrer também maiores produções a partir do primeiro ano para adubações com superfosfatos.

Conforme informações apresentadas na Tabela 4, verificou-se que houve efeito significativo para as diferentes doses de P e para blocos em porcentagem de matéria seca (MS) do capim Mombaça. Porém, não houve diferença significativa entre a correção ou não do solo com calagem, nem de suas respectivas interações com as doses de P.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância da porcentagem de matéria seca e de matéria mineral do capim Mombaça submetido a diferentes dosagens de fósforo (P) com e sem calagem

FV	GL	Matéria seca (%)	Matéria mineral (%)
Doses de P	3	*	ns
Calcário	1	ns	ns
Blocos	3	*	ns
Doses de P x Calcário	3	ns	ns
Erro	21	-	-
Total	31	-	-
CV (%)		7,01	26,87
Média geral		24,47	10,23
Número de observações			32

Notas: (*) significativo ao nível de 5% ($p < 0,05$) de probabilidade pelo teste F. (ns) não significativo.

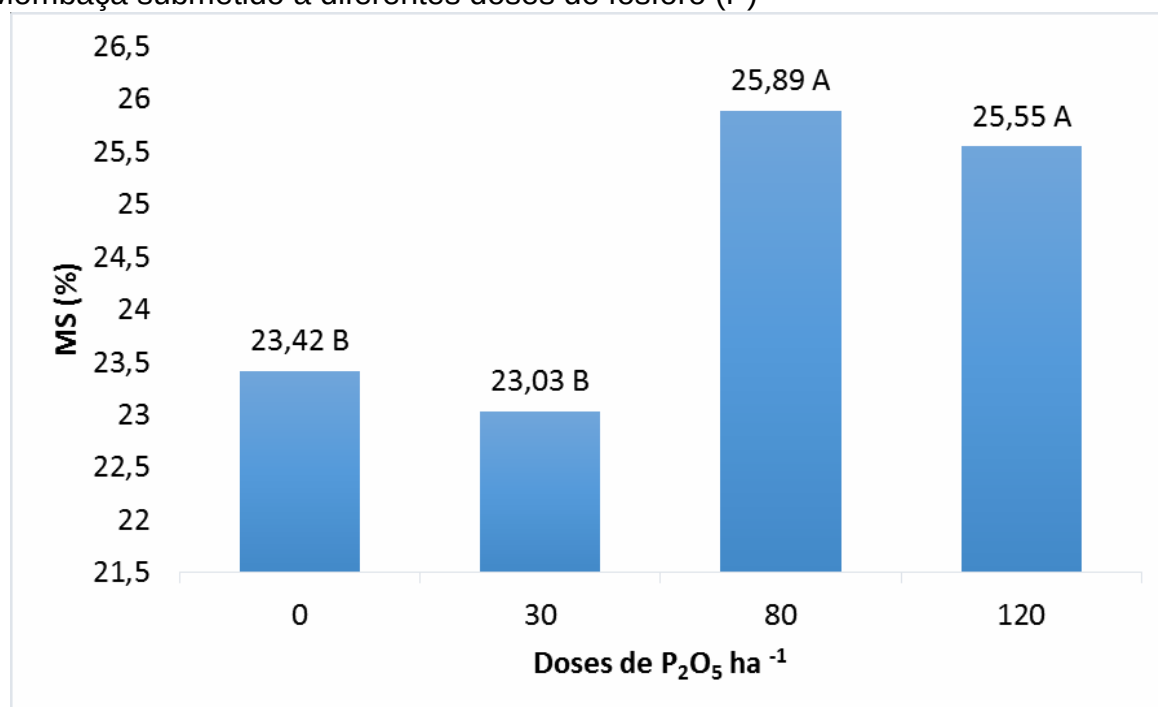
Tanto as doses de P com e sem calagem, bem como suas interações, não tiveram efeitos significativos para porcentagem de matéria mineral (MM). Fato esse, que possivelmente decorre da alta saturação por bases (V%) apresentados na análise de solo (Tabela 1), encontrando-se na faixa ideal para espécie forrageira exigente em fertilidade do solo (62,03%). Dessa forma, não houve interação significativa para MM, principalmente pelo curto espaço de tempo de reação do corretivo aliado à baixa interação com as doses de P, para posterior aproveitamento pela planta forrageira.

