



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINARIA E ZOOTECNIA
CAMPUS ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

JULIANA SILVA DE OLIVEIRA

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO DIFERIMENTO E REBROTA
DO CAPIM MARANDU**

**ARAGUAÍNA-TO
2021**

JULIANA SILVA DE OLIVEIRA

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO DIFERIMENTO E REBROTA
DO CAPIM MARANDU**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, junto ao programa de pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos.

**ARAGUAÍNA-TO
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- O48a Oliveira, Juliana Silva de .
Adubação Fosfatada no diferimento e rebrota do capim Marandu. /
Juliana Silva de Oliveira. – Araguaína, TO, 2021.
94 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do
Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-
Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2021.
Orientador: José Geraldo Donizetti dos Santos
1. Adubação fosfatada. 2. Diferimento de pastagem. 3. Fosfato
natural. 4. Capim Marandu. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que
citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

JULIANA SILVA DE OLIVEIRA

**ADUBAÇÃO FOSFATADA NO DIFERIMENTO E REBROTA DO CAPIM
MARANDU**

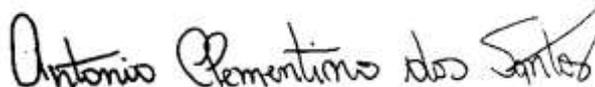
Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade federal do Tocantins em 14 de junho de 2021, sendo avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela banca examinadora.

Data de aprovação: 14/06/2021

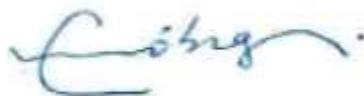
Banca Examinadora



Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos
ORIENTADOR (UFT)



Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos
EXAMINADOR (UFT)



Prof. Dr. Elcivan Bento, da Nóbrega
EXAMINADOR (UFT)



Prof. Dr. Durval Nolasco das Neves Neto
EXAMINADOR EXTERNO (UNITPAC)

Araguaína, Tocantins, 2021.

*Dedico essa dissertação ao meu amado filho
Emiliano por todo o amor e ao meu esposo
Kennedy, pelo incentivo diário.*

*“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os
seus planos serão bem-sucedidos”
(Provérbios 3:16)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir chegar até esse momento, cada degrau dessa escada representa muita luta.

A Nossa Senhora de Fátima, minha santinha, obrigada por seu poderoso amparo.

Ao meu querido esposo Rennedy por ser meu incentivador, obrigada por acreditar em mim. Sou grata pela compreensão, apoio, cuidado, por cuidar do meu pequeno quando eu não podia cuidar.

Ao meu amado filho Emiliano, por sempre me esperar com alegria no rosto, parte da força sempre veio dele, minha alegria de viver, meu motivo de tudo, a você todo meu amor.

A minha sogra Maria das Graças pela ajuda incondicional sempre que precisei. Por muitas vezes fez o meu papel quando eu não podia estar presente, muito obrigada, minha gratidão.

A minha cunhada Wannatha por ter aberto as portas da sua casa, por sempre ter me recebido tão bem, pelo apoio, pelas caronas, minha eterna gratidão a você.

A minha mãe Lucinha por todo amor, orações e ajuda com meu pequeno, minha referência de fé, me ensinou que não precisa saber como vai fazer, você precisa acreditar que vai fazer, vai alcançar, basta ter fé.

A minha irmã Jovana pelos cuidados com meu pequeno Emiliano quando eu não podia estar, minha gratidão.

A minha amada vizinha Justina, mulher justa, forte, sempre me deu o seu melhor, meu exemplo de força e resiliência, obrigada por tanto vizinha.

As amigas que a pós me deu: Regina, Jessica, Mirelle, Rose, Shay, obrigada por tudo, pelo apoio, ajuda, conversas, nos momentos difíceis vocês estavam lá me incentivando sempre. Obrigada pela ajuda no experimento também, Regina, Rose e Mirelle trabalharam pesado, desculpa amigas. Shay a primeira que conheci, me recebeu tão bem, me deu carona (risos). Levo vocês para a vida.

Ao meu amigo Renato por toda ajuda recebida, nunca hesitou em compartilhar conhecimento ,auxiliar no que podia ,tirar dúvidas, sempre presente ajudando a todos.

Ao meu amigo Luan Fernandes, obrigada por sua amizade, por me ajudar sempre que precisei é um amigo que levarei para a vida.

Aos alunos da graduação: Lucas Fernando pela ajuda incondicional em todos os momentos do meu experimento minha eterna gratidão, Daniel Mano, Rogério, Diogo, João. Ao Antônio (Cazuza) pela ajuda tanto em campo quanto em laboratório.

Ao grupo de solos, pela ajuda e por todo o conhecimento compartilhado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo durante o curso.

Aos técnicos de Laboratório, Klezion, Lucas, por todo o suporte e orientação no momento das análises laboratoriais.

Ao prof Dr Elcivan por ceder parte de sua propriedade para execução do experimento, e por ajuda e orientação no trabalho.

Ao prof Dr Antônio Clementino dos Santos pelo apoio e conhecimento compartilhado.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Geraldo, por sua excelente orientação, pela compreensão, pelo incentivo, conversas, por estar presente em todas as fases, desde o experimento até a fase final, não tenho palavras para agradecer.

A todos a minha gratidão!

RESUMO

Objetivou-se avaliar o potencial da adubação fosfatada como estratégia para produzir um pasto diferido e verificar o potencial de efeito residual desta adubação para a rebrota do capim Marandu na próxima estação de chuvas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um fatorial $2 \times 5 + 1$, sendo duas fontes de fósforo (superfosfato simples e fosfato natural reativo de Arad) e cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com quatro repetições e mais um tratamento adicional sem qualquer tipo de adubação (testemunha). As variáveis avaliadas foram: altura, densidade populacional de perfilhos, massa seca de forragem, massa seca total, massa seca de raízes, relação folha:colmo, porcentagem de material morto e porcentagem de cobertura do solo. O crescimento e a produção do capim Marandu no diferimento foram beneficiados pela adubação e principalmente pela inclusão do fósforo junto ao nitrogênio e potássio (N e K₂O). A fonte superfosfato simples se mostrou superior ao Arad para beneficiar o desenvolvimento da forrageira no diferimento. A adubação fosfatada favoreceu o acúmulo de biomassa pelo capim Marandu, contribuindo para a recuperação da pastagem degradada. A adubação do capim marandu no diferimento apresentou efeito residual sobre a altura, perfilhamento e produção de forragem na rebrota. O capim Marandu apresentou respostas positivas em relação as fontes de fósforo. O fosfato natural de Arad pode ser uma alternativa a longo prazo para o uso conjunto com fonte solúvel a fim de complementar o fornecimento de P₂O₅. O adiantamento da adubação com Arad melhora sua solubilização e o desempenho da forrageira na próxima estação das chuvas.

Palavras-chaves: Efeito residual. Fosfato natural. Pasto diferido. Recuperação de pastagem degradada. Superfosfato Simples. *Urochloa brizantha*.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the potential of phosphate fertilization as a strategy to produce a deferred pasture and to verify the potential residual effect of this fertilization for the regrowth of Marandu grass in the next rainy season. The experimental design used was a randomized block design with treatments arranged in a 2 x 5 + 1 factorial, with two phosphorus sources (simple superphosphate and Arad reactive natural phosphate) and five phosphorus doses (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅), with four repetitions and one additional treatment without any type of fertilization (control). The variables evaluated were: height, tiller population density, forage dry mass, total dry mass, root dry mass, leaf: stem ratio, percentage of dead material and percentage of soil cover. The growth and production of Marandu grass in the deferral were benefited by fertilization and mainly by the inclusion of phosphorus together with nitrogen and potassium (N and K₂O). The single superphosphate source was shown to be superior to Arad in benefiting forage development at deferral. Phosphate fertilization favored the accumulation of biomass by Marandu grass, contributing to the recovery of degraded pasture. Fertilization of Marandu grass at deferral had a residual effect on height, tillering and forage production at regrowth. Marandu grass showed positive responses in relation to phosphorus sources. Arad rock phosphate can be a long-term alternative for use in conjunction with a soluble source to supplement the supply of P₂O₅. Advance fertilization with Arad improves its solubilization and forage performance in the next rainy season.

Key-words: Residual effect. Natural Phosphate. Deferred pasture. Recovery of degraded pasture. Simple superphosphate. *Urochloa brizantha*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Quadro 1- Classificação das fontes de fósforo de acordo com sua solubilidade em água.....24

CAPÍTULO II- FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DIFERIMENTO DO CAPIM MARANDU

Figura 1- Médias mensais da temperatura e índices pluviométricos do período experimental.....43

Figura 2- Altura (A) e densidade populacional de perfilhos (DPP) (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.....47

Figura 3- Produção de massa seca total (A), de forragem colhida a 20,0 cm de altura do solo (B) e de resíduo colhido rente ao solo (C) sob efeito da adubação com NK ou combinada com supersimples (NK+SS) ou fosfato natural Arad (NK+Arad) no capim Marandu.....50

Figura 4- Massa seca de forragem (kg ha^{-1}), corte acima de 20 cm (A) e massa seca total, corte rente ao solo (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.....52

Figura 5 - Massa seca de raiz (MSR) (kg ha^{-1}) do capim Marandu ao final do período de diferimento sob efeito da adubação com nitrogênio mais potássio e a combinação com duas fontes de fósforo.....54

Figura 6 - Relação folha: colmo (A) e percentagem de material morto (MM) (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.....57

Figura 7 - Índice de cobertura do solo pelo capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.....59

Quadro 1- Especificação de fertilizantes minerais fosfatados.....45

CAPÍTULO III- RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA REBROTA DO CAPIM MARANDU

Figura 1- Temperatura e índices pluviométricos do período experimental.....73

Figura 2- Altura do capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.....77

Figura 3- Densidade populacional de perfilhos (DPP) (perfilhos m⁻²), na rebrota, do capim Marandu, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.....78

Figura 4- Massa seca total de forragem (kg ha⁻¹), na rebrota, do capim Marandu sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.....79

Figura 5- Relação folha/colmo, na rebrota, do capim Marandu sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.....81

Figura 6. Percentagem de material morto na forragem do capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação no período de diferimento.....82

Figura 7- Porcentagem de cobertura do solo pelo capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.....84

Quadro 1- Especificação de fertilizantes minerais fosfatados.....
74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II- FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DIFERIMENTO DO CAPIM MARANDU

Tabela 1-Caracterização química do solo da área experimental em abril de 2019.....44

Tabela 2- Caracterização inicial da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no período anterior ao diferimento.....44

CAPÍTULO III- RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA REBROTA DO CAPIM MARANDU

Tabela 1-Caracterização química do solo da área experimental em abril de 2019.....74

SUMÁRIO

CAPÍTULO I-CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Capim <i>Urochloa</i> (Syn. <i>Brachiaria</i>), cv. Marandu.....	18
2.2 Pastagens Degradadas.....	19
2.3 Fósforo no Solo e nas Plantas	20
2.4 Adubação Fosfatada em Pastagens.....	23
2.5 Fontes de Fósforo.....	24
2.6 Diferimento do Pasto.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO II- FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DIFERIMENTO DO	39
CAPIM MARANDU.....	
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
1 INTRODUÇÃO.....	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4 CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CAPÍTULO III- RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA REBROTA DO	69
CAPIM MARANDU	
RESUMO.....	69
ABSTRACT.....	70
1 INTRODUÇÃO.....	71
2 MATERIAL E MÉTODOS	73
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77

4	CONCLUSÕES.....	86
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 INTRODUÇÃO GERAL

O pasto é a forma de alimentação dos ruminantes que tem se caracterizado como menos onerosa, principalmente porque na região do cerrado, predomina a adoção de um modelo de exploração das pastagens e solo que pode ser considerado como extrativista, do ponto de vista tecnológico. Nesta condição, as práticas de adubação e correção de fertilidade do solo raramente são adotadas, que favorece dessa forma ao processo de degradação de pastagens. Cerca de 80% das pastagens, encontra-se sob algum estágio de degradação no país ou abaixo do potencial produtivo (DIAS-FILHO, 2015; DIAS-FILHO, 2011).

A produção de gramíneas no cerrado é limitada, principalmente pelas condições de acidez e baixa fertilidade natural do solo com ênfase para os níveis baixos de fósforo disponível e alta retenção desse íon pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. São condições que tornam os solos tropicais fortes drenos de fósforo, além disso são pobres em bases trocáveis, álicos e com uma baixa capacidade de troca catiônica e o uso deles sem correção passa a ser altamente dependente da matéria orgânica do solo.

Portanto a baixa fertilidade uma condição muito limitante para o cultivo das forrageiras nesta região.

Outro ponto importante é que o fósforo possui importante papel no crescimento e atividade do sistema radicular, perfilhamento das gramíneas, valor nutritivo da forragem e é essencial para as plantas na absorção de nitrogênio. (PINHEIRO et al., 2014; SILVA et al., 2013; SANTOS et al., 2009; NOVAIS e SMYTH, 1999; RAIJ, 1991).

Além de problemas relacionados a baixos níveis de fósforo disponível, é importante também destacar que, devido aos efeitos sazonais, a disponibilidade de pasto e seu valor nutricional são reduzidos no período seco do ano, conseqüentemente a perda de peso do rebanho (DIAS FILHO, 2015). Dessa forma, os sistemas produtivos a pasto demandam estratégias que garantam oferta de forragem durante esse período, permitindo resultados positivos nos índices zootécnicos do rebanho, sendo o diferimento de pastagem uma delas.

É um desafio também manter níveis adequados de fósforo disponível na solução do solo. Há demanda elevada de fósforo na produção de forragem e têm se adotado doses altas de P a fim de suprir essa necessidade. Contudo essa pratica tem favorecido o processo de fixação de P ao solo. Uma vez que a fonte mais usada possui alta solubilidade, prontamente disponível a solução do solo, muitas vezes em quantidade superior ao requerido pelas plantas naquele momento.

O uso de fontes menos solúveis de P, como os fosfatos naturais, tem um papel importante na diminuição dos processos de fixação do fósforo (GUEDES et al., 2011; DIAS-FILHO, 2015; NOVAIS; SMYTH, 1999).

O uso dos fosfatos naturais tem se caracterizado como fonte viável para o suprimento de fósforo em pastagem no cerrado, aonde a acidez é condição natural desse tipo de solo e ao mesmo tempo e uma característica favorável a solubilização desse fosfato. São fontes que apresentam baixa eficiência a curto prazo, quando se considera culturas de ciclo curto ou anuais, porem pode ser compensada com o uso conjunto com fontes de maior solubilidade, aumentando dessa forma a eficiência dos fosfatos natural a curto prazo e a longo prazo já conferem maior eficiência quando comparados a fontes mais solúveis devido ao seu maior poder residual (GUEDES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015; SOUZA et al., 2020; RHEINHEIMER et al., 2001).

Foi verificado por alguns estudos a eficiência da adubação fosfatada em pastagens, bem como a eficiência no uso de fosfato natural quanto ao incremento na produção das forrageiras (MELO et al., 2018; DIAS et al., 2015; GUEDES et al., 2011; BERNARDI e CARDOSO, 2011). Também, tem sido verificado resultados positivos da adoção da adubação fosfatada no diferimento e o uso desta como estratégia para reduzir a problemática quanto a sazonalidade da produção de forragem, além dos benefícios sobre a recuperação de pastagens degradadas. (SANTOS et al., 2010; FEDRIGO et al., 2018).

Diante do exposto, a adubação fosfatada no terço final da estação das chuvas pode melhorar o desempenho da forrageira no diferimento e a fonte fosfato natural de Arad pode ser empregado para adubação do pasto diferido ao beneficiar a forrageira nesta fase ou ainda como estratégia de adiantamento da adubação para melhorar o desempenho da forrageira já no início da próxima estação das chuvas.

Desta forma objetivou-se estudar o potencial da adubação fosfatada como estratégia para produzir um pasto diferido e verificar o potencial de efeito residual desta adubação para a rebrota do capim Marandu na próxima estação de chuvas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), cv. Marandu

O gênero *Urochloa* engloba várias gramíneas forrageiras, as quais pertencem à família Poaceae e são de origem africana. Atualmente são descritas cerca de 15 espécies, dentre estas a *Urochloa brizantha*, *U. decumbens*, *U. dictyoneura*, *U. humidicola*, *U. arrecta*, *U. ruziziensis* e *U. vittata*. Considerando a difusão e a importância econômica, destacam-se a *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. ruziziensis* e *U. humidicola*.

As forrageiras do gênero *Urochloa* se destacam por apresentarem alta capacidade de adaptação as condições edafoclimáticas do país, alta produtividade e capacidade de adaptação ao pastejo. São as forrageiras com mais indicação para solos de baixa fertilidade e com acidez elevada e restrições químicas naturais, acidez e topografia. Atualmente ocupam cerca de 85% das áreas de pastagens plantadas em território brasileiro (QUEIROZ et al., 2019).

Muitas regiões foram acometidas pelas cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta* e *Notozulia entreriana*), diminuindo o potencial produtivo das pastagens cultivadas. Ocorrendo dessa forma, uma expressiva expansão da *U. brizantha*, principalmente a cultivar Marandu, devido inicialmente esta ser mais tolerante a essas pragas (VALLE; JANK; RESENDE, 2009; SOARES FILHO, 1994; GUSMÃO et al., 2016; QUEIROZ et al., 2019; NUNES et al., 1984).

A *U. brizantha* também apresenta outras vantagens em relação as demais, como o elevado potencial de produção de forragem, fácil multiplicação por sementes e rápido estabelecimento da pastagem, possuindo também boa cobertura do solo e boa competição com plantas invasoras. Apresentando facilidade quanto ao manejo (CAMPOS, et.al, 2016; QUEIROZ et al., 2019)

O capim Marandu foi lançado pela Embrapa em 1984 (CAMPOS et al., 2016). É nativo do Zimbábue – África, de região vulcânica, onde se localiza a estação experimental de forrageiras de Marandellas. Seu crescimento é cespitoso, com colmos iniciais prostrados, produz perfilhos eretos ao longo do crescimento da touceira, apresenta vigoroso perfilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos, apresenta pêlos na porção apical dos entrenós, bainhas

pilosas e lâminas largas e longas e apresenta pubescência somente na face inferior (VALLE et al., 2001; QUEIROZ et al., 2019). Ocupa cerca de 60 milhões de hectares em todo o Brasil, destes 30 milhões só na região do bioma Cerrado. Apresenta bom valor nutritivo no período das águas, e bom desempenho animal na média do ano, principalmente em condições de média fertilidade. É considerado agressivo em competição com plantas invasoras anuais ou oriundas do retorno da vegetação natural, além de ter facilidade de manejo e boa cobertura do solo. É uma gramínea extremamente responsiva a adubações e tem sido o cultivar mais comercializado no país, com produção de sementes em 2017/2018 de aproximadamente 88 mil toneladas (MAPA, 2018), 35% do mercado de sementes brasileiro (JANK et al., 2011).

2.2 Pastagens degradadas

A exploração da pecuária brasileira de forma extensiva e extrativista tem contribuído para a grande área de pastagens degradadas no país. Isto acarreta em redução de produtividade e baixo desempenho animal. Essa degradação, tem forte relação com a diminuição da fertilidade do solo, por falta de reposição e ou manutenção de nutrientes extraídos, além do manejo inadequado do pastejo com efeito sobre a redução dos estoques de matéria orgânica do solo (DIAS-FILHO, 2015).

Segundo esse mesmo autor os motivos do processo de degradação das pastagens variam e possui mais de uma causa. As principais causas são: uso de práticas inadequadas de pastejo como altas taxas de lotação e período de descanso que não leva em consideração o ritmo de crescimento do pasto, falta de reposição da fertilidade do solo, uso demasiado do fogo, sementes de baixo valor cultural, semeadura em época imprópria, primeiro pastejo realizado em época errada, ataques de insetos-praga e patógenos e excesso ou falta de chuvas, além da baixa fertilidade natural e drenagem deficiente do solo.

Pode ser elencado como indicativo de degradação da pastagem o acréscimo no percentual de plantas invasoras, o que pode gerar diminuição na proporção da forrageira na área, conseqüentemente influenciando na capacidade de suporte do pasto ao longo do tempo (DIAS-FILHO, 2017).

De acordo com Costa (2004) e Townsend et al., (2004), devido à grande importância do sistema de criação de bovinos a pasto indispensável que esses sejam pautados na eficiência e alta produtividade. Buscando melhorar a eficiência na produção deve-se lançar mão de estratégias nas quais se rompa o ciclo de degradação, buscando interromper as causas do problema. Sem dúvida, a baixa disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores que tem grande peso para reduzir o nível de produtividade e também a qualidade da forragem (SANTOS et al., 2006).

Os métodos de recuperação de maneira geral fazem uso de adubações de manutenção, vedação de piquetes, controle de plantas invasoras. O alcance das práticas estará ligado ao grau de distúrbio do sistema solo-planta-animal. A intervenção com o objetivo de recuperação está vinculada ao e seu grau de degradação, tendo maior gasto nas que apresentam maior grau de degradação (TOWNSEND et al., 2010).

As taxas de perfilhamento determinam a restauração da área foliar das gramíneas forrageiras, após o corte ou pastejo, e contribuem para a manutenção da produção e para a perenidade da pastagem. Pode-se inferir, portanto, que o perfilhamento contribui para não degradação de pastagens, desta forma, sugerindo a importância de se garantir o perfilhamento contínuo do pasto (PACCIULLO et al., 2011).

Conforme Alexandrino et al. (2004) a adequada disponibilidade de nutrientes no solo melhora a taxa de perfilhamento das gramíneas forrageiras. Com destaque para a adubação fosfatada, pois o suprimento adequado de fósforo é essencial para o perfilhamento e crescimento das raízes das mais variadas gramíneas forrageiras (MONTEIRO et al., 2010).

2.3 Fósforo no solo e plantas

Nas regiões tropicais, com destaque para o Brasil predomina solos muito intemperizados e estes se caracterizam como de baixa disponibilidade natural de nutrientes para os cultivos, principalmente, o fósforo (NOVAIS e SMYTH, 1999). De acordo Raji (1991), nesse tipo de solo exige-se a aplicação de quantidades muito grandes de fertilizantes fosfatados, para suprir as

necessidades das plantas e compensar o alto poder de fixação química de P pelo solo.

Os minerais primários fosfatados comuns em rochas são as apatitas, que são liberados por meio dos processos de intemperismo, dando origem, portanto a minerais secundários. Enquanto as formas predominantes no solo são derivadas do ácido ortofosfórico e com menor frequência dos pirofosfatos, os quais se encontram na forma orgânica ou ainda na forma mineral adsorvida fracamente aos minerais secundários. Dependendo do grau de estabilidade destes, são enquadrados como lábeis e não-lábeis (SANTOS et al., 2008).

Dentre as formas lábeis, o fósforo orgânico é dominante em relação a inorgânica. Segundo levantamento feito por Guerra et al. (1996), a concentração de fósforo orgânico total, em solos brasileiros, varia de 7 e 272 mg kg⁻¹. O processo de conversão do P da solução do solo, pelas reações de adsorção ou precipitação, refere-se a passagem do P da fase lábil para a fase não lábil e denomina-se fixação de P (WADT e SILVA, 2011).

Devido à alta acidez dos solos de cerrado e os elevados teores de ferro e alumínio, presentes nesse tipo de solo, parte do fósforo disponível (P Lábil) sofre “processo de fixação”, formando compostos de ferro e alumínio, tornando-se indisponível (P não lábil) para absorção pelas plantas (SANCHEZ; SALINAS, 1981; RAIJ, 2005; CARDOSO; KUYPER, 2006).

Parte do P fixado, indisponível as plantas, pode retornar à solução do solo quando a concentração do mesmo diminuir pelo processo de absorção das plantas, por meio dos processos de solubilização e dessorção (WADT e SILVA, 2011). Já o processo de transformação do P orgânico em fósforo inorgânico ocorre por meio da ação de microrganismos decompositores do solo e abundantes na região da rizosfera.

O P orgânico é importante para as plantas devido a sua alta taxa de reciclagem e também pelos baixos teores de P disponíveis por conta processo de adsorção aos coloides minerais do solo. A ciclagem de fósforo em formas orgânicas mais lábeis é mais acelerada quando em solos muito intemperizados (ROSSI; PEREIRA, 2013; SILVA; MENDONÇA, 2007; CUNHA et al., 2007).

A capacidade de um solo em disponibilizar o P adsorvido denomina-se capacidade tampão para P ou fator capacidade de fósforo, sendo esse processo comum em diversos solos de regiões tropicais (WADT e SILVA,

2011). Além disso, as propriedades do solo, como, acidez, textura, matéria orgânica, mineralogia e natureza físico-química do fertilizante influenciam no aproveitamento da adubação fosfatada pelas plantas (CHIEN e MENON 1995).

O fósforo é um componente integral de compostos importantes nas células vegetais, incluindo compostos fosfatados, intermediários, da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolípidios que compõem as membranas vegetais. Ele também é um componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e no RNA. (DIAS et al., 2015; TAIZ et al., 2017). Participa ativamente de processos como a fotossíntese, respiração, transferência e transporte de energia, funções celulares diversas, transferência de genes e reprodução. Processo esses que na ausência de tal elemento ficariam comprometidos, desta forma o fósforo torna-se fundamental ao desenvolvimento de plantas, devido a sua essencialidade (STAUFFER e SULEWSKI, 2003; MALAVOLTA, 1997).

O P desempenha uma importante função no desenvolvimento do sistema radicular, além de auxiliar na maximização do perfilhamento das gramíneas, o que contribui para a sua perenidade. Em consequência da baixa concentração de P na solução do solo e devido seu alto grau de imobilidade, o processo de absorção desse nutriente pelas raízes se dá via difusão (PEREIRA et al., 2018; NOVAIS e SMYTH, 1999).

Em condição de baixa disponibilidade de fósforo no solo, é comum a ocorrência de pastagens com grande quantidade de plantas indesejáveis, as quais são naturalmente mais adaptadas que a forrageira e não são consumidas sob pastejo contínuo (DIAS FILHO, 2017). Além disso, ocorre grande áreas de solo descoberto, mais sujeito aos processos erosivos, estando mais propensos a processos de degradação.

O P é o nutriente mais citado como responsável pela baixa produtividade das pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade natural. A diminuição do P disponível leva a uma diminuição na produção de biomassa da gramínea forrageira e conseqüentemente a degradação da pastagem (VILELA et al., 2002; DIAS FILHO, 2017).

2.4 Adubação fosfatada em pastagens

A criação de bovinos a pasto é uma das principais e mais econômicas formas de produção pecuária e no Brasil grande parte dessa criação é sob sistemas extensivos (DIAS et al., 2015). Estes sistemas extensivos são caracterizados pelo baixo uso de insumos externos e pela baixa produtividade animal por área. Nesta condição há a intensa mineralização da matéria orgânica do solo e ineficiência na reciclagem natural de nutrientes, contribuindo para a degradação das pastagens (DIAS FILHO, 2017). Portanto, torna-se necessário a reposição de nutrientes ao solo via fertilizantes (SANTOS et al., 2010; PANTANO et al., 2016).

A adubação se baseia primordialmente nas exigências nutricionais da espécie forrageira e é recomendada com base em análise do solo, de modo a elevar os níveis dos nutrientes ao menos até o teor crítico, considerado adequado ao desenvolvimento da cultura (PEREIRA et al., 2018). E assim como para outros nutrientes, a resposta das culturas à adubação fosfatada depende, dentre outros fatores, da disponibilidade inicial de P no solo, da disponibilidade de outros elementos químicos, da espécie e da variedade vegetal cultivada e das condições climáticas (SOUSA et al., 2016).

Em estudo desenvolvido por Rezende et al. (2011), verificaram excelente resposta do capim Marandu à adubação fosfatada. Foram estudados cinco níveis de adubação com P_2O_5 (100%, 50%, 25% e 0%), tendo como referência 500 kg ha^{-1} de superfosfato simples no plantio e/ou em cobertura. Foi verificado efeito sobre o número e tamanho dos perfilhos, taxa de crescimento radicular e produção de MS aérea. Recomendando-se a dose de 100% no plantio, para a qual potencializou a produção de matéria seca, além de aumentar o número de perfilhos, melhorando a qualidade do dossel forrageiro.

Em outro estudo com a mesma forrageira, Porto et al. (2012), verificaram que a adubação fosfatada influenciou positivamente a produção da matéria seca total, das folhas e dos pseudocolmos e o número de perfilhos. Foi observado também a forrageira incrementou sua produção e o número de perfilhos à medida em que foi aumentada a dose de P_2O_5 aplicado. A produção

máxima de matéria seca das folhas e pseudocolmo foi obtida com as doses de 75,5 e 147 kg de P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente. A eficiência de utilização do fósforo pelo Marandu é crescente até a dose máxima avaliada (150 kg de P_2O_5 ha^{-1}), sendo observados incrementos com maior magnitude até 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} .

Também estudando o capim Marandu submetido à combinação de adubação com nitrogênio e fósforo, Teixeira (2018) não observou resposta à aplicação de fósforo na ausência de adubação nitrogenada, porém foi possível observar resposta linear crescente de matéria verde em função do aumento das doses de fósforo quando realizada a adubação nitrogenada. Havendo uma maior resposta à aplicação de nitrogênio quando se fez a utilização de doses mais elevadas de fósforo.

A adubação fosfatada proporciona relevante influência sobre o potencial de perfilhamento de gramíneas, podendo influenciar em até 80% do perfilhamento, isto para a fase de estabelecimento das mesmas (MESQUITA et al., 2010).

Portanto, cabe-se destacar a importância da adubação fosfatada, não somente a nitrogenada. Possuindo papel importante na recuperação de pastagens degradadas, uma vez que vai influenciar no perfilhamento, bem como no incremento da massa verde.

2.5 Fontes de fósforo

Cerca de 95% de todo o fósforo utilizado no Brasil tem como fonte os fertilizantes sintéticos (os nutrientes se apresentam prontamente disponíveis para as plantas) apresentam elevada solubilidade no solo (SOUSA et al., 2010).

Os fertilizantes fosfatados são classificados de acordo com sua solubilidade em água, conforme pode ser observado no quadro 1.

Quadro 1- Classificação das fontes de fósforo de acordo com sua solubilidade em água.

Fosfatos naturais	São insolúveis em água, provenientes de rochas fosfatas moídas. Geralmente com baixa eficiência no fornecimento de P, lenta dissolução e baixa
--------------------------	--

	reatividade. Ex: Araxá, patos de minas e catalão
--	---

Continua

Conclusão

Fosfatos naturais reativos (FNR)	São insolúveis em água, libera o fósforo de maneira progressiva e contínua, com menos chances de ficar fixado. Ex: Gafsa, Arad e Carolina do Norte
Termofosfato	São insolúveis em água e são obtidos pelo aquecimento (1000° C – 1450°C) da rocha fosfática. Solubilidade lenta com presença dos nutrientes Mg, Ca , Mn, Fe e Si, uma boa alternativa para ambientes tropicais. Ex: termofosfatos comerciais, termofosfato magnésiano
Acidulados	São solúveis em água, são as fontes mais utilizadas devido sua maior eficiência. Ex: superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP e DAP

Fonte: Adaptado Pereira et al.,2018.

Os fertilizantes fosfatados totalmente acidulados são destaque no mercado, devido principalmente apresentarem menor custo por unidade de P aplicado e por apresentarem alta solubilidade em água. Essa solubilidade explica sua boa eficiência agrônômica, porém possui altos custos de fabricação o que têm incentivado o uso de alternativas fontes de P (PROCHNOW et al.,2004).

Estão sendo amplamente estudados, com o uso difundido, os fosfatos naturais reativos, os quais possuem boa relação custo benefício de adubação e pela sua característica de liberação gradual podem diminuir a fixação de fósforo nos solos tropicais, devido a sua liberação gradual. A sua utilização pode ser diretamente na agricultura, não sendo necessário passar por processos industriais, além da moagem. Possuem origem sedimentar, apresentam menor cristalização e maior reação no solo por esse motivo são designados fosfatos naturais reativos (KAMINSKI e PERUZZO, 1997; FREIRE et al., 2005).

Esses fertilizantes possuem graus de reatividade de acordo com material de origem. Deste, os fosfatos naturais ígneos são menos solúveis devido seu alto grau de cristalização e natureza físico-química dos minerais, já os de origem sedimentar possuem melhor solubilidade, o que tem interferência na eficiência agronômica (HOROWITZ e MEURER, 2004).

A classificação de um fosfato natural como reativo exige solubilidade em ácido fórmico a 2% e ácido cítrico a 2% superior a 65% e 40%, respectivamente (TISDALE et al., 1993)

De maneira geral os fosfatos naturais, tem menor eficiência que os fosfatos solúveis, isso falando a curto prazo, mas ao longo prazo seu efeito residual é maior. Os fertilizantes que possuem alta solubilidade fazem a liberação do P de forma imediata, logo nos meses iniciais de aplicação. Já os de liberação lenta como os fosfatos reativos, fazem essa liberação de forma lenta e gradual (DUARTE et al., 2016).

A acidez é elencada como condição favorável à dissolução dos fosfatos naturais no solo, condição essa que é comum aos solos sob cerrado. A superfície específica (granulometria) desses fosfatos naturais também é condição favorável (KAMINSKI; PERUZO,1997; NOVAIS, SMYTH E NUNES ,2007).

Em estudo desenvolvido por Guedes et al. (2012), com fosfato natural de Arad e calagem sobre o desenvolvimento do *Brachiaria brizantha* em Latossolo Amarelo, em pastagem degradada na Amazônia, verificaram que o fosfato natural aumentou a produção de massa seca da parte aérea, raízes e o perfilhamento do capim.

Segundo Guedes et al. (2012), quando avaliaram o índice de eficiência agronômica do fosfato de Arad e os resultados variaram em função da presença e ausência de calagem, isso para o primeiro corte, com os índices de eficiência considerado baixo, 29% e 11% menor que os índices do superfosfato triplo, com e sem calagem, respectivamente. A partir do segundo corte, a eficiência do Arad aumentou, em relação à fonte solúvel, evidenciando um bom potencial de efeito residual do fosfato de Arad.

Para o capim Piatã, Dias *et al.* (2015), estudaram o potencial de uso do fosfato natural reativo Argelia (FN), em relação ao superfosfato simples (SS). Independentemente da fonte, adubação fosfatada aumentou a produção da

matéria seca das folhas, pseudocolmos e da parte aérea da forrageira. No entanto, o SS destacou sobre a maior densidade de perfilhos em comparação ao FN e a combinação das fontes, em função da maior solubilidade e eficiência na disponibilização imediata de P na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Já a fonte FN, gerou incrementos na altura e densidade dos perfilhos, de forma intermediária aos outros tratamentos. Isto demonstra disponibilização de P de forma gradual, característica relevante para o manejo das pastagens, uma vez que se faz necessária a reposição da adubação fosfatada de forma constante em função da perenecidade da pastagem, com constante desfolha e reposição da parte aérea e raízes. Desta forma os autores recomendam o uso de fontes naturais reativas como alternativa para a adubação fosfatada na pastagem.

De acordo com Bernadi e Cardoso (2011), os quais testaram cinco doses de P_2O_5 (0; 50; 100; 200 e 300 $kg \cdot ha^{-1}$) e três fontes (Superfosfato triplo, fosfato de rocha de Marrocos e de Cajati) verificaram resposta linear positiva para a matéria seca da alfafa com o aumento das doses de P, independente da solubilidade da fonte. O Superfosfato Triplo por sua vez foi 28% inferior ao fosfato de Marrocos na produção de matéria seca. O fosfato de Cajati, embora seja menos solúvel apresentou a tendência de se aproximar do superfosfato triplo.

Em outro estudo, Melo et al. (2018), avaliaram quatro fontes de fósforo (superfosfato triplo (SFT), Fertilizante Heringer - linha Pastagem (FHP), rejeito de rocha fosfática (RRF) e fosfato reativo de Bayóvar (FRB) na produção de *Panicum maximum* cv. Massai. A adubação fosfatada incrementou a produção de todos os parâmetros de crescimento da forrageira avaliados. Verificaram também, que no início do desenvolvimento da forrageira, a fonte que mais incrementou a produção foi o SFT, isso se dá devido a sua maior solubilidade e alta concentração de P. Já a partir do segundo corte, fontes menos solúveis como o FHP e FRB se sobressaíram, certamente por conta da solubilização dos íons fosfatados para a solução do solo, que com ação do tempo é liberado, se tornando disponível para as plantas.

Para a cultura da cana-de-açúcar, também foi verificada a importância do efeito residual de fontes de fósforo menos solúveis para a manutenção da

produção a longo prazo (CAIONE et al., 2013). O estudo foi desenvolvido em Alta Floresta-MT, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, sendo que o superfosfato triplo demonstrou uma produtividade reduzida após o primeiro corte, em comparação com o fosfato de Arad e a farinha de ossos. Portanto, pode se afirmar que os fertilizantes que possui solubilidade alta, proporcionam maior eficiência agrônômica nos meses iniciais de cultivo, não mostrando efeito a longo prazo como os fertilizantes de liberação lenta.

A liberação gradual é característica requerida por culturas perenes, como as pastagens, por exemplo. Ainda de acordo Caione et al., (2013) quando foi avaliado a eficiência agrônômica para a produtividade de massa verde durante os três ciclos, nota-se superioridade da farinha de ossos e a eficiência do fosfato de Arad foi equivalente à fonte superfosfato triplo. O que se mostra um bom resultado uma vez que essas fontes avaliadas se tornam mais acessíveis financeiramente aos produtores comparado ao superfosfato triplo.

Os mesmos autores ainda verificaram que no fosfato de Arad foi crescente sua eficiência agrônômica. Avaliando o terceiro ciclo puderam verificar que os resultados foram superiores aos das demais fontes de P, comprovando suas características de disponibilização gradual no solo proporcionando melhores resultados a partir do segundo ano.

2.6 Diferimento do pasto

O diferimento do pasto é uma técnica para a redução do efeito da estacionalidade de produção de forragem sobre a produtividade animal. Essa técnica consiste em vedar uma determinada área de pastagem no final da estação de crescimento, possibilitando, dessa maneira, que a forragem acumulada seja utilizada durante o período de seca (SANTOS et al., 2010).

De acordo com Fedrigo (2018), apesar do acúmulo de forragem ser o motivo principal do diferimento, porém pôde constatar em seus estudos efeitos benéficos para a recuperação de pastagens degradadas. Verificou-se, portanto, neste estudo, que com a simples exclusão do pastejo foi possível melhorar a qualidade do pasto, uma vez que com essa exclusão, fornece um tempo de recuperação para as plantas, permitindo que cresçam independentemente do

seu manejo. Além da produção de forragem para a estação seca, este processo é capaz de aumentar a cobertura do solo, acumular mais de matéria orgânica no solo e a produção de sementes.

Cabe destacar que esse crescimento livre acarretará no aumento dos componentes colmo e material morto na composição botânica da pastagem, diminuindo, portanto, sua qualidade. Portanto recomenda-se a escolha de forrageiras com alta relação folha: colmo, sendo os capins mais indicados são os do gênero *Urochloa* para a utilização dessa estratégia (PAULINO et al., 2002; NAVE; PEDREIRA, 2010; EUCLIDES et al., 2001).

É sabido que o tempo de diferimento influencia na qualidade da forragem, ocorrendo, portanto, redução da qualidade com o aumento do período de vedação. A adoção da adubação nestas pastagens poderá influenciar na produção da forrageira, bem como na qualidade desta.

Com os incrementos promovidos pela adubação nitrogenada devido à aceleração do ritmo de crescimento da planta (PEREIRA et al., 2010), e também pelo aumento da capacidade de produção de raízes promovida pela adubação fosfatada, na qual proporciona maior área para absorção de água e nutrientes em solos com baixa fertilidade e/ou sob condição de estresse hídrico, como nos solos do cerrado (MACEDO, 2004), dessa forma dando condições para que haja produção e qualidade forrageira adequada em períodos mais curtos de tempo, promovendo dessa forma também a seletividade animal durante o pastejo (SANTOS et al., 2009; SANTOS et al., 2010; SANTOS; FONSECA; CHAVES, 2016).

Vale destacar a influência de adubação na qualidade do capim diferido. Segundo Santos (2017), o nitrogênio aumenta o comprimento da lâmina foliar e do colmo do perfilho vegetativo de *capim-piatã* diferido. Isso ocorre devido ao estímulo do nitrogênio sobre o desenvolvimento do pasto.

Já Teixeira et al. (2013), verificaram que a adubação nitrogenada foi capaz de aumentar a densidade populacional de perfilhos, em pastos de *Urochroa decumbens* diferidos por 95 dias. Alves et al. (2019) observaram, no capim Marandu, maior número de perfilhos jovens no início do diferimento e com a maior dose (200 kg ha^{-1}) de N. Já Teixeira et al. (2014) puderam constatar que à adubação nitrogenada favorece as características morfogênicas e estruturais dos pastos. Houve aumento na produção de matéria

seca, além de evitar a degradação do solo, por promover maior cobertura deste, dessa forma melhorando a proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, escoamento superficial e exposição ao sol. De acordo com Teixeira et al. (2011) a estratégia de aplicação de nitrogênio promoveu maior altura do pasto e da planta estendida de *Brachiaria decumbens* diferidos por 140 dias. Neste estudo, também foi verificado maior razão folha/colmo. Segundo Van Soest (1994), a folha da forrageira é a fração da planta com maior digestibilidade, desta forma lhe conferindo melhor qualidade. Portanto, quanto maior a maior a relação folha/colmo, maior valor nutritivo da forrageira. Sendo uma das características estruturais do dossel forrageiro na qual pode influenciar no comportamento ingestivo (EUCLIDES et al.,1999).

Como demonstrado, para esta estratégia de produção de forragem para o período de estiagem, predominam evidências da aplicação apenas de adubação nitrogenada ou o simples pousio da área. No entanto, a adubação combinada também com fosforo pode ser uma excelente estratégia, pelos benefícios específicos do P para as forrageiras, como anteriormente descritos por beneficiar o enraizamento e o perfilhamento. Além disso, a aplicação de fosfatos de liberação mais lenta no final da estação das chuvas, a exemplo dos fosfatos naturais, pode se beneficiar do longo período de reações no solo exigidos para que o P desse tipo de fonte esteja mais disponível para as plantas já no início da nova estação de chuvas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Brazilian Beef – Perfil 2019. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>>. Acessado em 20 de abril de 2019.