Alvares V. e Ribeiro (1999); Sousa e Lobato (2004) destacam ainda, que as faixas adequadas de saturação por bases estão entre 40% e 60%, para plantas forrageiras exigentes e muito exigentes, respectivamente.

Os níveis de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ obtiveram médias superiores em porcentagem de matéria seca (MS), diferindo estatisticamente da dose de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e do tratamento testemunha (Gráfico 3).

Houve destaque para a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ devido a maior produção de MS. Corroborando com Vilela et al. (2004), quando recomendam 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para espécies forrageiras muito exigentes, cultivadas em solos arenosos.

Gráfico 3 – Valores médios da porcentagem de matéria seca (MS) do capim Mombaça submetido a diferentes doses de fósforo (P)



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As doses de 80 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 e 120 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 mostraram-se mais eficientes em produção de MS, quando não submetidas à correção do solo, diferindo estatisticamente dos demais níveis de adubação com P. Ademais, não houve efeito significativo para as doses de P, quando precedidas de aplicação de calcário no solo. Conforme os dados apresentados na Tabela 5.

Vale ressaltar ainda, que a dose de 30 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 obteve maior porcentagem de MS quando administrada após a correção do solo com a calagem, diferindo-se estatisticamente da mesma dose sem a calagem.

Já quanto a porcentagem de MM não houve diferença significativa entre as doses de P e de suas respectivas interações com e sem a calagem.

Tabela 5 – Valores médios dos desdobramentos das doses de fósforo (P) para porcentagem de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) do capim Mombaça com e sem correção do solo com calcário

Doses de P (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	MS (%)		MM (%)	
	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário
0	23,78 Ba	23,06 Aa	9,985 Aa	9,97 Aa
30	21,55 Bb	24,51 Aa	10,44 Aa	9,89 Aa
80	25,70 Aa	26,08 Aa	9,71 Aa	9,80 Aa
120	26,27 Aa	24,83 Aa	10,09 Aa	11,97 Aa
CV (%)	7,01		26,87	

Nota: As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Segundo Magalhães et al. (2007), ao avaliar a influência do nitrogênio e do fósforo na produção da braquiária, concluíram que a pastagem obtém maiores produções de MS quando submetida à adubação nitrogenada. Pois, à medida que a forrageira se desenvolve, sobretudo na fase de pastejo, a demanda de P diminui, enquanto as de N e K aumentam (CANTARUTTI et al., 1999).

Corroborando com Vilela et al. (2004), ao avaliar níveis de adubação de manutenção com N e K na produção de MS de *Brachiaria decumbens*, concluíram que a falta de reposições bienais de P e das anuais de N e K resultaram em reduções semelhantes no rendimento de MS, pois se houver deficiência de algum nutriente no solo, a adubação de manutenção com P pode ser comprometida. Em três anos pode ocorrer perdas superiores à 30% da produção total de MS, quando não satisfeita essa limitação.

Dessa forma, a produção de forragem, assim como as concentrações de MS e MM estão diretamente relacionadas com a disponibilidade dos nutrientes no solo, e o sinergismo entre a adubação fosfatada e nitrogenada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Panicum maximum* cv. Mombaça apresentou melhores resultados em porcentagem de matéria seca, com as doses de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Destacou-se em eficiência produtiva e econômica, a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sem calagem, nas condições ambientais locais de Araguatins – TO.

O capim Mombaça promoveu incremento em matéria seca, quando adubado com 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com calagem, na fase de manutenção da espécie forrageira.