ALVES, L. C.; SANTOS, M. E. R.; PEREIRA, L. E.T.; CARVALHO, A. N.; ROCHA, G. O.; CARVALHO B. H.R.; VASCONCELOS K. A.; ÁVILA A. B. Morphogenesis of age groups of Marandu palisade grass tillers deferred and fertilised with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 6, p. 2683-2692, 2019.

BERNARDI, A. C. de C.; CARDOSO, R. D. Produção de matéria seca pela alfafa em função da Solubilização do fósforo da rocha fosfática em mistura com Zeólita: resultados de 11 cortes. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXXIII, **Anais**.Uberlândia, 2011.

CAMPOS, D. S., PACIULLO, GOMIDE, C. A. DE M., LEITE, J. L. B., & RESENDE, H. Tecnologia e custo de produção de Brachiaria brizantha para uso sob pastejo. **Circular Técnica 112**, p. 1–7, 2016.

CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fert. Res.**, 41:227-234, 1995.

CAIONE, 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**. Recife, PE, v.8, n.2, p.189-196, 2013.

CABRAL, C. E. A., CABRAL, L. S., SILVA, E. M. B., CARVALHO, K. S., BAUER, M. O. et al. Proporção de fertilizantes fosfatados no cultivo de forrageira tropical em casa de vegetação. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, Vol. 114, 2015.

CARDOSO, I.M.; KUYPER, T.W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 116, p. 72-84, 2006.

COSTA, N. de L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, p.212, 2004.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N; SILVA, A A.; NOLLA, A; GUIMARÃES, E.C. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência agrotecnológica**. vol.33 no.spe Lavras, 2009.

CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S.; VELLOSO, A.C.X. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 667-671, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. supl 1, p. 243-252, 2011

DIAS- FILHO, M. B. **Estratégias de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia Brasileira**. 1º edição. Embrapa Amazônia Oriental, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagem: processos, causas e estratégias de recuperação**.Acre.4ªEdição.p.215, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de Pastagens: o que é e como evitar**.Embrapa Amazônia Oriental, 1(978-85-7035-688-8), 1-24, 2017.

DIAS, D.G.; PEGORARO, R. F.; ALVES, D. D.; PORTO, E.M.V.; NETO, J. A. S. e ASPIAZU, I."Production of piata grass under different phosphorus sources/ Produção do capim piatã submetido a diferentes fontes de fósforo." **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 19, no. 4, 2015.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; CASSARO, L. H.; BREURE, M. F.; PROCHERA, D. L.; BISERRA, T. T. Capim-piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. **Revista Investigação**, v.15, n.4, p. 58-63, 2016.

EUCLIDES, V.P.B.; Thiago, L.R.L.S.; Macedo; M.C.M. e Oliveira; M.P. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**., 28: 1177-1185, 1999.

FEDRIGO, J. K.; ATAIDE, P. F.; FILHO, J. A.; OLIVEIRA, L. V.; JAURENA, M.; LACA, E. A.; OVERBECK, G. E.; NABINGER, C. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. *RESTORATION ECOLOGY*, v.26, p.677-685, 2018.

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.

GUEDES, E.M.S.; FERNANDES, A.R.; LOBATO, A.K.S.; GUEDES, R.S.; ÁVILA, W.S.; SILVA, S.P. Natural phosphate and liming improves phosphorus extraction in two tropical grasses grown in degraded Amazon soil. *International Journal of Food, Agriculture & Environment*, v.10, n.3-4, p.1165- 1168, 2012.

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; LIMA, E. DO V.; GAMA, M. A. P.; SILVA, A. L. P. da. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizanta* em latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 117–129, 2011.

GUERRA, J.G.M.; FONSECA, M.C.C.; ALMEIDA, D.J.; DE-POLLI, H. & FERNANDES, M.S. Conteúdo de fósforo em amostras de solos. **Pesq. Agropec. Bras.**, 31:291-299, 1996.

GUSMÃO, M.R.; VALÉRIO, J.R.; MATTA, F.P.; SOUZA, F.H.D.; VIGNA, B.B.Z.; FÁVERO, A.P.; BARIONI, W.; INÁCIO, G.R. Warm-Season (C4) Turfgrass Genotypes Resistant to Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v.109, n.4, p.1914–1921, 2016.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência agronômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T.; ABDALA, S. R. S. Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: **Potafos**, p. 665 – 682, 2004.

IBGE.Censo demográfico 2021. Estatísticas Econômicas. **Rebanho bovino tem leve alta em 2019, após dois anos seguidos de quedas**.2020. Disponível em: <<https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/29164-rebanho-bovino-tem-leve-alta-em-2019-apos-dois-anos-seguidos-de-quebras.html#:~:text=A%20leve%20alta%20de%20,exportador%20desse%20tipo%20de%20carne>> .Acesso dia 01 de maio de 2021.

JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, n. 1 (esp), p. 27-34, 2011.

KAMINSKI J, PERUZZO G., Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Fonte: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Boletim Técnico n. 3**. Santa Maria - RS, p 31, 1997.

KARAM, D.; SILVA, A.A.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, M.F.; MOURÃO, S.A. Manejo das forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* consorciadas com o milho em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Embrapa - **Circular Técnica 130 – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2009.

LUCENA, M.A.C. **Características agrônômicas e estruturais de *Brachiaria spp.* submetidas a doses e fontes de nitrogênio em solo de cerrado**. Instituto de Zootecnia. Programa de pós-graduação em produção animal sustentável. p.5, 2011

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da Produção de Sementes e Mudanças**. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>>. Acessado em fevereiro de 2020.

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

MACEDO, C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região do cerrado. IN: YAMADA, S.R.S.A. Fósforo na agricultura brasileira. **POTAFOS**.p.359-400, 2004.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 42., 2005, Goiânia. Anais.Goiânia: SBZ, p. 56-84, 2005.

MELO, M. P.; LIMA R. C.P.; FREITAS, G. A.; LIMA, S. O. Fontes e doses de fósforo na produção de *Panicum maximum* cv. Massai. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.12, n.2, p.25-35, 2018.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. de; MESQUITA, L. P.; SCHNEIDER, F.; TEODORO JÚNIOR, J. R. Teores críticos de fósforo no solo e características morfogênicas de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia e *Brachiaria* híbrida Mulato sob aplicação de fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.292-302, 2010.

MONTEIRO, F. A. Pastagem. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. São Paulo: Piracicaba, Cap. 6, p.233-271, 2010.

MONTEIRO, E.M.M.; BRASIL, E.C.; LOURENÇO JUNIOR, J.B.; BARROS, C.S. Massa de forragem e composição químico-bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça adubadas com resíduo de siderurgia, nitrogênio e fósforo. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 74- 96, 2014.

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

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. E 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. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.276-374, 2007.

NUNES, S. G.; BOOK, A.; PENTEADO, M. I. DE O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 1 ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 29p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 21), 1984.

PACIULLO, D.C; FERNANDES, P. B; GOMIDE C. A. M; CASTRO, C.R.T; SOBRINHO, F.C; CARVALHO, C. A.B. Dinâmica do crescimento de espécies de braquiária de acordo com a dose de nitrogênio e o sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.40, n.2, p.270-276, 2011.

PANTANO, G., GROSSELI, G. M., MOZETO, A. A.; FADINI, P. S. Sustainability in phosphorus use: A question of water and food security. **Química Nova**. p.732–740, 2016.

PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; LANGE A., CAIONI, C.; SILVA, A. C. S.; YAMASHITA, O. M.; NETO, A. Residual de fósforo em cana soca para produção de forragem no norte de Mato Grosso. **Revista Ciência Agroambiental**., v.14, n.1, p.157-162, 2016.

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

PINHEIRO, D. P.; LIMA, E. V.; FERNANDES, A. R.; SANTOS W. M & LEITÃO-LIMA O.S . Productivity of Marandu grass as a function of liming and phosphate fertilization in a Typic Hapludult from Amazonia. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian. Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, 57:49-56, 2014.

PROCHNOW, L.I.; CHIEN, S.H.; TAYLOR, R.W.; CARMONA, G.; HENAO J. Greenhouse evaluation of phosphorus sources produced from a low- reactive brazilian phosphate rock. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, p. 761-768, 2004.

PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. e (Ed.). **Fósforo na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fosfato. p.605-651, 2004.

PORTO, E. M. V.; ALVES, D. D.; VITOR, C. M. T.; GOMES, V.M.; SILVA, M. F.; DAVID A. M. S. Rendimento forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses crescentes de fósforo **Scientia Agraria Paranaensis**. Volume 11, número 3, p.25-34, 2012.

RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba:Ceres, **Potafos**. P. 343, 1991.

RAIJ, V.B. Fósforo no solo e interação com outros elementos.IN: YAMADA, S.R.S.A. Fósforo na agricultura brasileira.**POTAFOS**.p.359-400, 2004.

REZENDE, A. V. de; LIMA, J. F. de; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; NOGUEIRA, D. C.; FARIA JUNIOR, A.; BARBOSA, L. de A. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.

REZENDE, C.G.B.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; SCHLICHTING, A.F. Fosfato natural reativo na adubação do capim Piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Agrarian**, v.9, n.31, p.55-62, 2016.

RODRIGUES, D. de C. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.p94, 2004.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G. **Matéria Orgânica do Solo e Fósforo Orgânico em Cronosequência de Cana-de-Açúcar Cultivada no Cerrado**. Tese (doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-graduação em Agronomia, 2013.

SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 34, p. 280-406, 1981.

SANTOS, M. E. R.; SOUSA, B.M.L.; ROCHA, G.O.; FREITAS, C.A.S.; SILVEIRA, M.C.T.; SOUSA, D.O. C. Estrutura do dossel e características de perfilhos em pastos de capim-piatã manejados com doses de nitrogênio e períodos de diferimento variáveis. **Ciência animal brasileira** vol.18.Goiânia, 2017.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; REIS, G. H. C.; SILVA, C. C. F. da; SILVA, V. B.; FERRAL, A. D.; JESUS, F. M. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M. Produção de massa seca da parte aérea e de raízes do capim-braquiária submetido a diferentes adubações. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 43, João Pessoa. Anais, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006

SANTOS, D. R. D.; GATIBONI, L. C. e KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**.vol.38, n.2, p.576-586, 2008.

SANTOS, P. M.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. de C. Adubação de pastagens In: PIRES, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ.p 459-471.2010. SCHLINDWEIN, A. J., MARCOLAN, A. L., PERIRA, E. C. F., PEQUENO, P. L. L., MILITÃO, J. T. L. Solos de Rondônia: usos e perspectivas. **Revista Brasileira de ciências da Amazônia**. Porto Velho, Rondônia, 2012.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C. L. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa, MG, p.275-374, 2007.

SILVA, E.B.; JÚNIOR, L.G.F.; ANJOS, A.F.; MIZIARA, F. Análise da distribuição espaço-temporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006. **Revista IDeAS**, v. 7, n. 1, p. 174-209, 2013.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de Espécies e Variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: **Anais XI Simpósio Sobre Manejo de Pastagem**. Piracicaba - SP: FEALQ, p.25-48,1994

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. e NUNES, R. S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V. e STIPP, S. R. (Eds). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Vol. 2. Piracicaba: IPNI –Brasil. p 71-126, 2010

SOUSA, D. M. G. de; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. Manejo do fósforo na região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. Goiânia: UFG p. 291-358, 2016.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo: nutriente essencial para a vida. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.102, p.1-2, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p.888, 2017.

TEIXEIRA, R. N. V; PEREIRA, C. E; KIKUTI, H; DEMINICIS, B. B. Brachiaria brizantha (Syn. Uroclhoa brizantha) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brasil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.35-41, may - aug., 2018.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. J.V.; SILVA, F. F.; FRIES, D. D.; REZENDE; C. P.; COSTA, A.C. P. R.; SANTOS, T.C.; NASCIMENTO,P.V.N.Nitrogen fertilization

strategies, morphogenetic and structural features in *Brachiaria decumbens* deferred for 95 days. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 987-998, 2014.

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; ABREU FILHO, G.; VIANA, P. T. Tiller population density in deferred *Urochroa decumbens* pasture and strategies for nitrogen fertilization. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 79-84, 2013.

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; MARTINS, G.C.F.; CARDOSO, E. O. Structural characteristics of *Brachiaria decumbens* pastures deferred for 140 days and nitrogen fertilization strategies. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 33, n. 4, p. 333-339, 2011.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. Soil fertility and fertilizers. 5.ed. Nova York: **Macilian Publishing Company**, p. 634, 1993.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. de L.; MENDES, A. M.; PEREIRA, R. de G.A.; MAGALHÃES, J. A. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com arroz de sequeiro, na Amazônia Ocidental. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 26, n. 2, p. 9-14, 2004.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R. G. de A.; MENDES, A. M. **Resposta de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a diferentes níveis e frequências de fertilização do solo**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF. Comunicado Técnico, 363, p.36, 2010.

USDA. United States Department of Agriculture. Brazil Agricultural Economic Fact Sheet.
Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>>:
Acessado em 05 de maio de 2019.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM**, 17. Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, P. 133-176, 2001.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Constock Publishing Associates, p.476, 1994.

VILELA, L. et al. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa-CPAC, cap. 14, p. 367-382, 2002

WADT, P. G. S.; SILVA, L. M. **Determinação do fósforo remanescente para a avaliação da disponibilidade de fósforo em solos do Estado do Acre.** 1. ed. Acre: Embrapa Acre. Comunicado Técnico 178, p.5, 2011.

CAPÍTULO II- FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DIFERIMENTO DO CAPIM MARANDU

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da adubação fosfatada e da fonte de fósforo no diferimento do capim Marandu (*Urochloa brizantha*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um fatorial 2 x 5 + 1, sendo duas fontes de fósforo (super simples (SS) e fosfato natural reativo de Arad) e cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), e mais um tratamento adicional sem qualquer tipo de adubação, resultando em: testemunha absoluta; 0 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via SS + NK; 50 kg de P via SS + NK; 75 kg de P via SS + NK; 100 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via Arad + NK; 50 kg de P via Arad + NK; 75 kg de P via Arad + NK; 100 kg de P via Arad + NK, com quatro repetições. As variáveis mensuradas foram: altura, densidade populacional de perfilhos (DPP), produção de massa seca total (MST), produção de massa seca total forragem (MST forragem), produção de massa seca de raiz (MSR), relação folha: colmo, porcentagem de material morto, Índice de cobertura do solo. A fonte SS apresentou efeito significativo das doses sobre as variáveis: altura, DDP, MST, MSforragem, porcentagem de material morto, índice de cobertura do solo. Já o Arad não apresentou significância para a maioria das variáveis testadas, apresentando efeito apenas em: MST, Relação Folha:colmo, porcentagem material morto. O crescimento e a produção do capim Marandu no diferimento são beneficiados pela adubação fosfatada. A fonte SS se mostra superior ao Arad para beneficiar o desenvolvimento da forrageira no diferimento, favorecendo na recuperação da pastagem degradada.

Palavras chave: Fosfato natural. Pastagem degradada. Pasto diferido. Superfosfato Simples. *Urochloa brizantha*.

CHAPTER II- SOURCES AND DOSES OF PHOSPHORUS IN THE GRANT OF CAPIM MARANDU

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of phosphate fertilization and phosphorus source on the deferral of Marandu grass (*Urochloa brizantha*). The experimental design used was a randomized block design with treatments arranged in a 2 x 5 + 1 factorial, with two phosphorus sources (super simple (SS) and Arad reactive natural phosphate) and five phosphorus doses (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅), and one additional treatment without any type of fertilization, resulting in: absolute control; 0 kg P via SS + NK; 25 kg of P via SS + NK; 50 kg of P via SS + NK; 75 kg of P via SS + NK; 100 kg of P via SS + NK; 25 kg of P via Arad + NK; 50 kg of P via Arad + NK; 75 kg of P via Arad + NK; 100 kg of P via Arad + NK, with four repetitions. The variables measured were: height, tiller population density (DPP), total dry mass production (MST), total forage dry mass production (MST forage), root dry mass production (MSR), leaf:stem ratio, percentage of dead material, Land cover index. The SS source showed a significant effect of the doses on the variables: height, DDP, MST, MSforage, percentage of dead material, soil cover index. The Arad, on the other hand, was not significant for most of the variables tested, showing effect only on: MST, Leaf:stem ratio, percentage of dead material. The growth and production of Marandu grass in the deferral benefit from phosphate fertilization. The SS source proves to be superior to Arad to benefit the development of forage in the deferral, favoring the recovery of degraded pasture.

Key-words: Natural phosphate. Degraded pasture. Deferred pasture. Simple superphosphate. *Urochloa brizantha*.

1 INTRODUÇÃO

Considerando o panorama nacional e mundial de produção de bovinos, o Brasil vem aumentando a cada ano seu rebanho (IBGE 2020). Sistemas de produção no qual faz uso do pastejo é responsável pela produção de cerca de 89% de todo esse rebanho (ABIEC 2019). Portanto, as pastagens são uma das fontes basilares para a alimentação de ruminantes no Brasil, é um sistema de produção consolidado justamente pelo baixo custo e eficiência na produção.

Mesmo em meio ao protagonismo do sistema de pastejo, deve-se considerar fatores de sazonalidade na produção de forrageiras, que ocorrem oscilações na produtividade e na qualidade do pasto entre os períodos seco e chuvosos do ano, conseqüentemente pode-se levar a menores desempenhos dos animais nos períodos secos, ocasionados pela escassez de alimento (HOFFMANN et al., 2014; SOARES et al., 2015; DIAS FILHO, 2015).

Dessa forma, os sistemas produtivos a pasto demandam estratégias que garantam oferta de forragem durante esse período, permitindo resultados positivos nos índices zootécnicos do rebanho, além da eficiência e sustentabilidade requeridas pelo mercado, uma vez que o manejo inadequado promoverá prejuízos também à estrutura do dossel forrageiro e ao solo, provocando a degradação da pastagem (LARA e PEDREIRA, 2011; DIAS FILHO, 2015).

O diferimento de pastagem é uma estratégia que pode diminuir parte dessa problemática, é caracterizado pela vedação de parte do pasto no período

final da estação chuvosa, permitindo que haja acúmulo de forragem para consumo animal no período seco (HOFFMAN et al., 2014).

Em relação aos prejuízos que o pastejo pode ocasionar a fertilidade do solo, a reposição dos nutrientes via adubação é uma das principais estratégias na manutenção e recuperação das pastagens. É sabido que, principalmente na região do cerrado, os solos apresentam baixa disponibilidade de fósforo, sendo dessa forma necessária a reposição desse nutriente a fim de obtenção de produtividades satisfatórias.

A deficiência desse nutriente limita o desenvolvimento radicular, reduz a taxa de crescimento inicial, perfilhamento, restringindo a capacidade produtiva, acabando por resultar em baixa produtividade e diminuição na capacidade de suporte animal (DUARTE et al., 2015; FARIA et al., 2015).

Portanto, visando a promoção de maior produção e qualidade do capim Marandu no diferimento deve-se adotar o uso da adubação fosfatada, na qual ira determinar maior produção de raiz e perfilhamento, beneficiando a planta por participar ativamente de diversos processos metabólicos como transferência de energia das células, respiração, fotossíntese, componente estrutural, dentre outros (MONTEIRO et al., 2014; TAIZ e ZEIGER, 2017; PEREIRA et al., 2010; MACEDO, 2004).

Os fertilizantes fosfatados são classificados de acordo com sua solubilidade (alta solubilidade, baixa e de solubilidade intermediária) e possuem diferente eficiência agronômica. O uso de fontes mais solúveis de fósforo leva a disponibilização imediata de P ao solo favorecendo aos processos de absorção. Porém quando aplicados aos solos tropicais ácidos, com alta capacidade de fixação de P, favorece o processo de adsorção e precipitação, ocorrendo a indisponibilização de P às plantas, levando a diminuição da eficiência ao longo do tempo (NOVAIS; SMYTH, 1999; PROCHNOW et al., 2003; DIAS et al., 2015).