Sugere-se, para trabalhos futuros, o estudo das interações entre doses de fósforo e nitrogênio, assim como o efeito residual da adubação fosfatada e da adubação nitrogenada por vários ciclos de produção do capim Mombaça em manutenção, com e sem calagem em solos de Cerrado.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. et al. **Avaliação de características de crescimento e de produção do capim Mombaça *Panicum maximum* Jacq. Cv Mombaça sob condições irrigadas e em sequeiro em ambiente de Cerrado.** Disponível em: <www.consupec.com.br/enviados/200592491033.pdf> Acesso em 27/07/2017.

ALCÂNTARA, P. B.; GUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas** / Paulo Bardauil Alcântara, Gilberto Bufarah – São Paulo: Nobel, 1999. 162 p.

ALVAREZ V., V. H. et al. **Interpretação dos resultados das análises de solo.** In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvares V., Editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

ALVAREZ V., V. H; RIBEIRO, A. C. **Calagem.** In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvares V., Editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

ANDRIGUETTO et al. **Nutrição animal.** José Milton Andriguetto et al. São Paulo - SP. Ed. Nobel, 2002.

CAMARGO, A. C.; NOVO, A. L. **Manejo intensivo de pastagens.** Embrapa Pecuária Sudeste – São Carlos, SP. 2009, 85 p.

CANTARUTTI, R. B. et al. **Pastagens.** In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvares V., Editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CAUNTARUTTI, R. B.; ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. **Amostragem do solo** In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvares V., Editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COAN, R. M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. Efeitos do inoculante enzimático-bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In: Fertilidade do solo. Editores Roberto Ferreira Novais *et al.* Viçosa – MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

EMBRAPA SOLOS. **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Matopiba**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/2038675/avaliacao-da-aptidao-agricola-das-terras-do-matopiba>> Acesso em 27/07/2017.

EMBRAPA. Serviço Nacional de levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLSC**. Rio de Janeiro, 1988. 67 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** (Online). 2014, vol.38, n.2. Disponível em: ISSN 1413-7054, p. 109-112.

FONSECA, D. M., SANTOS, M. E. R., MARTUSCELLO, J. A. **Importância das Forrageiras no Sistema de Produção**. In: Plantas Forrageiras / Delermundo Miranda da Fonseca, Janaina Azevedo Martuscello, editores. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 537 p.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Plantas forrageiras. Dilermando Miranda da Fonseca, Janaina Azevedo Martuscello. Viçosa, MG : Ed. UFV, 2010. 537 p.

FREITAS, K. R. et al. Avaliação da composição químico-bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Jornal**, Uberlândia, v. 23, n. 3. 2007, 10 p.

IBGE. **Resultados preliminares do Censo Agro 2017**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html> Acesso em 20/ 08/ 2018.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Segunda apuração. Rio de Janeiro – RJ, 2012. 774 p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas**. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em 03/08/2018.

JANK, L. et al. ***Panicum maximum***. In: Plantas Forrageiras / Delermundo Miranda da Fonseca, Janaina Azevedo Martuscello, editores. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 537 p.

LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. **Apresentação dos resultados das análises de solo**. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvares V., Editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

MACEDO, C. M. **Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região do Cerrado**. In: Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura brasileira/ editado por Tsuioshi Yamada e Silvia Regina Stipp e Abdalla. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726 p.

MAGALHÃES, A. F. et al. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção de capim braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 36, n. 5, p. 1240-1246. 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000600004> Acesso em: 07/ 08/ 2018.

MAPA. **Complexo carnes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. 9 p. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas/carnes.pdf/view>> Acesso em: 20/ 08/ 2018.

MARTINHÃO, D.; SOUSA, G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do cerrado**. In: Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura brasileira/ editado por Tsuioshi Yamada e Silvia Regina Stipp e Abdalla. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726 p.

MATSUDA. **Base alimentar da pecuária em países de clima tropical**. In: Sementes para pastagem. Álvares Machado – SP. Portfólio, 2016. 55 p.

MATSUDA. **Suplementação de bovinos criados a pasto na época seca do ano**. 2010. Disponível em <http://www.matsuda.com.br/Matsuda/upload/artigostecnicos/suplementacao_de_bovinos_criados_a_pasto_na_epoca_seca_do_ano.pdf> Acesso em 23 de junho de 2017.