Os fertilizantes que apresentam menor solubilidade, como os fosfatos naturais reativos diminuem os processos de fixação de P, o que lhes confere maior eficiência, devido apresentar maior poder residual. A condição de alta acidez nos solos de cerrado favorece o uso dessas fontes, pois o pH do solo influi na solubilização do fosfato natural pela corrosão de sua estrutura

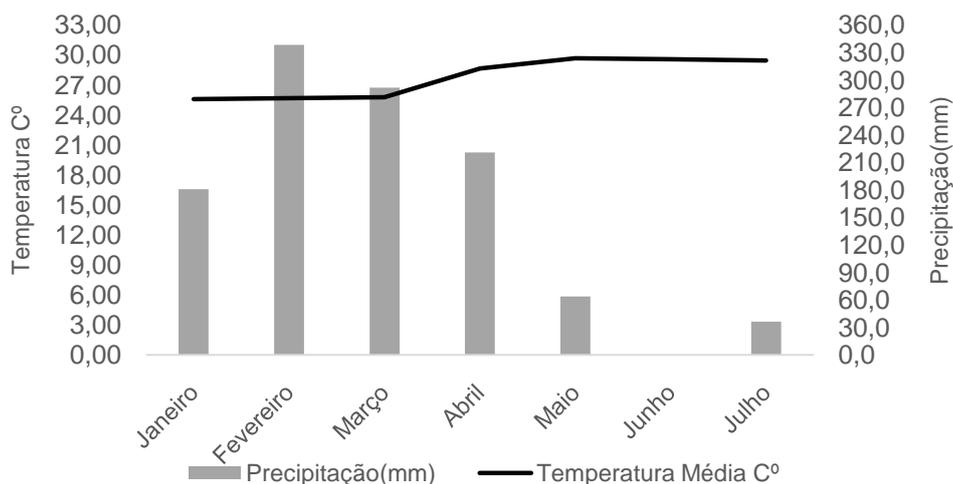
cristalina por ação dos íons H⁺(REZENDE et al.,2016; RHEINHEIMER et al., 2001).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da adubação fosfatada e da fonte de fósforo para o diferimento do capim Marandu, assim como estudar a resposta do sistema radicular da forrageira à esta estratégia de recuperação e produção de forragem para a seca.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda Agropastoril Frutins, localizada na Rodovia –TO 222, km 12, Araguaína – TO, no período compreendido entre abril a julho de 2019. O clima da região é Aw – Tropical de verão úmido, com estação seca e chuvosa bem definida, classificação de Köppen sistematizada por Alvares et al. (2013). A região apresenta temperatura média de 26°C, precipitação média anual de 1.828,00 mm, com umidade relativa do ar média anual de 76% e altitude média é de 277,00 m. O comportamento pluviométrico e temperatura da região de estudo encontra-se na figura 1, os dados foram registrados pela estação meteorológica de Araguaína, localizada na Universidade Federal do Tocantins.

Figura 1- Médias mensais da temperatura e índices pluviométricos do período experimental.



Fonte: INMET (2020).

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média (Embrapa, 2013). A pastagem era constituída pela variedade *Urochloa brizantha* cv. Marandu e na implantação do experimento apresentava sinais de degradação, como a perda de vigor, baixa produtividade, deficiência nutricional e invasão por plantas daninhas, de acordo com Dias-Filho 2011.

Para a caracterização do solo da área experimental foram realizadas amostragens na camada de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade (Tabela 1). Após amostragem de solo, as análises foram realizadas no laboratório de solos da escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, *campus* Araguaína, da Universidade Federal do Tocantins, de acordo com metodologia da Embrapa (2009).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental em abril de 2019.

	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S.B	CTC	V	m
Prof.	$g\ dm^{-3}$	$CaCl_2$	$mg\ dm^{-3}$	----- $cmol\ d\ dm^{-3}$ -----								-----%-----
0-20 cm	3.37	4.38	0.47	0.01	0.64	0.40	0.32	1.19	1.05	2.24	46.6 7	23.4 4
20-40 cm	3.09	4.00	0.46	0.01	0.34	0.20	0.43	1.45	0.55	2.00	27.4 8	43.8 7
						Areia			Silte		Argila	
Granulometria						----- $g\ kg^{-1}$ -----						
						807.00			60.00		133.00	

M.O. - Matéria orgânica; **P**- Fósforo Melich; **pH** - Solução $CaCl_2$; **K** – Potássio; **Ca** – Cálcio; **Mg** – Magnésio; **Al** – Alumínio; **S.B.**- Soma de bases; **H + Al** – Acidez potencial; **CTC** – Capacidade de troca de cátions; **V** – Saturação por bases; **m** – Saturação por alumínio.

Inicialmente foi realizada a caracterização geral da área, com dados agrônômicos do capim estabelecido, estimativa visual de cobertura do solo pelo

capim Marandu, densidade de raízes no perfil do solo e densidade de plantas invasoras por área (Tabela 2).

Tabela 2-Caracterização inicial da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no período anterior ao diferimento.

MST				MST.EE			MSR	DPP	C.S	
kg ha ⁻¹				%			kg ha ⁻¹	nº m ²	%	
F	C	MM	TOTAL	F	C	MM	Prof.			
							0-20 cm			
561,0	686,0	922,3	2.169,3	25,9	31,6	42,5	453,6	2391,8	347	62

MST -massa seca total; **MST P.E**- massa seca total de plantas espontâneas; **MSR** – massa seca de raiz; **DDP**- densidade populacional de perfilhos; **C.S**-cobertura do solo pelo capim F-folha;**C**-colmo ;**MM**-material morto.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um fatorial 2 x 5 +1, sendo duas fontes de fósforo (superfosfato simples e fosfato natural reativo de Arad (fertilizantes com especificações expostas no quadro 1) e cinco doses de (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com quatro repetições e mais um tratamento adicional sem qualquer tipo de adubação (testemunha absoluta).

Quadro 1-Especificação dos fertilizantes minerais fosfatados.

FERTILIZANTE	GARANTIA MÍNIMA		OBTENÇÃO
	Teor e forma	Solubilidade do nutriente	
Superfosfato Simples	18% de P ₂ O ₅ 16% Ca 10% S	Fósforo solúvel em CNA+ água Mínimo de 16% em água Ca e S- teores totais.	Reação a rocha fosfática moída com H ₂ SO ₄ .
Fosfato Natural reativo-Arad	27% de P ₂ O ₅ 28% Ca	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ total e mínimo de 30% do teor total solúvel em Ácido Cítrico a 2% na relação 1:100.	Extração natural e beneficiamento por meio do processo de homogeneização hidropneumática ou flotação.

CNA- Citrato neutro de amônio; **Ca**-Cálcio;**S**-Enxofre; **H₂SO₄** – Ácido sulfúrico.

Fonte: Instrução Normativa Nº 39, de 8 de agosto de 2018 -Anexo I.

Com exceção da testemunha absoluta todas as parcelas também foram adubadas com $60,0 \text{ Kg ha}^{-1}$ de nitrogênio e Potássio- K_2O (via 20-00-20), conforme os dados iniciais da análise do solo e recomendação para a forrageira (5° aproximação), resultado nos seguintes tratamentos: testemunha absoluta; 0 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via SS + NK; 50 kg de P via SS + NK; 75 kg de P via SS + NK; 100 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via Arad + NK; 50 kg de P via Arad + NK; 75 kg de P via Arad + NK; 100 kg de P via Arad + NK.

As parcelas experimentais foram dimensionadas em tamanho de 5,0 m x 4,0 m (área total de $20,0 \text{ m}^2$), com corredor de um metro entre parcelas e de 2 m entre os blocos. Foi realizada a uniformização do pasto a altura de resíduo a 20 cm do solo, realizada com auxílio de roçadeira. Após essas etapas o pasto foi mantido em diferimento de abril a julho de 2019 (88 dias). Se passando esse período, o pasto foi avaliado:

- **Altura**

As leituras foram realizadas com a régua graduada posicionada sobre a superfície do solo e adotando-se como referência a parte da planta localizada no ponto mais alto do dossel. A variável foi mensurada em todas as parcelas, em três pontos representativos da mesma.

- **Massa de forragem**

Foi avaliada com auxílio de um retângulo de amostragem de $0,5 \text{ m}^2$ (1,0 x 0,5 m) e a forrageira foi cortada a 20,0 cm do solo. Para avaliar a produção de massa do resíduo foi realizando o corte rente ao solo da forrageira, que somando ao valor da massa de forragem foi possível estimar a massa total. O material separado em folhas, colmo e material morto e determinado o peso seco de cada componente e total após secagem em estufa e circulação de ar a 55° C por 72 horas.

- **Densidade populacional de perfilhos (un/m^2)**

Foi avaliada pela contagem manual dos mesmos com auxílio de retângulo de 1,0 x 0,15 m ($0,15 \text{ m}^2$), em local representativo da parcela.

- **Percentual de Cobertura do Solo**

Realizada através de estimativa visual de cobertura, de acordo com a metodologia descrita por Alencar et al. (2018), na qual a cobertura do solo foi estimada pela frequência (presença ou ausência) em um quadrado de 1 m² (1,0m x 1,0 m), dividido em 10 colunas e 10 linhas, totalizando em 100 quadrados de 0,1 m x 0,1 m.

- **Massa seca de raízes**

As raízes da forrageira foram avaliadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, com auxílio de um trado tipo caneco de acordo com metodologia citada por Brasil, Zonta e Oliveira (2007). Após a separação do solo e lavagem em água corrente, as raízes foram secas em estufa a 55 °C e determinada a massa seca.

- **Massa seca plantas daninhas**

Para determinar a quantidade de plantas invasoras na área foi utilizado um quadro de amostragem de 1,0 m x 0,5 m (0,5m²). Foram coletadas todas as plantas presentes na área de amostragem e determinada massa seca total após secagem em estufa com circulação forçada, de ar a 55°C, por 72h.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro wilk). Os dados referente a testemunha absoluta foram submetidos apenas à análise de variância e teste de média (t de Student) e os demais à análise de variância, teste de média (t de Student) e regressão para doses de fósforo a 5% de confiança, usando o programa de análise estatística e design de experimentos - SISVAR (FERREIRA, 2011).

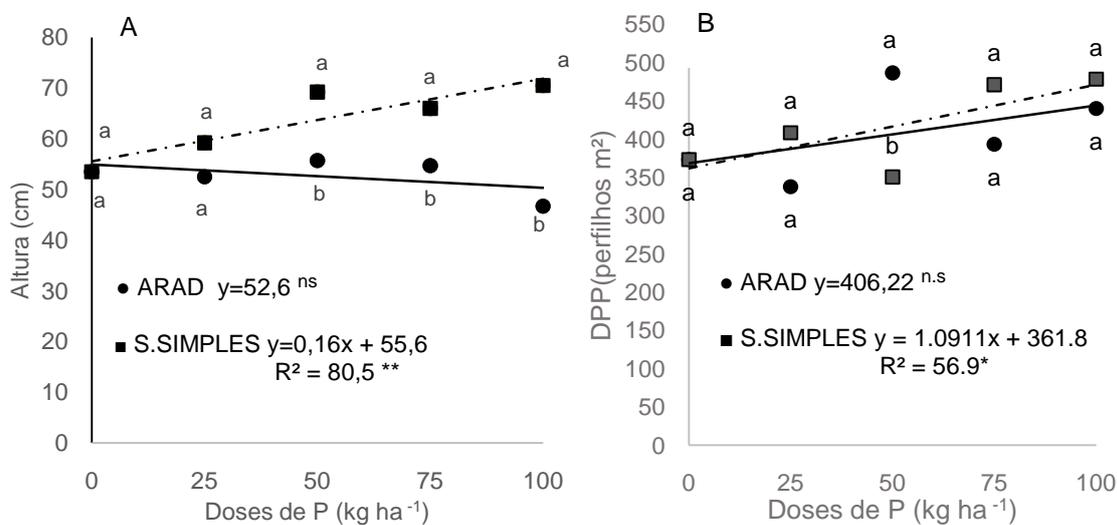
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento e a produção do capim Marandu foram influenciados pela adubação fosfatada. As variáveis como a altura ($p=0,00001$) o perfilhamento ($p=0,6531$), matéria seca total ($p=0,0244$), foram incrementadas pelas fontes de fósforo.

A relação folha:colmo ($p=0,0269$) é uma variável que confere qualidade a forragem e foi beneficiada, assim como a porcentagem de cobertura do solo ($p=0,0043$), apontando boa recuperação do dossel forrageiro. As fontes empregadas foram determinantes para os resultados obtidos, sendo o superfosfato simples superior.

A altura e o perfilhamento do capim Marandu foram beneficiados pela adubação fosfatada no diferimento, sendo a fonte e doses de fósforo determinantes para os resultados (Figura 2).

Figura 2- Altura (A) e densidade populacional de perfilhos (DPP) (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.



**significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente e n.s = não significativo. -Médias seguidas pela mesma letra entre as fontes de P, para cada dose, não diferem entre si pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade.

Foi possível observar efeito linear significativo ($p < 0,01$) das doses de P sobre altura para a fonte superfosfato simples (SS), havendo acréscimo, conforme o aumento na dose de P, a altura máxima alcançada de 70,05 cm proporcionada pela dose de 100 kg ha⁻¹.

Para o fosfato de Arad não houve efeito para a altura das plantas, com média de 52,6 cm (Figura 2A). O superfosfato simples foi superior ao fosfato de Arad na maioria das doses, exceto na dose de 25,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sem efeito de fonte, sendo que a maior diferença foi em torno de 51% na maior dose de P estudada.

Quanto a densidade populacional de perfilhos (DPP) foi possível observar também o efeito linear positivo do superfosfato simples, de forma que o máximo perfilhamento foi obtido na dose de 100 kg ha⁻¹ (Figura 2B). Já a fonte Arad não apresentou efeito sobre a testemunha não adubada, com média de 406,22 perfilhos m⁻². Diferentemente do observado para a altura, apenas para dose de 50,0 kg ha⁻¹ houve diferença entre as fontes, com maior perfilhamento sob efeito do fosfato natural.

Estuando efeito da adubação fosfatada com para o *Urochloa Brizantha* cv. MG-5, os autores Vieira et al., (2019) e também Benett et al. (2009)

verificaram excelente resposta da forrageira em altura ao final do período de condução dos estudos. No primeiro estudo a altura máxima foi de 90,00 cm com a aplicação de 524 kg ha⁻¹ de P, enquanto no segundo foi de aproximadamente 76,0 cm, no segundo estudo, com a aplicação de 242 kg ha⁻¹ de P. Isto ratifica a boa responsividade da forrageira à adubação fosfatada e reforça a necessidade da aplicação do P também no caso do diferimento, mas tudo indica que, no limite das doses estudadas, a fonte de maior solubilidade é mais adequada.

Dias et al. (2012), estudaram o rendimento forrageiro do capim Marandu em casa de vegetação, submetido a duas fontes de fósforo (superfosfato simples (SS) e fosfato natural reativo de Argélia (FN)), nos tratamentos: ausência de adubação fosfatada; SS; FN; 50% SS e 50% FN. E observaram incremento de cerca de 11% na altura do capim independente da fonte utilizada.

Em estudo conduzido por Bonfim-Silva et al. (2012), no qual estudou características morfológicas e produtivas do capim Marandu, em vaso adubado com fosfato natural reativo em solo arenoso de cerrado, sem uso de calagem, assim como no presente estudo, devido a boa solubilização do fosfato natural reativo em solos ácidos, e pôde-se verificar uma resposta positiva e quadrática para a altura das plantas.

Em relação a densidade populacional de perfilhos, Mesquita et al., (2010), estudando o efeito da adubação com fósforo em gramíneas de diferentes gêneros, observaram que a adubação fosfatada elevou de forma quadrática a densidade populacional de perfilhos das espécies forrageiras, evidenciando a importância do uso de P no estabelecimento das espécies forrageiras.

Estudando características morfológicas e produtivas do capim Marandu Bonfim-Silva (2012) verificou que em função das doses de P a densidade populacional de perfilhos se ajustou ao modelo de regressão linear positiva, observando o aumento na taxa de perfilhamento de 77,3%, quando comparado a maior dose de P com a ausência de adubação fosfatada, para o primeiro corte.

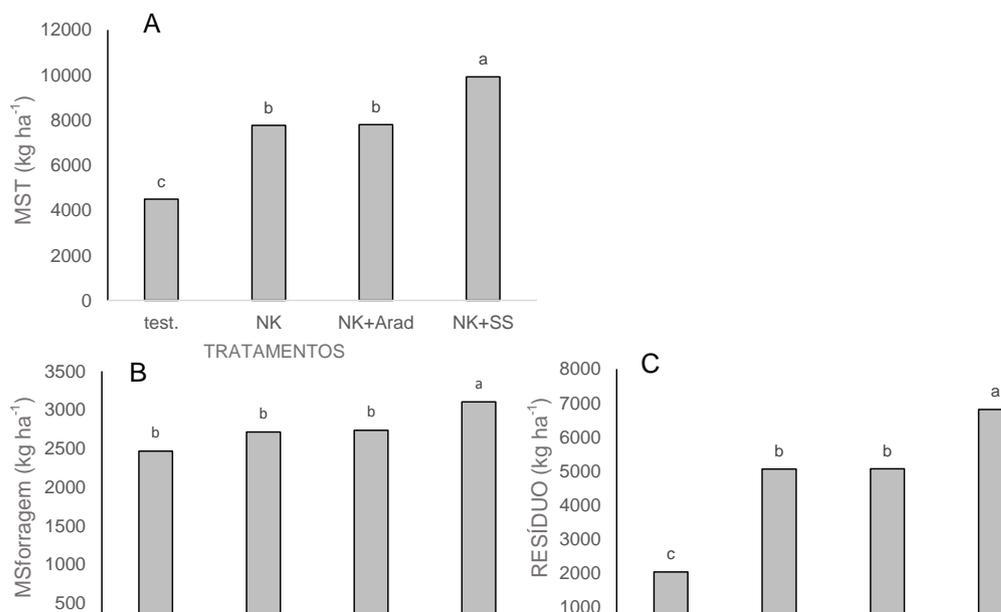
Em estudo realizado por Melo et al., (2018a), avaliaram o efeito de quatro fontes (superfosfato triplo, linha de fertilizante Heringer especial-

formação de pastagem, rejeito de rocha fosfatada e fosfato reativo de bayovar) e quatro doses de fósforo (45,90,135 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na produção de capim piatã em casa de vegetação com um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, franco argiloso. Foram realizados quatro cortes e foi possível verificar efeitos significativos para doses e fontes testadas.

O fosfato reativo de bayovar incrementou a densidade populacional de perfilhos, com comportamento semelhante as fontes de maior eficiência agrônômica, diferiu apenas do rejeito de rocha fosfatada, pois esta não respondeu como as demais fontes, os autores acreditam que isso se dá devido à baixa solubilidade dessa fonte. Esse incremento no número de perfilhos, trata-se de uma característica requerida na recuperação de pastagens degradadas, uma vez que promove maior cobertura do solo, o que pode evitar ou mitigar problemas de erosão do solo nas pastagens, que se trata de um dos fatores condicionantes a degradação destas (ARAÚJO, 2015).

A adubação fosfatada mostrou-se uma estratégia adequada para o acúmulo de biomassa pelo capim Marandu, tanto para a massa total, quanto para a massa de forragem colhida a 20,0 cm de altura do solo e resíduo pós pastejo (Figura 3).

Figura 3-Produção de massa seca total (A), de forragem colhida a 20,0 cm de altura do solo (B) e de resíduo colhido rente ao solo (C) sob efeito da adubação com NK ou combinada (NK+SS) ou Arad (NK+Arad) no capim Marandu.



TRATAMENTOS

TRATAMENTOS

Test. = testemunha sem adubação, apenas pousio. NK= adubação com 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio e potássio. SS= superfosfato simples. Arad= fosfato natural de Arad. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de t de student a 5% de probabilidade.

O efeito foi muito dependente da inclusão ou não de P na adubação, da fonte de P e também da variável analisada. Enquanto o fator fósforo foi determinante para a produção de forragem (Figura 3B), para o aumento do acúmulo de massa total (Figura 3A) e conseqüentemente maior resíduo (Figura 3C), para beneficiar a recuperação do pasto e a rebrota na próxima estação de chuvas, já houve benefício da adubação mesmo sem a inclusão do P.

Quando adubado com NK, cerca de 60 kg ha⁻¹ de cada um, o acúmulo de massa total pela forrageira foi de 73,0% superior à testemunha sem qualquer adubação, apenas o pousio do diferimento (Figura 3A). Ao ser incluído o P à adubação, este incremento foi de aproximadamente 73,0% com Arad e 121,0% com o superfosfato simples.

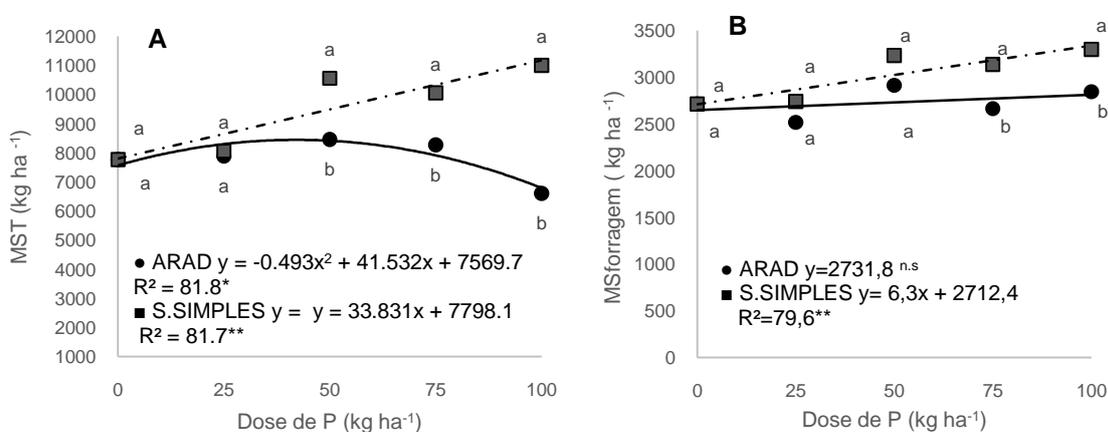
Nota-se a ausência de efeito adicional do fosfato natural ao ser combinado à adubação básica com nitrogênio e potássio. Já para a massa de forragem, apenas a adubação combinada com superfosfato simples foi eficaz para o ganho em produtividade, em relação à testemunha, um incremento aproximado de 26,0% (Figura 3B).

A mesma dinâmica entre os tratamentos verificada para a produção de MST refletiu na massa de resíduo, porém com maior amplitude (Figura 3C). Ambos os tratamentos NK e NK+Arad aumentaram a produção de resíduo entorno de 149,0%, em relação a testemunha não adubada e a máxima produção foi observada no tratamento NK+SS, um incremento de 235,0%.

Diante deste resultado, podemos verificar que a taxa de remoção de forragem na testemunha foi muito mais severa que nos tratamentos adubados, cerca de 55,0% da MST, seguida de NK e NK+Arad com 35% e NK+SS com 32% aproximadamente.

Ao considerar uma taxa de remoção recomendada de 50% da massa vegetal produzida (LEMAIRE et al.,2009), os tratamentos adubados poderiam suportar maior carga animal, além da estimada pela massa de forragem colhida a 20,0 cm de altura do solo, sem representar prejuízo para a rebrota, ao contrário da testemunha que teria iniciado um superpastejo. Ao excluirmos a testemunha sem qualquer adubação, para estudarmos as doses de fósforo, verificamos um comportamento oposto entre as fontes de P (Figura 4A).

Figura 4- Massa seca de forragem (kg ha^{-1}), corte acima de 20 cm (A) e massa seca total, corte rente ao solo (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.



n.s. = não significativo e **, *significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de f, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose de fósforo, não diferem entre si pelo teste de t a 5% de probabilidade. 0, 25, 50, 75 e 100 = dose de fósforo em kg ha^{-1} . S.SIMPLES= superfosfato simples. ARAD= fosfato natural de Arad.

O aumento do teor de P na adubação com superfosfato simples induziu a um aumento linear na produção de massa seca total do capim Marandu, enquanto para o fosfato natural houve redução da massa sob efeito da maior dose de P, em escala quadrática, com o aumento máximo de produção na dose de $50,0 \text{ kg ha}^{-1}$. Ao estudarmos o efeito da fonte para cada dose, verificamos que o superfosfato simples foi superior ao Arad em todas as doses maiores que $25,0 \text{ kg ha}^{-1}$, principalmente na maior dose para a qual a diferença foi da ordem de 66,5%.

Para a produção de forragem verificamos efeito linear positivo ($p < 0,01$) do aumento das doses de P via superfosfato simples, sendo a produção

máxima obtida na dose de 100,0 kg ha⁻¹, aproximadamente 3.300,0 kg ha⁻¹ de matéria seca contra 2.700,0 kg ha⁻¹ do tratamento sem P (Figura 4B).

Enquanto para o fosfato de Arad não houve diferença entre as doses estudadas, com produção média de 2.732,0 kg ha⁻¹. Entre as fontes de P, o superfosfato simples e o fosfato natural foram iguais até a dose de 50,0 kg ha⁻¹ e a partir de 75,0 kg ha⁻¹ o superfosfato simples foi mais produtivo (Figura 4B).

Essa maior vantagem inicial da fonte de maior solubilidade também foi verificada em estudo Melo et al. (2018b), os quais estudaram a produção do capim massai sob efeito quatro fontes de P (superfosfato triplo, linha de fertilizante Heringer especial-formação de pastagem, rejeito de rocha fosfatada e fosfato reativo de bayovar), muito distintas quanto à solubilidade.

No primeiro corte da forrageira, os melhores resultados foram obtidos com o superfosfato triplo, a qual foi a fonte de maior solubilidade, em relação à demais, seguido do fertilizante Heringer especial-formação de pastagem, fosfato reativo de bayovar e último em relação ao desempenho das variáveis testadas, foi o rejeito de rocha fosfatada. As fontes que apresentam maior solubilidade disponibilizam grande quantidade de P logo de imediato no período após o plantio, ideal para culturas de ciclo curto, o que promove melhor desenvolvimento inicial das plantas (OLIVEIRA et al., 2012).

Foi estudado por Souza et al. (2020), o efeito de diferentes fontes e solubilidades de fósforo no desenvolvimento e nutrição do capim Mombaça, ao avaliar a produção de massa seca total do capim, constatou que o tratamento que proporcionou a maior massa seca total do experimento, foi o tratamento composto pelas fontes: Superfosfato triplo (ST), Yoorin Master 1 (YR), trata-se de fontes de alta solubilidade. Devido ao curto tempo de estudo, esse melhor desempenho das fontes mais solúveis pode ser explicado por conta de sua maior solubilidade.

Em estudo de Teixeira et al. (2018) com o capim Marandu, foi verificado efeito positivo da combinação de nitrogênio e fósforo para a produção da forrageira. Os autores verificaram que independentemente da dose de nitrogênio a resposta à aplicação de fósforo foi positiva e linear para a produção de matéria seca.

Em relação as fontes de P, os resultados indicam que a adubação fosfatada com uma fonte de alta solubilidade, no terço final da estação das

chuvas, é uma estratégia adequada para aumentar a produção de forragem no diferimento, ao contrário de uma fonte de solubilidade mais lenta como o fosfato natural reativo de Arad, isso se dá devido ao curto tempo de reação que se observa nesse manejo, que seria visando o diferimento. Ou ainda o uso combinado de fontes.

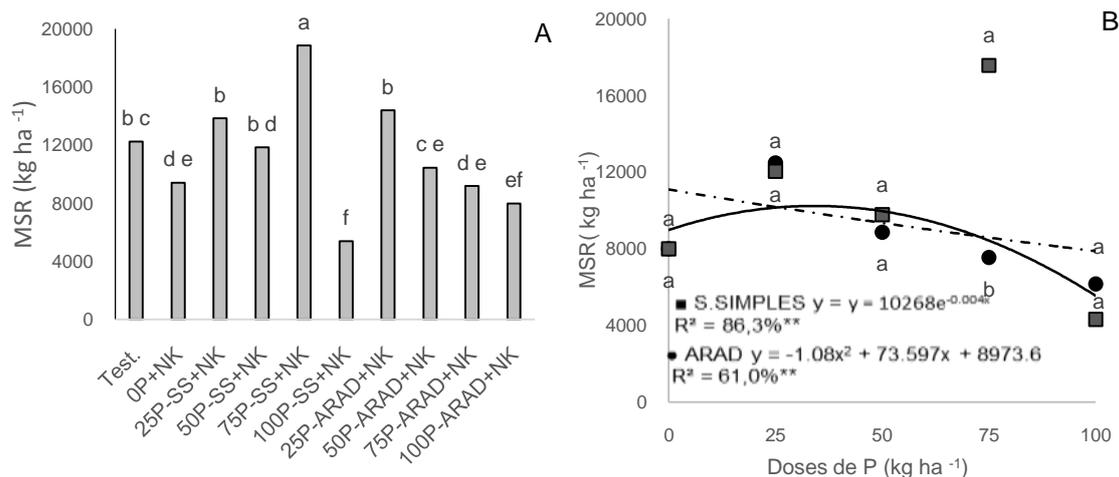
Sabe-se que as fontes com maior solubilidade liberam maior parte do P inicialmente, podendo propiciar os processos de imobilização de P. As fontes de menor solubilidade, ao disponibilizarem mais lentamente o P, podem minimizar os processos de imobilização e proporcionar maior eficiência de utilização do nutriente pelas culturas ao longo do tempo (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Além disso ao aplicar o fosfato natural no diferimento pode-se acelerar o processo de liberação de P, focando a produtividade do capim para a próxima estação das chuvas e obter efeito positivo mais cedo, em contraste a uma aplicação no início desta mesma estação chuvosa.

Comparando efeitos residual dos superfosfatos com outras fontes de liberação lenta de P, Bolland (1986) e Bolland, Weatherley e Gilkes (1998), concluíram que a eficiência inicial dos superfosfatos apresentada é seguida por queda de eficiência no decorrer do tempo. Ao fazer o uso de fontes com menor solubilidade, a eficiência inicial foi menor, porém a queda foi menor com o passar do tempo, mantendo valores mínimos de P na solução do solo por mais tempo.

O capim Marandu respondeu à adubação para a produção de raízes no diferimento, com padrão de resposta distinto para a presença ou não de P nesta adubação e também quanto à fonte de fósforo estudada (Figura 5A).

Figura 5 - Massa seca de raiz (MSR) (kg ha^{-1}) do capim Marandu ao final do período de diferimento sob efeito da adubação com nitrogênio mais potássio e a combinação com duas fontes de fósforo.



**Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose de fósforo, não diferem entre si pelo teste de t a 5% de probabilidade. 0, 25, 50, 75 e 100 = doses de fósforo em kg ha⁻¹. SS= superfosfato simples. Arad= fosfato natural de Arad, NK= adubação com 60,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio e potássio.

Ao ser adubado apenas com nitrogênio e potássio houve redução da massa de raiz do capim Marandu, em relação à testemunha sem adubação. Em doses mais baixas de P, até 50 kg ha⁻¹ e combinadas com NK, a massa de raízes é mantida, em relação à massa da testemunha e pode até aumentar sob efeito do superfosfato simples com 75 kg ha⁻¹.

Em doses mais elevadas, para ambas as fontes de P, verificou-se redução da massa de raízes. De acordo com Raij, (1991) o fósforo é um elemento essencial para absorção de nitrogênio pelas plantas. Conforme ocorreu no trabalho, na ausência de P, não houve resposta à adubação com NK, na produção de raiz em relação à testemunha não adubada.

Essa dinâmica da massa de raízes em resposta ao acréscimo do P na adubação pode ser melhor visualizada na figura 5B. Houve efeito exponencial ($p < 0,01$) para a fonte superfosfato simples, com ganho de produção nas doses de 25,0 e 75,0 kg ha⁻¹, em relação ao tratamento sem P na adubação e queda drástica na massa de raízes na maior dose de fósforo.

A maior produção de massa seca de raiz se deu nesta fonte e na dose de P. Para o fosfato natural a resposta foi quadrática, com aumento de produção ao adubar com 25,0 kg ha⁻¹ e tendência de queda à medida em que se aumentou o nível de P na adubação. Ao compararmos as duas fontes, para cada dose, apenas no tratamento com 75,0 kg ha⁻¹ elas diferiram, com superioridade do superfosfato simples (Figura 5B).

Pode-se verificar que a adição de fósforo na adubação do capim Marandu para o diferimento, em doses de até 50 kg ha⁻¹, pode minimizar a redução da massa de raízes num período em que é comum a escassez de chuvas, podendo contribuir para melhor as relações hídricas da planta. No entanto em doses mais elevadas, o fósforo potencializa a redução da massa de raízes.

Estudando a resposta do capim Marandu à adubação nitrogenada, em um solo eutrófico irrigado, Cunha et al. (2010) também observaram redução da massa total de raízes com a adubação e aumento na dose de N, porém um efeito inverso para a profundidade efetiva do sistema radicular, mecanismo este bem evidenciado em nosso estudo também para o fósforo.

Em relação a fonte, é possível verificar um maior incremento da fonte mais solúvel (superfosfato simples) a produção de MSR (Figura 5). De acordo com estudo realizado por Costa et al., (2008), onde avaliou o capim Marandu em casa de vegetação em Neossolo quartizarenico, textura areosa com quatro fontes de fósforo (Superfosfato Triplo (ST), Fosfato Reativo de Arad (FR), Fosfato Natural de Araxá (FA), e uma mistura ST+F), verificou que o P prontamente disponível para a planta, oriundo de fontes mais solúveis (ST e ST+FR), promoveu um maior crescimento radicular no estabelecimento da forrageira no solo.

Os autores Cecato et al. (2004) cita Christie e Moorby (1974) descrevem que à medida em que é aumentada a concentração de P no solo pode haver redução na quantidade de raízes. Isso pode ser explicado pelo stress inicial de P, o qual induz um crescimento rápido e substancial das raízes sob baixos níveis no solo. Isto é entendido como um mecanismo de adaptação da planta para maximizar a absorção de P em solos deficientes deste nutriente (CARVALHO et al., 1993).

Com a melhoria da disponibilidade de P e com o tempo pode ocorrer uma queda no direcionamento da planta para produzir mais raízes e assim como verificado em nosso estudo há um crescimento acentuado inicialmente, ou em doses baixas, para em seguida ocorrer um decréscimo na massa de raízes com a melhoria da fertilidade do solo.

A relação folha:colmo do capim Marandu também teve forte influência da fonte de fósforo combinada com a adubação básica de nitrogênio e potássio

(Figura 6A). Enquanto foi observado um efeito linear negativo para o aumento da dose e P via superfosfato simples ($p < 0,05$), para o fosfato de natural este efeito negativo, aumentando a proporção de colmo na massa de forragem, com o aumento do P, foi revertido sob efeito da maior dose estudada, caracterizando um comportamento quadrático ($p < 0,01$) e melhorando o valor nutritivo da planta.

A maior relação folha: colmo para o superfosfato simples foi na testemunha, enquanto para o Arad foi na dose de 100 kg ha^{-1} . Ao contrário do observado em nosso estudo, Oliveira et al. (2013), estudando características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim Xaraés, adubado com fósforo, concluíram que a relação folha:colmo não foi influenciada pelas doses de P.

De um modo geral, conforme foi aumentada a dose de P, houve um decréscimo na relação folha:colmo, o que caracteriza um alongamento de colmos, estimulado pelo fósforo.

Segundo Oliveira et al. (2013), o incremento da adubação com fósforo influenciou a taxa de alongamento de colmo, uma vez que o tratamento que não recebeu adubação fosfatada teve valor menor, em comparação aos tratamentos com maiores doses de P.

Outro aspecto relevante foi a dinâmica entre as fontes de fósforo, para cada dose estudada, verificou-se diferença apenas na dose de 100 kg ha^{-1} , sendo o fosfato de Arad superior ao superfosfato simples (Figura 6A). Porém mesmo verificando uma tendência de redução da relação folha: colmo devido a adubação, os valores médios encontrados estão acima do valor crítico, ou seja, dentro do preconizado pela literatura, em relação a manter qualidade de consumo da forragem.

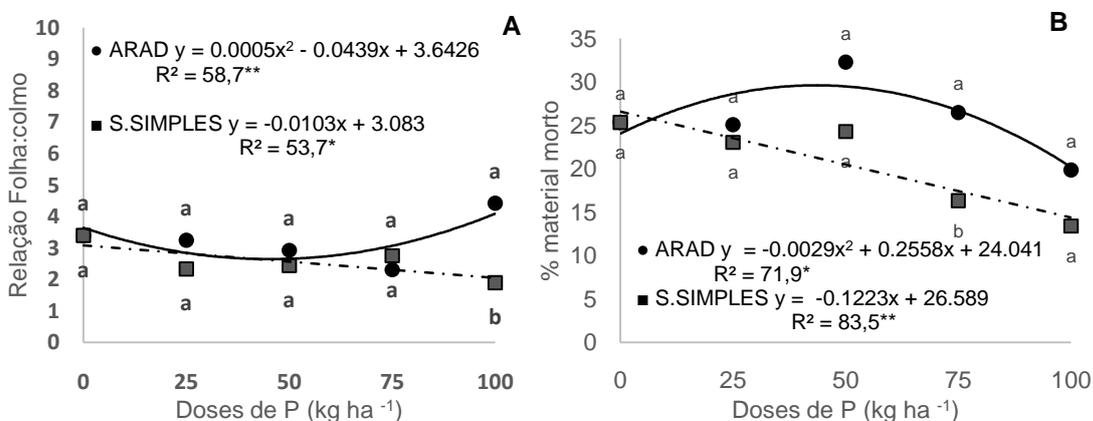
A relação folha:colmo trata-se de uma variável de relevância para o manejo das plantas forrageiras e no campo da nutrição animal. A alta relação folha: colmo é uma característica requerida em pastagens uma vez que representa forragem de maior valor nutritivo. Visando a qualidade da forragem é considerado como limite mínimo a relação de 1, abaixo disso já existe perdas na qualidade da forragem (PINTO et al. 1994).

De acordo com Van Soest (1994), quanto maior for a relação folha: colmo, maior o valor nutritivo da forragem, uma vez que as folhas são a fração

da planta forrageira com maior teor de proteína bruta e menor de fibra, conferindo maior digestibilidade a forragem.

O aumento da proporção de material morto na pastagem deprecia o valor nutricional da forragem e foi verificado neste estudo que a adubação fosfatada levou ao decréscimo de material morto no pasto de capim Marandu diferido, principalmente quando a fonte de P foi o superfosfato simples (Figura 6B).

Figura 6 - Relação folha:colmo (A) e percentagem de material morto (MM) (B) do capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.



**Significativo a ($p < 0,01$). *Significativo a ($p < 0,05$). N. S—não significativo. Médias seguidas pela mesma letra, para cada dose de fósforo, não diferem entre si pelo teste de t de student a 5% de probabilidade.

Foi possível observar efeito linear negativo ($p < 0,01$) do aumento das doses de P, via superfosfato simples, sobre a produção material morto, com um mínimo de 13,4% na maior dose de P. Isto representou uma redução mais de mais de 50,0% na quantidade de material senescente da forragem, em relação à testemunha adubada apenas com N e K.

Para a fonte fosfato natural de Arad foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$), havendo inicialmente acréscimo na produção de material morto, porém posteriormente teve um forte decréscimo nesse acúmulo, chegando a uma porcentagem mínima 19,8%, também na maior dose de P.

Testando o efeito da fonte para cada dose, se mostraram equivalentes na maioria dos tratamentos, exceto quando se aplicou 75 kg ha⁻¹, com menor proporção de material morto sob efeito do superfosfato simples (Figura 6B). Portanto, por influência da adubação fosfatada foi possível verificar um

decréscimo no acúmulo de material morto, mesmo sob diferimento, mantendo a qualidade nutricional da forragem.

Este efeito positivo da adubação, para melhorar a qualidade da forragem, também foi observado por Soares et al. (2016), ao estudarem o Massai adubado com um biofertilizante. Estes autores verificaram redução no acúmulo de material morto, com efeito linear negativo ($p < 0,05$) reduzindo em 45,3% o material morto na forragem sob efeito da dose máxima de biofertilizante estudada.

De acordo com Santos et al. (2010), em pastagem diferida, geralmente há uma taxa de senescência de tecidos vegetais mais acentuada, devido ao longo período de diferimento. Gurgel et al. (2017), estudando as características estruturais do capim Marandu durante o período de diferimento também verificou o acréscimo de material morto conforme o período de diferimento era aumentado.

Já Difante et al. (2011), quando avaliou as características morfogênicas e estruturais do capim Marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte, verificou que o acúmulo total de forragem foi composto de 46% de lâminas foliares, 37% de colmos e 18% de material morto quando o intervalo de corte foi de cinco folhas surgidas por perfilho.

Quando o capim Marandu foi cortado com o intervalo de tempo menor, a composição foi de 60% de lâminas foliares, 23% de colmos e 15% de material morto, ou seja, com a redução de tempo houve um ganho em relação a qualidade da forragem, aumentado o percentual de lâminas foliares e diminuindo colmo e material morto.

Portanto dos resultados deste estudo e evidenciado pela literatura pode se indicar a adubação fosfatada como uma alternativa para melhora da qualidade do capim Marandu diferido, em relação apenas ao pousio sem adubação, amenizando o efeito negativo do longo tempo de descanso sobre a qualidade da forragem.

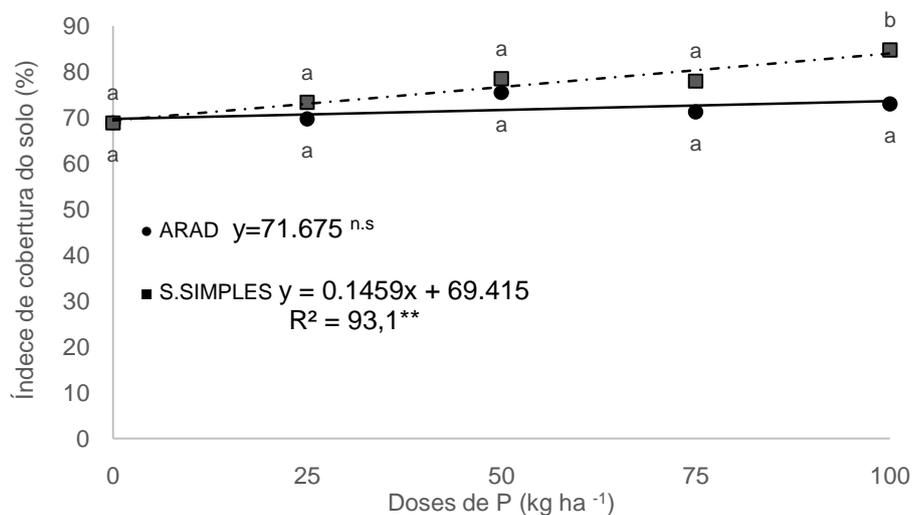
O índice de cobertura do solo pelo capim Marandu foi incrementado no diferimento pela adubação fosfatada, havendo diferenças significativas entre as fontes de fósforo (Figura 7).