MIZUBUTI, I. Y. et al. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: EDUEL, 2009. 228 p.

OLIVEIRA, P. P. A. et al. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu em Neossolo Qartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Sociedade Bras. de Zootecnia. v. 36, n.6, p. 1715-1728. ISSN on-line: 1806-9290. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Patricia_Oliveira43/publication/262621395_Residual_effect_of_soluble_phosphorus_fertilizers_on_pasture_recovery_Brachiaria_bri>

zantha_cv_Marandu_in_sandy_soil/links/55102bc90cf2a7335e8492ec.pdf> Acesso em: 06/08/2018.

PACIULLO, D. S. C. et al. Disponibilidade de matéria seca, composição química e consumo de forragem em pastagem de capim-elefante nas estações do ano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 4, p. 904-910, 2008.

PEDREIRA, C. G. S; TONATO, F. LARA, M. A. S. **Forrageiras: *Brachiaria*, *Panicum* e *Cynodon***. In: Agrometeorologia dos Cultivos/ José Eduardo B. A. Monteiro. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento, MAPA. Instituto Nacional de Meteorologia, INMET. 2009, 530p.

PEREIRA, José Carlos. **Manejo de Pastagens** / José Carlos Pereira. – 3 ed. Brasília: SENAR, 2009. 104 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ V., V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa – MG, 1999. 359 p.

SANTOS, P. M., CORSI, M., BALSALOBRE M. A. A. Efeito da frequência e da época do ano sobre a produção e qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Ver. bras. Zootec**. v. 28, n. 2, p. 244-249, 1999.

SANZONOWICZ, C. **Amostragem de solos, corretivos e fertilizantes**. In: Cerrado: correção do solo e adubação/ Editores técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Edson Lobato. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 416 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**/ Editores técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Edson Lobato. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 416 p.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. **Correção da acidez do solo**. In: Cerrado: correção do solo e adubação/ Editores técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Edson Lobato. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 416 p.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E; REIN, T. A. **Adubação com fósforo**. In: Cerrado: correção do solo e adubação/ Editores técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Edson Lobato. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 416 p

UFG, Universidade Federal de Goiás. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica__o_Clim__tica_Koppen.pdf> Acesso em 26/07/2017

USDA. **Livestock and Poultry World Markets and Trade**. United States Department of Agriculture. 2018. 29 p. Disponível em:<<https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade>> Acesso em 20/ 08/ 2018.

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação** / Herbert Vilela. 2 ed. – Viçosa MG: Aprenda Fácil. 2011. 340 p.

VILELA, L. et al. **Calagem e adubação para pastagens**. In: Cerrado: correção do solo e adubação/ editores técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Edson Lobato. – 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

VOISIN, A. **Adubos - Novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo, Mestre Jou, 1973. 130 p.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1984. Boletim Técnico 18. 49 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Exemplo de relatório da análise estatística

Arquivo analisado:

C:\Users\Wanderson Lopes\Desktop\Análise\Estatística.dbf

Variável analisada: MATÉRIA SECA (%)

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses de P	3	50.841056	16.947019	5.751	0.0049
Calcário	1	0.682258	0.682258	0.232	0.6354
Blocos	3	52.204594	17.401531	5.905	0.0044
Doses de P*Calcário	3	22.378140	7.459380	2.531	0.0847
Erro	21	61.883341	2.946826		
Total corrigido	31	187.989388			
CV (%) =	7.01				
Média geral:	24.4760844	Número de observações:	32		

Teste Scott-Knott (1974) para a FV DOSES DE FÓSFORO

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 8
 Erro padrão: 0,606921096670486

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
30	23.032725	a1
0	23.425062	a1
120	25.555600	a2
80	25.890950	a2

Teste Scott-Knott (1974) para a FV CALCÁRIO

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,429158023100877

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	24.330069	a1
1000	24.622100	a1

Teste Scott-Knott (1974) para a FV BLOCOS

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 8
 Erro padrão: 0,606921096670486