Foi possível observar efeito linear significativo ($p < 0,01$) das doses de P para superfosfato simples (SS), havendo acréscimo, conforme o aumento na

dose de P, o índice máximo alcançado foi de 84.08% proporcionada pela dose de 100 kg ha⁻¹. Por outro lado, não havendo efeito da fonte de P Arad sobre a cobertura do solo.

Em relação ao superfosfato simples, o fosfato de Arad apresenta uma taxa de solubilidade mais lenta necessitando de mais tempo, sob adequada condição de umidade do solo, para a liberação de P na solução do solo e beneficiar a forrageira. E isto é bem evidenciado ao compararmos o efeito da fonte entre as doses, com superioridade do superfosfato simples (Figura 7).

Figura 7 - Índice de cobertura do solo pelo capim Marandu sob efeito da adubação fosfatada.



**Significativo a ($p < 0,01$). n.s.–não significativo. Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada dose de fósforo, não diferem entre si pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade.

O capim Marandu, quando adequadamente manejado, se destaca com excelente capacidade de cobrir o solo, como bem evidenciado por Alencar et al., (2010). Estes autores observaram que esta forrageira se destacou, dentre as demais estudadas, em resposta à adubação nitrogenada e intensidade de pastejo, com média de 52,3% cobertura do solo. No entanto, um valor muito inferior ao apresentado em nosso estudo, o que tem forte relação com o tempo de descanso, sendo de 90 dias de diferimento aqui contra 30 dias no estudo citado.

Além da influência da adubação com fósforo que contribuíram incrementar a cobertura solo ao estimular um melhor desenvolvimento da forrageira em vários aspectos dentre eles o perfilhamento. Pois de acordo com Rezende et al. (2011) o fósforo influencia positivamente na taxa de

perfilhamento das gramíneas, conseqüentemente promovendo maior cobertura do solo pela gramínea.

Em estudo conduzido por Lopes et al. (2011), envolvendo a adubação fosfatada no consórcio capim Xaraés e estilosantes mineirão, observaram efeito quadrático ($P < 0,05$) da aplicação de fósforo sobre a cobertura do solo.

Por outro lado, Vitor et al. (2008) verificaram que a cobertura do solo por plantas de capim Elefante não sofreu alteração em nenhum período avaliado. Neste estudo, os autores avaliaram o perfilhamento, a altura do dossel e a cobertura do solo de uma pastagem de capim-elefante submetida à adubação com nitrogênio e irrigação. Isto muito provavelmente ocorreu, devido a planta ter priorizado o ganho em massa de perfilho, em detrimento do número de perfilhos por planta, o que pode ter sido influenciado pelo desbalanço entre N e P, principalmente nas maiores doses de N.

Avaliar a cobertura do solo trata-se de uma importante ferramenta quanto a avaliação da dinâmica de crescimento de plantas forrageiras. Uma boa cobertura vegetal do solo pela forrageira é importante para a manutenção de condições físicas do solo, diminuindo a compactação pelo pastejo, bem como a erosão pela exposição do solo as gotas de chuva. Deve haver um esforço no sentido de se manter certo índice de cobertura vegetal visando à sustentabilidade dos sistemas de produção à pasto (ALENCAR et al., 2010).

De acordo com os resultados apresentados foi possível verificar, portanto, o efeito da adubação fosfatada sobre as variáveis testadas. Cabe destacar também a importância da adubação com NK + P, pois com a adição de P aos tratamentos foi possível verificar incrementos significativos as variáveis, proporcionando melhorias ao pasto diferido. Em relação aos efeitos das fontes, houve superioridade do Superfosfato simples, fonte com maior solubilidade. O curto tempo para a solubilização contribuiu para o resultado. A eficiência dos fosfatos naturais é aumentada com o tempo, demonstrado maior eficiência a longo prazo (NOVAIS e SMITH, 1999; CAIONE, et al., 2013).

Outros fatores que interferem quanto a solubilização dos fosfatos naturais é acidez do solo que é apontada como um dos principais fatores que contribuem para a solubilização dessas fontes, já a elevada concentração de Ca^{2+} leva ao baixo suprimento de prótons em solução promovendo um desequilíbrio na reação de dissolução dessas fontes, levando a redução da

liberação de P (NOVAIS E SMITH, 1999; CHIEN & MENON, 1995; RAJAN et al., 2004).

Em relação a acidez e concentração de Ca^{2+} (Tabela 1) o solo da área de estudo apresenta condições ideais para a solubilização desse fosfato, com um pH de 4,38 e a concentração de Ca^{2+} de 0,64 cmolc/dm³.

De maneira geral cabe-se ainda discutir em relação aos fatores que interferem quanto a solubilização dos fosfatos naturais. A acidez é apontada como um dos principais fatores que contribuem para a solubilização dessas fontes. Além da elevada concentração de Ca^{2+} , pois o baixo suprimento de prótons em solução promove um desequilíbrio na reação de dissolução dessas fontes, levando a redução da liberação de P (NOVAIS E SMYTH, 1999; CHIEN & MENON, 1995; RAJAN et al., 2004).

Em estudo realizado por Souza et al., 2007, no qual avaliou a solubilidade dos fosfatos naturais de Gafsa (FG) e de Araxá (FA) e do termofosfato de Yorin (TY) em solo incubado com diferentes resíduos orgânicos (esterco bovino, leguminosa e gramínea), verificou que houve melhores respostas das fontes quando submetidos a ambientes mais ácidos. E verificou também que esses fosfatos demonstraram maior eficiência quando avaliados no terceiro ano após a aplicação.

Em estudo Caione et al., (2013), avaliando o poder residual de fontes de fósforo no plantio de cana de açúcar, verificou produtividade crescente do fosfato de menor solubilidade nos cultivos seguintes, quando comparada a fonte de maior solubilidade, demonstrando dessa forma a importância do tempo na solubilização desses fosfatos.

4 CONCLUSÕES

O crescimento e a produção do capim Marandu no diferimento são beneficiados pela adubação fosfatada.

A fonte superfosfato simples se mostra superior ao fosfato reativo de Arad para beneficiar o desenvolvimento da forrageira no diferimento.

A adubação fosfatada se mostra capaz de incrementar a massa de raiz, isso para doses de até 50 kg ha^{-1} , em doses superiores esse efeito é contrário, provocando a redução na massa. O superfosfato simples se mostra superior ao fosfato natural de Arad apenas na dose de 75 kg ha^{-1} , para a variável massa de raiz.

A dose que demonstra o melhor desempenho na fonte superfosfato simples é a de $100,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 . Já para o fosfato natural reativo de Arad a dose que demonstra o melhor desempenho é a de $50,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Brazilian Beef – Perfil 2019**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>>. Acesso em 20 de abril de 2019.

ALENCAR, N. M.; VENDRAMINI, J. M. B.; SANTOS, A. C. DOS; SILVEIRA, M. L.; DUBEUX, J. C. B.; SOUSA, JR. L. F., E NEIVA, J. N. M. Herbage Characteristics of Pinto Peanut and Paspal Degradable Established as Monoculture or Mixed Swards. **Crop Science**, vol. 58, 2018.

ALENCAR, C. A. B.; CÔSER, A. C.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L.A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 21-27, 2010.

ARAÚJO, A.R. Conservação do solo e da água para pastagens tropicais - uma abordagem sistêmica. Embrapa Gado de Corte. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>>. Acesso em: 10 de março de 2021.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p.711-728, 2013.

BRASIL. MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 39, de 8 de agosto de 2018**. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, registro de produto, autorizações, embalagem, rotulagem, documentos fiscais, propaganda e tolerâncias dos fertilizantes minerais destinados à agricultura. Anexos I Publicado no Diário Oficial da União em 10 de agosto de 2018. Edição: 154, Seção: 1. (p. 19)

BRASIL, F. DA C.; ZONTA, E; OLIVEIRA, M. DO R. G. Métodos de amostragem e quantificação para estudos do sistema radicular em condições de campo – uma revisão crítica. **Revista Universidade Rural**, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 27, n. 2, jul-dez.p. 14-33, 2007.

BENETT, C.G.S.; SILVA; K.S.; YAMASHITA, O.M; FILHO, M.C.MT.; GARCIA, M.P.; NAKAYAMA, F.T.; BUZZETTI, S. Produção de Brachiaria brizantha sob doses crescentes de fósforo. **Omnia Exatas**, v.2, n.1, p.17- 25, 2009.

BOLLAND, M.D.A. Residual value of phosphorus from superphosphate for wheat grown on soils of contrasting texture near Esperance, western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 26, p. 209-215, 1986.

BOLLAND, M.D.A.; BOWDEN, J.W. Long-term availability of phosphorus from calcined rock phosphate compared with superphosphate. **Australian Journal of Agriculture Research**, Phosphorus and Potassium, p. 217, 1998.

BONFIM-SILVA, E. M.; SANTOS, C. C.; FARIAS, L.N.; VILARINHO 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, 2012.

CARVALHO, M.M; BOTREL, M. A; CRUZ-FILHO, A.B. Efeito da calagem e da fertilização com fósforo sobre o crescimento do capim-gordura em um solo da zona Campos das vertentes, MG.**Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.22. n.4. p. 614-23, 1993.

CAIONE, 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**. Recife, PE, v.8, n.2, p.189-196, 2013.

CHIEN, S.H. & MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *Fert. Res.*, 41:227-234, 1995.

COSTA, S. E. V. G. DE A.; NETO A. E. F.; RESENDE, Á. V. DE; SILVA T. O; SILVA, T. R. DA. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo.**Ciência Agrotecnologica**. vol.32 no.5 Lavras Sept./Oct., 2008.

CUNHA, F.F. DA; RAMOS, M.M; ALENCAR, C.A.B.DE; MARTINS, C. E; CÓSER, e OLIVEIRA, R. A. DE. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy Maringá**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

DIAS, D.G.; PEGORARO, R.F.; ALVES, D.D.; PORTO, E.M.V.; SANTOS NETO, J.A.; ASPIAZÚ, I. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.330–335, 2015.

DUARTE, C.F.D.; PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; PROCHERA, D.L.; CASSARO, L.H.; BREURE, M.F.; FLORES, L.S.; FERNANDES, R.L.; SOUZA, E.R.C.; FLEITAS, A.C.; FALCÃO, K.R.S. Capim-piatã adubado com fontes de fósforo de diferente solubilidade em água. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.315-318, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém, PA, 2011.

DIAS, D. G.; PORTO E. M.V.; ALVES, D.D; NETO, J.A.S; SILVA, M.F.; SANTOS, S. A.; CARVALHO M. A. M. Rendimento forrageiro do capim marandu submetido a diferentes fontes de fósforo. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v. 10, n. 4, p. 345-350, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF. 2ª Edição. p. 624, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, p.353, 2013.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A. Gramíneas cultivadas. In:ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Org.). Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. 1 ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, v.1. p.1071-1110, 2008.

FARIA, A.J.G.; FREITAS, G.A.; GEORGETTI, A.C.P.; FERREIRA JÚNIOR, J.M.; SILVA, M.C.A.; SILVA, R.R. da. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim mombaça cultivados sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.2, n.3, p.98- 106, 2015.

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

GURGEL A. L. C.; OLIVEIRA I. L. S.; NETO, J. V. E.; ROBERTO, F. F. S.; DIFANTE, G. S. Características estruturais do capim-marandu durante o período de diferimento. **IN: II Congresso internacional das ciências agrarias-COINTER-PVDAgro**.Rio Grande do Norte –Natal, 2017.

HOFFMANN, C.R., FAQUIN, V., GUEDES, G.A.A.O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um solo da região Noroeste do Paraná. **Rev. Bras. Cienc. Solo**. n.19, p.79-86, 1995.

IBGE.Censo demográfico 2021. Estatísticas Econômicas. **Rebanho bovino tem leve alta em 2019, após dois anos seguidos de quedas**.2020. Disponível em: <<https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/29164-rebanho-bovino-tem-leve-alta-em-2019-apos-dois-anos-seguidos-de-quedas.html#:~:text=A%20leve%20alta%20de%20,exportador%20desse%20tipo%20de%20carne>> .Acesso dia 01 de maio de 2021.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 05 de junho de 2020.

LEMAIRE G, SILVA SC, AGNUSDEI M, WADE M, HODGSON J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass Forage Sci.**p.341 – 353, 2009.

LOPES, P; EVANGELISTA; PINTO, J.C; QUEIROZ,D.S;MUNIZ,J.A.Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. **Revista Brasileira de Zootecnia.** vol.40 no.12 Viçosa, 2011.

MACEDO, C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região do cerrado.IN: YAMADA, S.R.S.A. Fósforo na agricultura brasileira.**POTAFOS.**p.359-400,2004.

MELO, M.P.; LIMA, R.C.P.; FREITAS, G.A.; OLIVEIRA, L.B.; LIMA, S.O. Produção do capim Piatã submetido a fontes e doses de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.12, n.3, p.15-23, 2018a.

MELO, M.P; LIMA, R.C.P.; FREITAS, G.A.; LIMA, S.O. Fontes e doses de fósforo na produção de Panicum maximum cv. Massai. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.12, n.2, p.25-35, 2018b.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. DE; MESQUITA, L. P.; SCHNEIDER, F.; TEODORO JÚNIOR, J. R. Teores críticos de fósforo no solo e características morfogênicas de Panicum maximum cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e Brachiaria híbrida Mulato sob aplicação de fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.292-302, 2010.

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

OLIVEIRA, S. B.; CAIONE, G.; CAMARGO, M. F. NATALI, A.; OLIVEIRA, B.; SANTANA, L. Fontes de fósforo no estabelecimento e produtividade de forrageiras na região de Alta Floresta – MT. **Global Science and Technology**, v.5, n.1, p.1-10, 2012.

OLIVEIRA, W. L. D. et al. Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim Xaraés adubado com diferentes quantidades de fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 45-51, 2013.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. E LOPES, N.F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, 23: p.327-332, 1994.

PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. e (Ed.). **Fósforo na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fosfato. p.605-651, 2004.

RAJAN, S.S.S.; CASANOVA, E. & TRUONG, B. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rocks, with a case-study analysis. In: ZAPATA, F. & ROY, R.N., eds. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Roma, FAO, p.41-57, 2004.

REZENDE, A. V. de; LIMA, J. F. de; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; NOGUEIRA, D. C.; FARIA JUNIOR, A.; BARBOSA, L. de Á. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.

REZENDE, C.G.B.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; SCHLICHTING, A.F. Fosfato natural reativo na adubação do capim piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Agrarian**, v.9, n.31, p.55-62, 2016.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.F.; GOMES, V.M. et al. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010.

SILVA, A. A. DA; DELATORRE. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, n.2, p. 152-163, 2009.

SOARES, M. S.; SILVA, L. G.; FRAZÃO, O. S. Produção de bovinos de corte em sistema pasto/suplemento. **Nutritime**, v. 12, n. 05, 2015.

SOARES, L. E.; SILVA, G. G. C.; DIFANTE, G. S.; COSTA, J. E.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; BEZERRA, M. G. S.; COSTA, A. B. G. Acúmulo de forragem e de componentes morfológicos em pasto de capim-massai adubado com doses de biofertilizante. In: **XXVI Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Santa Maria - RS. Forragicultura e pastagens, 2016.

SOUZA, C.E.S.DE; SILVA, M. DE. O; DUDA, G.P.; MENDES, A.M.S. Solubilização de fósforo de fertilizantes fosfatados após tratamento com diferentes resíduos orgânicos. **Revista de biologia e ciências da terra**. Volume 7- Número 1, 2007.

SOUZA, D. J. DE A. T., LIMA, S. O., SILVA, C. P. DA, & ARAUJO DE FREITAS, G. Efeito de diferentes fontes e solubilidades de fósforo no desenvolvimento e nutrição do capim mombaça. **Colloquium Agrariae**. p.72–83, 2020.

TEIXEIRA, R. N. V; PEREIRA, C. E; KIKUTI, H; DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brazil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.35-41, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p.888, 2017.

USDA. **United Stated Department of Agriculture. Brazil Agricultural Economic Fact Sheet**. Disponível em :<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>>: Acesso em 05 de maio de 2019.

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

VIEIRA, A.S.; SILVA M.P.; BINS, L.K.; FIGUEREDO, J.C. Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento vegetativo da brachiaria brizantha cv. Mg-5. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, V.11, n.3, especial, p. 280-291, 2019.

VITOR, C. M.T; MARTINS, C. E.; COSER, A. C.; FONSECA, D. M.; JUNIOR D. D.N; JÚNIOR, J.I. R. Perfilamento, altura do dossel e cobertura do solo em pastagem de capim-elefante adubados com nitrogênio e irrigado. **Boletim de Indústria animal**. Odessa, v.65, n.2, p.147-154, 2008.

CAPÍTULO III- RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA REBROTA DO CAPIM MARANDU

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito residual da adubação via duas fontes de fósforo, aplicadas ainda no diferimento sobre a rebrota do capim Marandu (*Urochloa brizantha*) após o retorno das chuvas na próxima estação de crescimento. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um fatorial 2 x 5 + 1, sendo duas fontes de fósforo (superfosfato simples (SS) e fosfato natural reativo de Arad) e cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), e mais um tratamento adicional sem qualquer tipo de adubação, resultando em: testemunha absoluta; 0 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via SS + NK; 50 kg de P via SS + NK; 75 kg de P via SS + NK; 100 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via Arad + NK; 50 kg de P via Arad + NK; 75 kg de P via Arad + NK; 100 kg de P via Arad + NK, com quatro repetições. As variáveis mensuradas foram: altura, densidade populacional de perfilhos (DPP), produção de massa seca total (MST), produção de massa seca total forragem (MST forragem), produção de massa seca de raiz (MSR), relação folha: colmo, porcentagem de material morto, Índice de cobertura do solo. A fonte SS apresentou efeito significativo do residual da adubação fosfatada aplicada no diferimento sobre as variáveis: altura, MSforragem, porcentagem de material morto. Já o Arad não apresentou significância para a maioria das variáveis testadas, apresentando efeito apenas em: MSforragem e porcentagem de material morto. Adubação fosfatada mostra efeito residual sobre a rebrota do capim Marandu. O uso do fosfato natural de Arad pode ser uma alternativa a longo prazo para o uso conjunto com fonte solúvel a fim de complementar o fornecimento de P.

Palavras chave: Fosfato natural. Superfosfato simples. *Urochloa brizantha*.

CHAPTER III- RESIDUAL OF PHOSPHATE FERTILIZATION IN THE RESULT OF CAPIM MARANDU

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the residual effect of fertilization via two phosphorus sources, applied even in the deferral on the regrowth of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) after the return of rains in the next growing season. The experimental design used was a randomized block design with treatments arranged in a 2 x 5 + 1 factorial, with two phosphorus sources (simple superphosphate (SS) and Arad reactive natural phosphate) and five phosphorus doses (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅), and one additional treatment without any type of fertilization, resulting in: absolute control; 0 kg P via SS + NK; 25 kg of P via SS + NK; 50 kg of P via SS + NK; 75 kg of P via SS + NK; 100 kg of P via SS + NK; 25 kg of P via Arad + NK; 50 kg of P via Arad + NK; 75 kg of P via Arad + NK; 100 kg of P via Arad + NK, with four repetitions. The variables measured were: height, tiller population density (DPP), total dry mass production (MST), total forage dry mass production (MST forage), root dry mass production (MSR), leaf:stem ratio, percentage of dead material, Land cover index. The SS source showed a significant effect of the residual of the phosphate fertilization applied in the deferral on the variables: height, MSforage, percentage of dead material. On the other hand, Arad did not present significance for most of the variables tested, showing effect only in: MSforage and percentage of dead material. Phosphate fertilization shows a residual effect on Marandu grass regrowth. The use of Arad rock phosphate can be a long-term alternative to the joint use with a soluble source in order to complement the supply of P.

Key-words: Natural phosphate. Simple superphosphate. *Urochloa brizantha*.

1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos no país baseia-se principalmente na alimentação a pasto, por se caracterizar como uma maneira prática e econômica. Porém o manejo incorreto, juntamente com a baixa fertilidade natural dos solos tropicais, limita a produção de forragens, principalmente no cerrado e isto tem sido apontado como uma das principais causas de degradação das pastagens (ALENCAR et al., 2010; DIAS-FILHO, 2014; IEIRI et al., 2010; LIMA et al., 2007).

O fósforo é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas, assim como nitrogênio e o potássio, sendo apontado como o nutriente mais limitante na produção de forrageiras em solos tropicais, devido seu peculiar comportamento neste solo (NOVAIS e SMYTH, 1999). Além disso, desempenha importante papel no desenvolvimento radicular e no perfilhamento das gramíneas e é importante para o estabelecimento, manutenção e nutrição das pastagens a sua deficiência passa a limitar a sua capacidade produtiva (REZENDE et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2016; CARNEIRO et al., 2017).

Portanto, os níveis baixos de fósforo disponível nos solos de cerrado são considerados um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nesse tipo de solo. Além dessa deficiência elencada, a alta capacidade de adsorção do fósforo em consequência da acidez e altos teores de óxidos de ferro e de alumínio, agrava mais ainda a disponibilidade de fósforo (MACEDO, 2004).

Consequentemente, essa limitação tem levado à demanda por elevadas doses de adubação fosfatada com fontes sintéticas, o que é financeiramente inviável para a maioria dos produtores do setor (GUEDES et al., 2011; DIAS-FILHO, 2015). Esta estratégia também pode favorecer os processos de imobilização do P no solo, devido normalmente ser utilizada uma fonte de maior solubilidade. A otimização da eficiência das adubações com fósforo pode ser alcançada com a minimização desse poder de imobilização de P pelo solo, isso com a escolha correta da fonte e dose adequada (FRANDOLOSO et al., 2010; GOEDERT e SOUSA, 1986).

As fontes de fósforo podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em solúveis, pouco solúveis e insolúveis (KORNDÖRFER et al., 1999). As fontes solúveis promovem o rápido aumento na concentração do nutriente na solução do solo, porém sua eficiência é diminuída com o tempo, ocasionada pelos processos de adsorção ou fixação, sendo mais adequadas para cultura anuais (FERNANDES, 2006).

Os fosfatos com menor solubilidade, ou liberação mais lenta, como os fosfatos naturais reativos podem atenuar os processos de fixação de P nos solos tropicais, promovendo maior eficiência de utilização desse nutriente (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Esse fato se dá devido ao seu maior poder residual, no qual o P é liberado de forma gradual, mais ajustada à demanda da planta, não estando tão suscetível ao processo de imobilização e tornando o nutriente disponível por um maior período de tempo as plantas. Isto reduz a competição entre solo e planta pelo nutriente, sendo esta uma estratégia mais adequada para culturas perenes (RESENDE et al., 2016; SOUZA et al., 2020).

Contudo, um dos problemas na utilização de fosfatos naturais é a baixa eficiência a curto prazo, em relação às fontes solúveis em água, de forma que a mistura de fontes solúveis com fosfatos naturais pode ser uma opção válida, pois estes, em geral, apresentam baixa eficiência agrônômica para culturas de ciclo curto e anual, porém, em longo prazo, sua eficiência tende a aumentar, devido ao seu maior poder residual (GUEDES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015; SOUZA et al., 2020).

Se caracteriza como vantagem o uso do fosfato natural em condição mais ácida como nos solos de cerrado, pois a acidez favorece a solubilização do P nestas condições. De acordo com Rheinheimer et al., (2001) o pH do solo é um dos fatores que controla a solubilidade dos fosfatos reativo natural no solo, uma vez que sua estrutura cristalina sofre corrosão por ação dos íons de H^+ , acelerando o processo de solubilização. Desta forma, os fosfatos naturais reativos têm sido enfatizados como alternativa viável para o suprimento da necessidade de fósforo as plantas (MELO et al., 2018b).

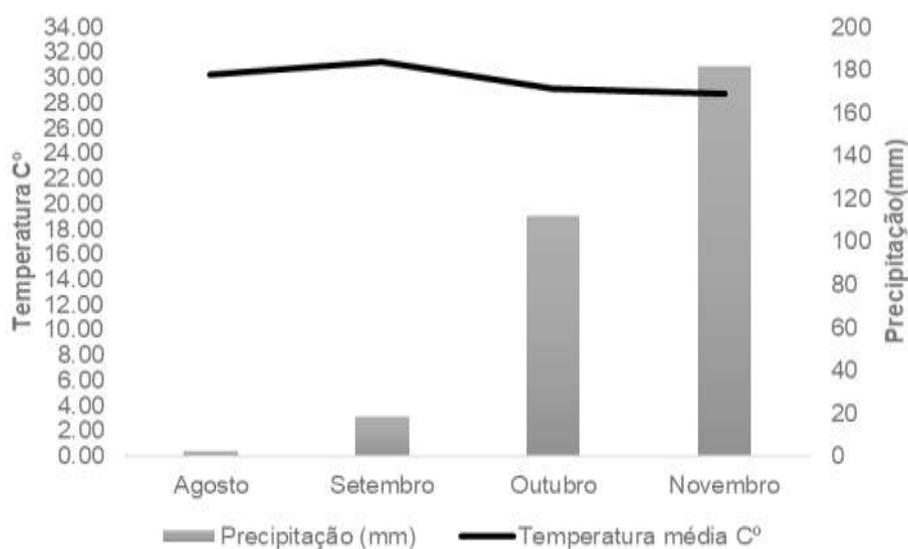
Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito residual ou adiantamento da adubação via duas fontes de fosforo, o supersimples e o fosfato natural reativo de Arad, aplicados ainda no diferimento sobre a rebrota

do capim Marandu após o retorno das chuvas na próxima estação de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda Agropastoril Frutins, localizada na Rodovia –TO 222, km 12, Araguaína – TO, no período compreendido entre julho e novembro de 2019. Anteriormente a este período, o pasto foi submetido ao diferimento da forrageira, iniciando em 12 de abril e a colheita em 10 de julho, sob efeito da adubação com nitrogênio e potássio, combinados com duas fontes de fósforo. O clima da região é Aw – Tropical de verão úmido, com estação seca e chuvosa bem definida, classificação de Köppen sistematizada por Alvares et al. (2013). A região apresenta temperatura média de 26°C, precipitação média anual de 1828 mm, com umidade relativa do ar média anual de 76% e altitude média é de 277 m. O comportamento pluviométrico e temperatura da região de estudo encontra-se na figura 1, os dados foram registrados pela estação meteorológica de Araguaína, localizada na Universidade Federal do Tocantins.

Figura 1- Médias mensais da temperatura e índices pluviométricos do período experimental.



T min- temperatura mínima média; **T max-** temperatura máxima média.
Fonte: INMET (2020)

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média (Embrapa, 2013). A pastagem é constituída pela variedade *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Para a caracterização do solo da área experimental foram realizadas amostragens na camada de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade (tabela 01). Após a amostragem de solo, no momento do diferimento do pasto, as análises foram realizadas no laboratório de solos da escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, *campus* Araguaína, da Universidade Federal do Tocantins, de acordo com metodologia da Embrapa (2009).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental em abril de 2019.

	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S.B	CTC	V	m	
Prof.	$g\ dm^{-3}$	$CaCl_2$	$mg\ dm^{-3}$	$cmol\ d\ dm^{-3}$									-----%-----
0-20 cm	3.37	4.38	0.47	0.01	0.64	0.40	0.32	1.19	1.05	2.24	46.6 7	23.4 4	
20-40 cm	3.09	4.00	0.46	0.01	0.34	0.20	0.43	1.45	0.55	2.00	27.4 8	43.8 7	
Granulometria						Areia			Silte		Argila		
						----- $g\ kg^{-1}$ -----							
						807.00			60.00		133.00		

M.O. - Matéria orgânica; **P**- Fósforo Melich; **pH** - Solução $CaCl_2$; **K** – Potássio; **Ca** – Cálcio; **Mg** – Magnésio; **Al** – Alumínio; **S.B.**- Soma de bases; **H + Al** – Acidez potencial; **CTC** – Capacidade de troca de cátions; **V** – Saturação por bases; **m** – Saturação por alumínio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um fatorial 2 x 5, sendo duas fontes de fósforo (superfosfato simples e fosfato natural reativo de Arad (fertilizantes com especificações expostas no quadro 1) e cinco doses de (0, 25, 50, 75 e 100 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5), com quatro repetições e mais um tratamento sem qualquer tipo de adubação (testemunha absoluta).

Quadro 1-Especificação dos fertilizantes minerais fosfatados.

FERTILIZANTE	GARANTIA MÍNIMA		OBTENÇÃO
	Teor e forma	Solubilidade do nutriente	
Superfosfato Simples	18% de P_2O_5 16% Ca 10% S	Fósforo solúvel em CNA+ água Mínimo de 16% em água Ca e S- teores totais.	Reação a rocha fosfática moída com H_2SO_4 .

Fosfato Natural reativo-Arad	27% de P_2O_5 28% Ca	Fósforo determinado como P_2O_5 total e mínimo de 30% do teor total solúvel em Ácido Cítrico a 2% na relação 1:100.	Extração natural e beneficiamento por meio do processo de homogeneização hidropneumática ou flotação.
-------------------------------------	---------------------------	---	---

CNA- Citrato neutro de amônio; **Ca**-Cálcio; **S**-Enxofre; **H₂SO₄** – Ácido sulfúrico.

Fonte: Instrução Normativa Nº 39, de 8 de agosto de 2018 -Anexo I.

Com exceção da testemunha absoluta todas as parcelas também foram adubadas com 60,0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio e Potássio-K₂O, via formulado 20-00-20, conforme os dados iniciais da análise do solo e recomendação para a forrageira (5° aproximação), resultado nos seguintes tratamentos: testemunha absoluta; 0 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via SS + NK; 50 kg de P via SS + NK; 75 kg de P via SS + NK; 100 kg de P via SS + NK; 25 kg de P via Arad + NK; 50 kg de P via Arad + NK; 75 kg de P via Arad + NK; 100 kg de P via Arad + NK.

As parcelas experimentais foram dimensionadas em tamanho de 5,0 m x 4,0 m (área total de 20,0 m²), com corredor de um metro entre parcelas e de 2 m entre os blocos. Adubação das parcelas ocorreu no início do período de diferimento (abril de 2019).

Após o período de diferimento, foi realizada a uniformização do pasto a altura de resíduo a 20 cm do solo, realizada com auxílio de roçadeira. E se deu início a avaliação do efeito residual da adubação realizada no início diferimento (abril de 2019) sobre a rebrota do capim.

O momento do corte da forrageira foi definido quando pelo menos um dos tratamentos atingiram a altura média de 0,40 m. Ao alcançarem essa altura as parcelas foram avaliadas:

- **Altura**

As leituras foram realizadas com a régua graduada posicionada sobre a superfície do solo e adotando-se como referência a parte da planta localizada no ponto mais alto do dossel. A variável foi mensurada em todas as parcelas, em três pontos representativos da mesma.

- **Massa de forragem**

Foi avaliada com auxílio de um retângulo de amostragem de 0,5 m² (1,0 x 0,5 m) e a forrageira foi cortada a 20,0 cm do solo. Para avaliar a

produção de massa do resíduo foi realizando o corte rente ao solo da forrageira, que somando ao valor da massa de forragem foi possível estimar a massa total. O material separado em folhas, colmo e material morto e determinado o peso seco de cada componente e total após secagem em estufa e circulação de ar a 55° C por 72 horas.

- **Densidade populacional de perfilhos (un/m²)**

Foi avaliada pela contagem manual dos mesmos com auxílio de retângulo de 1,0 x 0,15 m (0,15 m²), em local representativo da parcela.

- **Percentual de Cobertura do Solo**

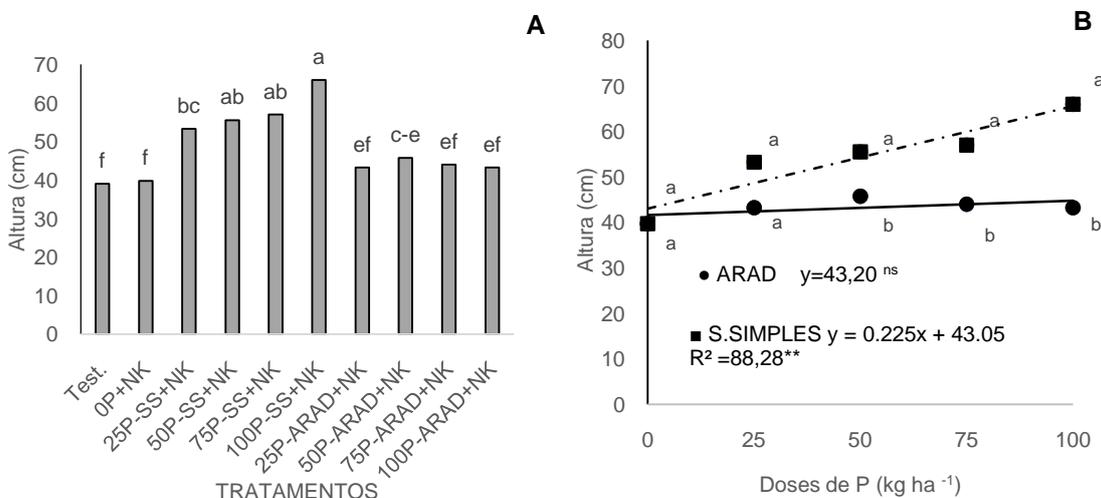
Foi realizada através de estimativa visual de cobertura, de acordo com a metodologia descrita por Alencar et al. (2018), na qual a cobertura do solo foi estimada pela frequência (presença ou ausência de cobertura) em um quadrado de 1 m² (1,0m x 1,0 m), dividido em 10 colunas e 10 linhas, perfazendo um total de 100 quadrados de 0,1 m x 0,1 m.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro wilk). Os dados referente a testemunha absoluta foram submetidos apenas à análise de variância e teste de média (t de Student) e os demais à análise de variância, teste de média (t de Student) e regressão para doses de fósforo a 5% de confiança, usando o programa de análise estatística e design de experimentos - SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação do capim Marandu no diferimento apresentou efeito residual sobre a altura da rebrota com o retorno da estação das chuvas no próximo ano agrícola, com destaque para a presença de fósforo nesta adubação e via superfosfato simples (SS) (Figura 2A).

Figura 2- Altura do capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.



**Significativo a ($p < 0,01$). ^{ns}—não significativo. Médias, dentro de cada dose de fósforo, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= superfosfato simples; Arad= fosfato natural de Arad; 25P, 50P, 75P e 100P= doses de P em kg ha⁻¹.

A adubação apenas com N e K não aumentou a altura na fase de rebrota, em relação à testemunha não adubada. Ao menos um dos tratamentos com o fosfato natural de Arad beneficiou o crescimento da forrageira em altura, nas doses de 50,0 kg ha⁻¹, um incremento de 17,4% sobre a testemunha.

Todos os tratamentos com a fonte superfosfato simples foram eficientes sobre a testemunha e também sobre o tratamento adubado apenas com NK, principalmente sob a maior dose de P, com um incremento máximo de 69,2%. Quando observamos o comportamento entre as fontes pela análise de regressão foi possível observar efeito linear ($p < 0,01$) das doses de P sobre altura para a fonte superfosfato simples e ausência de efeito para a fonte Arad (Figura 2B).

Entre as fontes para cada dose, a fonte SS se mostrou superior ao Arad sob doses acima de $25,0 \text{ kg ha}^{-1}$, para a variável e período testado. Comparando as fontes, mesmo após um período maior para a avaliação, não foi possível verificar os efeitos em relação ao poder residual da fonte Arad para a altura do capim.

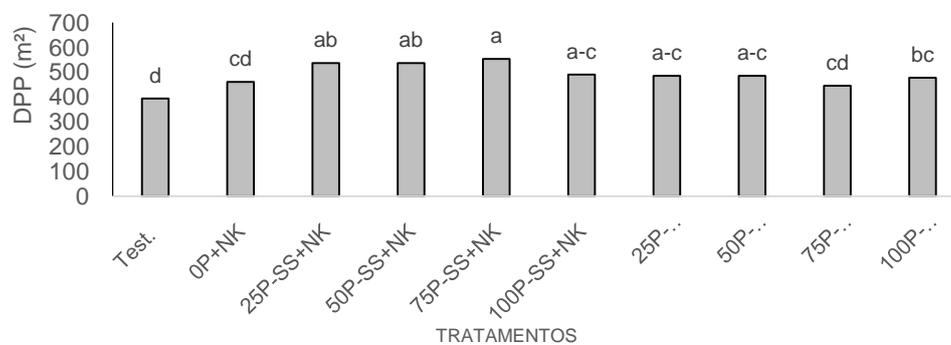
Outra problemática e a respeito da forma de aplicação, como o fosfato natural de Arad possui baixa solubilidade, segundo Macedo (2004) é recomendado que seja incorporado, no entanto, por se tratar de uma pastagem já estabelecida, a incorporação não foi realizada, o que poderia ter provocado uma queda da eficiência de resposta deste fosfato.

Em estudo desenvolvido por Barbosa et al. (2017), estudando quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de P_2O_5 total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de P_2O_5 (MAP); Superfosfato Simples – 18% P_2O_5 (SS) e o Superfosfato Triplo 42% P_2O_5 (ST)), sobre plantas forrageiras na safrinha, verificaram efeito residual da adubação para o crescimento do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. Segundo estes autores, tais resultados foram muito influenciados pela solubilidade das fontes aciduladas.

Ramos et al. (2009) diz que essa solubilidade alta é responsável pela liberação de íons fosfatos no solo de forma mais rápida, o que reflete em ganhos imediatos na produtividade das culturas comparados aos fosfatos reativos.

Assim como observado para a altura da forrageira, o perfilhamento só se beneficiou do efeito residual da adubação na presença de fosforo. Além disso, a maioria dos tratamentos com P aumentou o número de perfilhos, em relação à testemunha não adubada (Figura 3), no entanto sem ajuste da regressão para as doses de P.

Figura 3- Densidade populacional de perfilhos (DPP) (perfilhos por m^2), na rebrota, do capim Marandu, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= superfosfato simples; Arad= fosfato natural de Arad; 25P, 50P, 75P e 100P= doses de P em $kg\ ha^{-1}$.

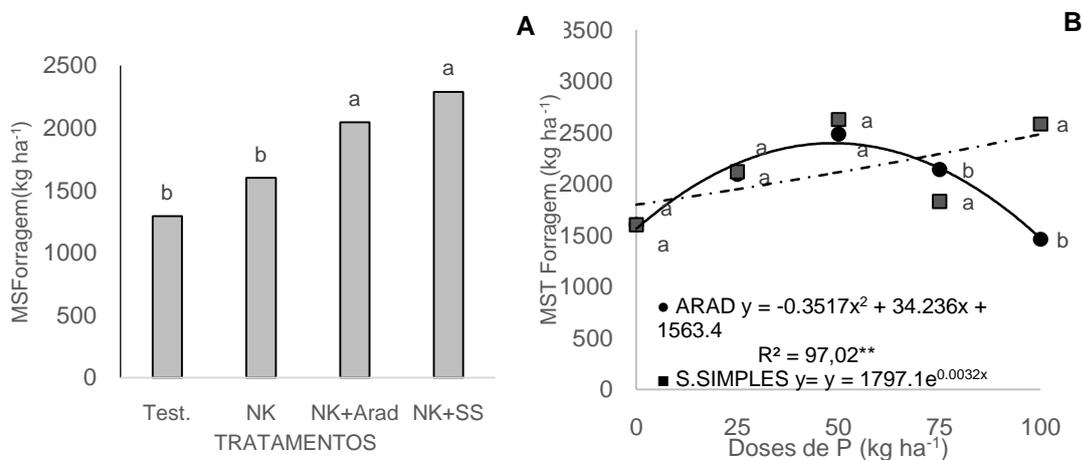
Esse incremento na população de perfilhos foi mais acentuado, principalmente, induzido pela fonte superfosfato simples. A dose que proporcionou a maior DPP foi o de $75\ kg\ ha^{-1}$ cerca de 553,3 perfilhos por m^2 . Já o Arad proporcionou um ganho inicial quando se compara aos tratamentos testemunha e NK, porém não houve incremento conforme se aumenta as doses de P nessa fonte. Outros autores também encontraram melhores respostas na densidade populacional de perfilhos nas fontes que apresentam maior solubilidade como o superfosfato simples.

Ao estudar as características morfogênicas e estruturais do capim-piatã, manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio, Duarte et al. (2019) observaram diferenças entre as fontes de P na dinâmica de perfilhamento e acredita que esse fato pode ser explicado devido à baixa

eficiência agronômica dos fosfatos de rocha. De acordo com Rodrigues et al. (1999) a disponibilidade baixa de P reduz a emissão de folhas nos perfilhos, consequentemente afetando no perfilhamento das forrageiras.

Houve efeito residual marcante da adubação, para a produção de forragem, na rebrota do capim Marandu, porém apenas quando o fósforo foi incluído na adubação com N e K (Figura 4A).

Figura 4- Massa seca total de forragem (kg ha^{-1}), na rebrota, do capim Marandu sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.



**Significativo a ($p < 0,01$). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, entre os tratamentos (A) ou entre fontes na mesma dose de P (B), pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= super simples; Arad= fosfato natural de Arad.

De acordo com Raij,(1991) o fósforo é um elemento essencial para absorção de nitrogênio pelas plantas.

Entre as fontes de fósforo não houve diferença, e este incremento sobre a testemunha não adubada foi de até 43,5% na massa de forragem. Este resultado evidencia a importância do fósforo na rebrota, em relação à influência apenas do nitrogênio e potássio sem efeito residual.

Além disso demonstra que a aplicação do fosfato natural de Arad antecipadamente, no final da estação das chuvas do período agrícola anterior, pode permitir tempo suficiente de reação desse fosfato no solo e garantir o efeito já no início da próxima estação das chuvas.