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	23.112325 a1	
3	23.289825 a1	
1	25.690987 a2	
4	25.811200 a2	

Análise do desdobramento de DOSES DE FÓSFORO dentro de cada nível de: CALCÁRIO

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	/1 3	54.730804	18.243601	6.191	0.0034
DOSE	/2 3	18.488391	6.162797	2.091	0.1305
Erro	21	61.883341	2.946826		

Codificação usada para o desdobramento

Cod. CALCÁRIO

1 = 0

2 = 1000

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de DOSES DE FÓSFORO dentro da codificação: 1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
30	21.552650 a1	
0	23.788525 a1	
80	25.700050 a2	
120	26.279050 a2	

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de DOSES DE FÓSFORO dentro da codificação: 2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	23.061600	a1
30	24.512800	a1
120	24.832150	a1
80	26.081850	a1

Análise do desdobramento de CALCÁRIO dentro de cada nível de:
DOSES DE FÓSFORO

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CALC	/1 1	1.056840	1.056840	0.359	0.5557
CALC	/2 1	17.524976	17.524976	5.947	0.0237
CALC	/3 1	0.291542	0.291542	0.099	0.7562
CALC	/4 1	4.187039	4.187039	1.421	0.2466
Erro	21	61.883341	2.946826		

Codificação usada para o desdobramento

Cod. DOSES DE FÓSFORO

1 = 0
 2 = 30
 3 = 80
 4 = 120

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de CALCÁRIO dentro da codificação:
1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1000	23.061600	a1
0	23.788525	a1

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de CALCÁRIO dentro da codificação:
2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

 Média harmônica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	21.552650	a1
1000	24.512800	a2

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de CALCÁRIO dentro da codificação:
3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 4
Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	25.700050	a1
1000	26.081850	a1

Teste de Scott-Knott (1974) para o desdobramento de CALCÁRIO dentro da codificação:
4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 4
Erro padrão: 0,858316046201753

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1000	24.832150	a1
0	26.279050	a1

ANEXOS

ANEXO A – Interpretação dos resultados da análise de Ca e Mg em amostras de solos do Cerrado da camada de 0 a 20 cm.

Interpretação	Ca	Mg
$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$		
Baixo	< 1,5	< 0,5
Adequado	1,5 a 7,0	0,5 a 2,0
Alto	> 7,0	> 2,0

Fonte: Sousa e Lobato (2004). Obs.: As relações Ca: Mg devem estar no intervalo de 1:1 a um máximo de 10:1, respeitando sempre o teor mínimo de $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ para Mg. As relações de Ca: Mg podem ser interpretadas como estreita (< 2), adequada (2 a 10) e alta (> 10), principalmente, para culturas anuais.

ANEXO B – Interpretação dos resultados da determinação da CTC a pH 7 em amostras de solos do Cerrado da camada de 0 a 20 cm.

CTC a pH 7				
Textura	Baixa	Média	Adequada	Alta
$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$				
Arenosa	< 3,2	3,2 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0
Média	< 4,8	4,8 a 6,0	6,1 a 9,0	> 9,0
Argilosa	< 7,2	7,2 a 9,0	9,1 a 13,5	> 13,5
Muito argilosa	< 9,6	9,6 a 12,0	12,1 a 18,0	> 18

Fonte: Sousa e Lobato (2004). Obs.: Valores de referência para culturas anuais.

ANEXO C – Interpretação dos resultados da análise da matéria orgânica em amostras de solos do Cerrado da camada de 0 a 20 cm.

Textura	Matéria orgânica			
	Baixa	Média	Adequada	Alta
%				
Arenosa	< 0,8	0,8 a 1,0	1,1 a 1,5	> 1,5
Média	< 1,6	1,6 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0
Argilosa	< 2,4	2,4 a 3,0	3,1 a 4,5	> 4,5
Muito argilosa	< 2,8	2,8 a 3,5	3,6 a 5,2	> 5,2

Fonte: Sousa e Lobato (2004). Obs.: Valores de referência para culturas anuais.