Ao avaliarmos o efeito das doses para cada fonte de P verificamos um comportamento distinto entre o superfosfato simples e o fosfato natural de Arad (Figura 4B). Houve efeito exponencial ($p < 0,01$) do superfosfato simples sobre a

produção de massa seca total de forragem, sendo que as melhores produções foram nas doses de 50,0 e 100,0 kg ha⁻¹.

Já o fosfato natural de Arad apresentou efeito quadrático ($p < 0,01$), sobre a produção de massa seca total de forragem, sendo a maior produção na dose de 50 kg ha⁻¹, a partir de então a produção decresce. Quando se compara as fontes para cada dose, apenas na maior dose de P elas se diferenciaram, com vantagem para a produção de forragem sob efeito do superfosfato simples, em relação ao Arad.

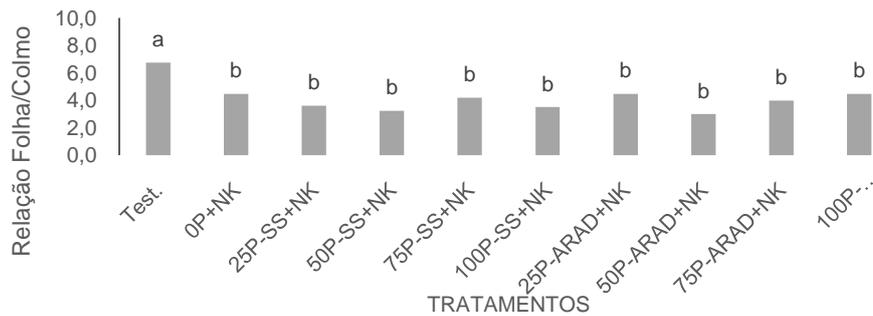
Corroborando com esses resultados, Ileri et al. (2010), em trabalho com fontes de diferentes solubilidades (superfosfato triplo, termofosfato magnésiano e hiperfosfato de gafsa), doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*, encontraram efeito para doses e métodos de aplicação dos fertilizantes. A maior produção de massa seca de forragem foi 2.997 Kg ha⁻¹ na dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, via superfosfato triplo. Segundo os autores essa resposta foi atribuída a alta solubilidade em água do superfosfato triplo, em relação às demais fontes de P.

Em estudo de Barbosa et al. (2017), também foi observado efeito residual do fósforo sobre a produção da forrageira, com incremento na produção de biomassa do sorgo, principalmente, quando adubado com fontes mais solúveis como o superfosfato simples e o superfosfato triplo.

Em contrapartida, Almeida, Rosolem e Raphael (2013), em estudo do efeito residual da adubação fosfatada (fosfato natural reativo e superfosfato triplo) na produção de *Brachiaria Ruziziensis* na entressafra de soja, verificaram que a adubação fosfatada residual não influenciou a produtividade de matéria seca, resultado diferente do que foi verificado nesse estudo.

A adubação da forrageira para o diferimento influenciou a relação folha: colmo na rebrota da próxima estação de chuvas, com efeito de redução deste atributo, em relação à testemunha não adubada (Figura 5).

Figura 5- Relação folha/colmo, na rebrota, do capim Marandu sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, entre os tratamentos (A) ou entre fontes na mesma dose de P (B), pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= superfosfato simples; Arad= fosfato natural de Arad; 25P, 50P, 75P e 100P= doses de P em kg ha⁻¹.

A relação dentre os tratamentos adubados não foi verificado efeito da fonte e nem das doses para alterar a relação folha: colmo. A relação folha: colmo na testemunha foi de 6,8, enquanto a média dos outros tratamentos foi de 3,9, uma redução de 42,6%. Apesar da adubação com NK e também quando combinada com fósforo ter contribuído para reduzir a proporção de folhas, em relação à massa de colmos, ainda assim esses valores estão muito acima do mínimo preconizado como ideal, para bom consumo animal, que é de um (PINTO et al., 1994; VAN SOEST, 1994).

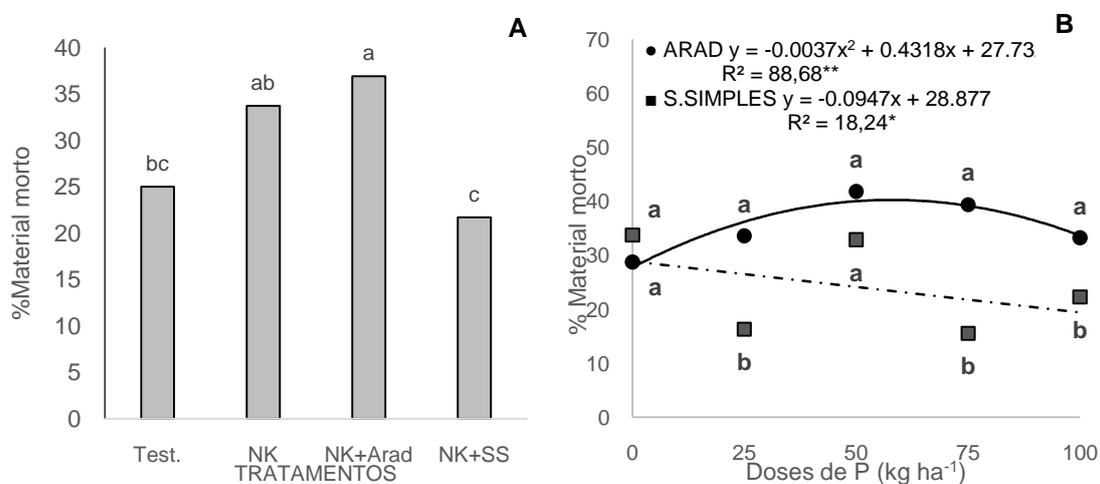
Essa boa relação folha/colmo de todos os tratamentos pode estar relacionada ao fato do experimento simular o pastejo intermitente, com suficiente tempo de descanso para o adequado crescimento da folha antes de ser colhida (SBRISSIA, SILVA e JÚNIOR, 2007).

Como a testemunha apresentou menor densidade de perfilhos que os demais tratamentos e também uma menor altura no momento do corte, é provável que a menor incidência de luz na base da touceira estimulou o alongamento de colmo e contribuiu para uma maior proporção deste material na massa de forragem dos tratamentos adubados.

Em estudo de Duarte et al. (2019) foi verificado que a adubação com nitrogênio e fósforo favoreceu na taxa de alongamento de colmos. Também, Alexandrino et al. (2011) discutem que o alongamento de colmo é uma característica que modifica a estrutura do pasto e que um aumento muito acentuado na proporção de colmos não é desejável, pois pode atrapalhar a colheita de forragem pelo animal ao aumentar o tempo de seleção e reduzir o tamanho do bocado.

O acúmulo de material morto na forragem, em função da senescência natural da planta, leva a uma diminuição da qualidade da forrageira. Diante disso foi possível observar efeito da adubação sobre a qualidade da forragem, principalmente quando o fósforo foi incluído e também a fonte deste nutriente teve contribuição relevante (Figura 6).

Figura 6. Percentagem de material morto na forragem do capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação no período de diferimento.



**Significativo a ($p < 0,01$). *Significativo a ($p < 0,05$). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, entre os tratamentos (A) ou entre fontes na mesma dose de P (B), pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= superfosfato simples; Arad= fosfato natural de Arad.

A adubação somente com NK não alterou a proporção de material morto da forragem, em relação à testemunha não adubada, porém quando o P foi adicionado a esta adubação ocorreu um aumento expressivo do material morto, passando de 25,0% na testemunha para 37,0% no tratamento NK+Arad (Figura 6A). No entanto, observou-se também que o superfosfato simples foi capaz de amenizar o efeito da adubação sobre a senescência da forrageira, sendo até numericamente inferior à testemunha, cerca de 21,0%.

Quando foi analisado o efeito das doses de P para cada fonte estudada, verificou-se resposta linear decrescente ($p < 0,05$) da adubação com superfosfato simples, sobre a porcentagem de material morto sinalizando uma

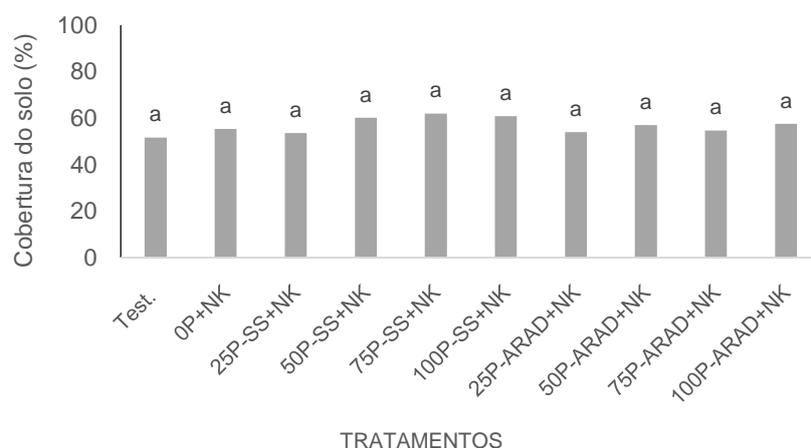
tendência de decréscimo, conforme o aumento na dose de P, com valor mínimo de 15,5% na maior dose de P (Figura 6B).

Para a fonte fosfato natural de Arad foi observado resposta quadrática ($p < 0,01$), com tendência de aumento até a dose de $50,0 \text{ kg ha}^{-1}$ e redução na proporção de material morto nas maiores doses. Ao analisarmos o comportamento das fontes para cada dose de P, foi observado que o SS proporcionou as menores porcentagens de material morto, sendo, portanto, superior ao Arad para preservar a qualidade da forragem ao longo do ciclo de desenvolvimento da forrageira.

Em estudo com pasto diferido de Marandu, Cordeiro et al. (2013), ao avaliarem os componentes morfológicos da massa da forragem, com doses de 0 e 40 kg/ha de nitrogênio, observaram acréscimo no percentual de material morto devido a adubação. Essa resposta pode ter ocorrido em função do maior desenvolvimento do pasto adubado, resultando em maiores taxas de sombreamento no interior do dossel, aumentando a taxa de senescência das plantas.

O efeito residual da adubação fosfatada não alterou a porcentagem de cobertura do solo pelo capim Marandu no período da rebrota (Figura 7).

Figura 7- Porcentagem de cobertura do solo pelo capim Marandu, na rebrota, sob efeito residual da adubação fosfatada no período de diferimento.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, entre os tratamentos (A) ou entre fontes na mesma dose de P (B), pelo teste de t de student a 5% de probabilidade. Test.=testemunha sem adubação; NK= adubação com nitrogênio e potássio; SS= superfosfato simples; Arad= fosfato natural de Arad; 25P, 50P, 75P e 100P= doses de P em kg ha^{-1} .

Não houve resposta significativa da análise de regressão para estudar o efeito das doses do superfosfato simples e do fosfato de Arad sobre esta variável.

Os fertilizantes fosfatados com alta solubilidade permitem a liberação rápida de P. Por sua vez os fosfatos naturais reativos apresentam baixa solubilidade, seu desempenho melhora até o terceiro ano, uma vez que a disponibilização de P ocorre em um período maior de tempo (PERON e EVANGELISTA, 2004; SOUSA; LOBATO, 2004). O fosfato natural reativo de arad, segundo Oliveira et al. (2012), apresenta eficiência agrônômica de cerca de 80% para o primeiro ano de aplicação, chegando até 100% de eficiência após o segundo ano.

De acordo com Caione, Fernandes e Lange (2013), avaliaram o poder residual de fontes de fósforo no plantio de cana de açúcar, verificaram que a fonte solúvel apresentou produtividade reduzida nos cultivos seguintes, isso quando comprada com fontes menos solúveis. O uso de fontes de alta solubilidade em solos de cerrado, nos quais naturalmente apresentam alta capacidade de fixação de P, reduz a eficiência dessa fonte no decorrer do tempo (PARENTE et al.2016).

Portanto, foi possível verificar que o efeito residual da adubação fosfatada do período diferido gerou incrementos na maioria das variáveis testadas na rebrota. Avaliando os tratamentos apenas com adubação com NK, não foi possível verificar incrementos superiores aqueles tratamentos com adição de P, independentemente da fonte. Ratificando dessa forma a importância do P na rebrota do pasto. Em relação aos efeitos das fontes, a de maior solubilidade apresentou maior efeito residual com efeitos nas variáveis superiores aos apresentados pela fonte de menor solubilidade (fosfato natural de arad), com ênfase para a produção de forragem, que foi maior com a fonte superfosfato simples.

4 CONCLUSÕES

A rebrota do capim Marandu é influenciada positivamente pelo efeito residual da adubação fosfatada, aplicada no período de diferido. Os resultados obtidos nas variáveis demonstram a superioridade da fonte superfosfato simples sobre o fosfato natural reativo de Arad.

A dose que demonstra melhor desempenho nas fontes superfosfato simples e fosfato natural reativo de Arad é a dose de $50,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 .

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de adubação fosfatada no diferimento influencia para um melhor desenvolvimento do capim Marandu, proporcionando melhorias ao pasto diferido. O efeito residual da adubação fosfatada é observado na rebrota, destacando a importância do fósforo também na rebrota do capim.

A fonte de maior solubilidade (Superfosfato Simples) apresenta melhores resultados para o diferimento e rebrota, mas é possível verificar também efeitos benéficos ao pasto, usando a fonte de menor solubilidade (Fosfato Natural de Arad).

O uso de fontes de menor solubilidade pode ser considerada alternativa a longo prazo, para uso juntamente com fonte solúvel com a finalidade de complementação no fornecimento de fósforo a pastagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J.A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p. 59-71, 2011.

ALENCAR, C.A.B.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; OLIVEIRA, R.A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n.1, p. 21-27, 2010.

ALENCAR, N. M.; VENDRAMINI, J. M. B.; SANTOS, A. C. DOS; SILVEIRA, M. L.; DUBEUX, J. C. B.; SOUSA, JR. L. F., E NEIVA, J. N. M. Herbage Characteristics of Pinto Peanut and Paspaladegrass Established as Monoculture or Mixed Swards. **Crop Science**, vol. 58, 2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p.711-728, 2013.

ALMEIDA, D. S.; ROSOLEM, C. A.; RAPHAEL, J. P. A. Efeito residual da adubação fosfatada na produção de *Brachiaria ruziziensis* na entressafra de soja. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais**. Costão do Santino Resart, Florianópolis-SC, 2013.

BARBOSA, K. P.; RODRIGUES, C. R.; TRINDADE, P.R.; COUTO, R. L.; SILVA, R.S.; VANIN, Á; MENEZES, C. C. E.; ABREU, T.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, L.F.; CHAGAS, M. G. K.; RODRIGUES, T. M.; CAVALCANTE, T.J. Residue of Phosphorus Sources Broadcast and Applied on Rows in Forages during Off-Season Crops. **Journal of agricultural Science**, v.9, p.45,2007.

BRASIL. MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 39, de 8 de agosto de 2018**. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, registro de produto, autorizações, embalagem, rotulagem, documentos fiscais, propaganda e tolerâncias dos fertilizantes minerais destinados à agricultura. Anexos I Publicado no Diário Oficial da União em 10 de agosto de 2018. Edição: 154, Seção: 1. (p. 19)

BRASIL, F. DA C.; ZONTA, E; OLIVEIRA, M. DO R. G. Métodos de amostragem e quantificação para estudos do sistema radicular em condições de campo – uma revisão crítica. **Revista Universidade Rural**, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 27, n. 2, p. 14-33, 2007.

CAIONE, 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**. Recife, PE, v.8, n.2, p.189-196, 2013.

CARNEIRO, J.S.S.; SILVA, P.S.S.; SANTOS, A.C.M.; FREITAS, G.A.; SILVA, R.R. Resposta do capim mombaça sob efeito de fontes e doses de fósforo na adubação de formação. **Journal Bioenergy and Food Science**, v.4, n.1, p.12-25, 2017.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: **Embrapa Amazônia**, 2014, 35p.

CORDEIRO, M.G. Estrutura do Pasto de Capim-Marandu Diferido com Alturas e Doses de Nitrogênio Variáveis. Viçosa MG – Brasil, **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa MG**- 2013.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagem: processos, causas e estratégias de recuperação**. Acre. 4ª Edição. p.215, 2015.

DUARTE, C. F. D; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T. FLEITAS, A.C. Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.20, 1-15, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF. 2ª Edição. p. 624, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013, 353 p

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

FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

FRANDOLOSO, J. F.; LANA, M. C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, R. V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**, v.57, n.5, p.686-694, 2010.

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com Brachiaria. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 34, n.5, p.1154-1160, 2010.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 05 de junho de 2020.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: Seminário de Fósforo, Cálcio, Enxofre e Micronutrientes, Situação Atual e Perspectivas na Agricultura, 1986, São Paulo. Anais...São Paulo: **MANAH**, p.21-53,1986.

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; LIMA, E. DO V.; GAMA, M. A. P.; SILVA, A. L. P. da. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento de Brachiaria brizanta em latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 117–129, 2011.

KORNDÖRFER, G.H.; LARA-CABEZAS, W.A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia agrícola**, v.56, n.2, p.391-396, 1999.

LIMA, S. de O.; FIDELIS, R.R.; COSTA, S.J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de Brachiaria brizantha cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.100- 105, 2007.

MACEDO, C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região do cerrado. IN: YAMADA, S.R.S.A. Fósforo na agricultura brasileira. **POTAFOS**.p.359-400, 2004.

MELO, M.P.; LIMA, R.C.P.; FREITAS, G.A.; LIMA, S.O. Fontes e doses de fósforo na produção de Panicum maximum cv. Massai. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.12, n.2, p.25-35, 2018a.

MELO, M.P.; LIMA, R.C.P.; FREITAS, G.A.; OLIVEIRA, L.B.; LIMA, S.O. Produção do capim Piatã submetido a fontes e doses de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.12, n.3, p.15-23, 2018b.

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

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. **Global Science and Technology**. Rio Verde, v. 05, n. 01, p.01–10, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; CORSI, M. Resposta de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em solo de cerrado à adubação com nitrogênio, em condições de sequeiro ou sob irrigação. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2004. 14p. (Comunicado Técnico, 54).

PARENTE, T. de L.; CAIONI, S.; LANGE, A.; CAIONI, C.; SILVA, A. C. S. da. YAMASHITA, O. M.; Neto, A. L. Residual de fósforo em cana soca para produção de forragem no norte de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agroambientais**. Alta Floresta, MT, v.14, n.1, p.157-162, 2016.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. E LOPES, N.F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 23: p.327-332, 1994.

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 Ciência do Solo**, v.33, p.335-343, 2009

REZENDE, A. V. de; LIMA, J. F. de; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; NOGUEIRA, D. C.; FARIA JUNIOR, A.; BARBOSA, L. de Á. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.

REZENDE, C.G.B.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; SCHLICHTING, A.F. Fosfato natural reativo na adubação do capim piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Agrarian**, v.9, n.31, p.55-62, 2016.

RHEINHEIMER, D.S. GATIBONI, L.C. KAMINSKI, J. Mitos e verdades sobre o uso de fosfatos naturais na Agroecologia. **Nota técnica número 1**.UFSM, 2001.

RODRIGUES D.; ANDRADE F.H.; GOUDRIANN J. Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. **Plant and Soil**, Dorducht. N.209: p.283-295, 1999.

SBRISSIA, A. F; SILVA, S.C. DA; JÚNIOR, D.DO N. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. **Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem**. FEALQ, Piracicaba, 2007.

SANTOS, M. P.; CASTRO, Y. O.; MARQUES, R. C.; PEREIRA, D. R. M.; GODOY, M. M.; REGES, N. P. R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **PUBVET**, v.10, n.1, p.1-12, 2016.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 416p.

SOUZA, D.J.A.T.; LIMA, S.O.; SILVA, C.P.; FREITAS, G.A. Efeito de diferentes fontes e solubilidades de fósforo no desenvolvimento e nutrição do capim Mombaça. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.3, Mai-Jun, 2020, p. 72-83.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO
(63) 3418-5424 | www.uft.edu.br | ppgcat@uft.edu.br



ATA DE DEFESA

Ata de defesa da dissertação: "Adubação fosfatada no diferimento e rebrota do capim marandu"- defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical (PPGCat) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ).

Às 08h00min do dia 14 de junho de 2021- esteve reunida a banca de defesa da mestranda: Juliana Silva de Oliveira, constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos ; Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos; Prof. Dr. Elcivan Bento da Nóbrega e o Prof. Dr. Durval Nolasco das Neves Neto. Cabe ressaltar e constar em ata os membros realizaram os trabalhos a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

Após finalizar os trabalhos a mestranda foi aprovada e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

Observações para a mestranda:

- () Aprovada.
() Reprovada.
() Aprovada com correções a serem conferidas pela banca.
(X) Aprovada com correções a serem conferidas pelo orientador.

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos	Presidente da banca e orientador	
Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. Presidente da banca e orientador
Prof. Dr. Elcivan Bento da Nóbrega	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. Presidente da banca e orientador
Prof. Dr. Durval Nolasco das Neves Neto	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. Presidente da banca e orientador

Prazo para entrega da dissertação corrigida: 60 dias

Observações:

Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos
Presidente da banca e orientador

HOMOLOGAÇÃO DA ATA DE DEFESA DA MESTRANDA: