



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA

JAMES LUAN NOLETO LEITE

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA
SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* E DOSES DE
FÓSFORO**

PARAUPEBAS - PA

2021

JAMES LUAN NOLETO LEITE

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA
SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* e DOSES DE
FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na AMAZÔNIA, para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Interface solo-planta-animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura.

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto.

PARAUPEBAS - PA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L533c Leite, James Luan Noleto
Características morfológicas e produtivas do capim Mombaça submetido ou não a aplicação de lithothamnium calcareum e doses de fósforo / James Luan Noleto Leite. - 2021.
55 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Produção Animal na AMAZÔNIA (PPGPAA), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Parauapebas, 2021.
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto.
1. Forrageicultura. 2. Química e fertilidade do solo. 3. Ciências do solo. 4. Gênese e morfogênese.
5. *Lithothamnium calcareum*. I. Okumura, Ricardo Shigueru, *orient.* II. Título
-

633.20209811

CDD

JAMES LUAN NOLETO LEITE

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA
SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* e DOSES DE
FÓSFORO**

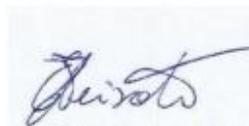
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Tecnologia na Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura

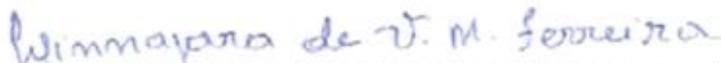
Coorientadores: Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto.

Aprovado em: 30/08/2021

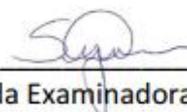
BANCA EXAMINDORA



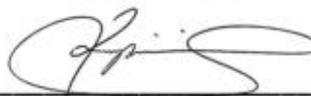
Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto (Presidente)



Prof.ª Dra. Linnajara de Vasconcelos Martins Ferreira (Primeira Examinadora)



Prof.ª Dra. Sandra Galbeiro (Segunda Examinadora)



Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel (Terceiro Examinador)



Prof. Dr. Rafael Mezzomo (Vice Coordenador do PPGPAA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai JAMES DEAN e a minha mãe LUCINETE, pelo apoio incondicional para a realização deste mestrado.

Dedico também ao meu irmão JUAN THIAGO.

E por fim, dedico com muita emoção ao meu irmão JONES ESTVÃO, por nunca ter me abandonado nesta jornada, mesmo com as difíceis tarefas impostas pela gênese e morfogênese de capim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de poder estudar em meio a tantas dificuldades imposta pela vida. Agradeço a Jesus pela saúde da minha família, dos meus amigos e companheiros de profissão neste ano de 2021, ano de pandemia.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela oportunidade de realização do mestrado.

A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela oportunidade de concluir o mestrado. Esta instituição fez e faz parte da minha história! Guardarei com muito carinho todos os aprendizados aqui adquiridos, a UFRA, o meu muito obrigado.

A Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) por todo o apoio na elaboração desta dissertação. Levarei esta instituição com muito amor e carinho a onde eu for, a UNIFESSPA, o meu muito obrigado.

Agradeço ao (IEDAR) Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional e aos professores Gileade e Daniel, diretores do IEDAR que sempre foram muitos solícitos a liberação da área experimental, gratidão aos senhores.

Agradeço ao meu grande amigo, professor Dr. Wilton Pires, que me inspirou a seguir o caminho da pós-graduação e ainda me abrigou em alguns momentos cruciais do mestrado em sua casa.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Ricardo Shiguerua Okumura pela paciência, compreensão e ensinamentos durante este período de grande crescimento pessoal e profissional, o senhor é um exemplo de educador. Agradeço profundamente a professora Dra. Daiane De Cinque, esposa do meu orientador, pela oportunidade de crescimento que tive durante a disciplina de seminários, levarei cada palavra para a vida, para senhora, o meu muito obrigado.

Ao meu professor de graduação e coorientador no mestrado, Dr. Eduardo Terra Lucas Peixoto, pela paciência, ajuda e dedicação. Agradeço pelo senhor ter me atendido sempre que precisei, nos finais de semana de desespero o senhor sempre respondeu, não ligando se fosse sábado 10 horas da noite ou domingo de manhã! O senhor foi essencial para a produção desse trabalho.

Gratidão ao professor e amigo Igor Vinicius, que foi além de parceiro um amigo na hora de dividir experiências e sonhos da pós-graduação.

Agradeço profundamente aos seguranças da UNIFESSPA e amigos, seu Josimar e Igor, que me auxiliaram desde a elaboração do TCC de graduação e agora fazem parte desta dissertação, obrigado.

Agradeço a Stefani Nobumasa, que sempre me ajudou prontamente em todas as minhas demandas de informações na UFRA, obrigado.

Ao meu casal de amigos favoritos Patrícia Kaline Santos e Romero Kadram, saibam que vocês são irmãos, sou grato pela amizade e companheirismo. Dedico a vocês grande parte desta conquista, nunca me esquecerei do incentivo para a realização da prova no ingresso do mestrado. Paty, você levou minha documentação e ainda averiguo a falta de um documento que certamente me eliminaria! A vocês, meu muito obrigado.

Aos meus amigos e companheiros de turma de mestrado; Gilmara Leite, Alison Veloso, Vinicius Botelho e André Cascalho. Galera, foi uma honra imensa passar estes momentos de crescimento junto com vocês.

Agradeço aos professores da UFRA: Dra. Kaliandra Alves, Dr. Raylon Maciel, Dr. Rafael Mezomo, Dr. Antonio Clementino, Dr. João Paulo Pacheco, vocês não dão aula, dão Show, gratidão.

Ao meu pai, JAMES DEAN, e minha mãe, LUCINETE, pelos conselhos, pelo apoio e por possibilitarem a conclusão de mais uma etapa profissional, sem vocês nada disto seria possível.

Ao meu irmão Jones Estevão que nunca me abandonou e lutou junto comigo por esta conquista, agradeço também ao meu irmão Juan Thiago. Vocês estiveram sempre comigo e foram fundamentais na execução deste experimento, são meus melhores amigos, amo vocês.

A todos que contribuíram, OBRIGADO!

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* e DOSES DE FÓSFORO

RESUMO

Assim como na maioria dos solos brasileiros, os solos amazônicos possuem baixas quantidades de P, e existe uma necessidade por alternativas que otimizem a absorção deste elemento pelas plantas, uma destas alternativas é a utilização de potencializados associados a adubação mineral de P. Objetivou-se com este presente trabalho estudar o lithothamnium como um condicionador da adubação fosfatada através de parâmetros morfogênicos, estruturais e produtivos do capim Mombaça, e verificar a interação do lithothamnium com o solo e forragem em diferentes períodos do ano (ou estações) na região sudeste do estado do Pará. O delineamento experimental utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida, com efeito no tempo, tendo na parcela a presença ou ausência do *lithothamnium*, na subparcela, as doses de fósforo (60, 80 e 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹) e na subsubparcela, época do ano, seco e chuvoso. Não foram verificados efeitos dos tratamentos sobre a produção e morfologia para os parâmetros analisados TApF, TAIF, TAIC, TSF, FILOC, NFV, DVF e CMLF. Houve diferença média significativa (P<0,05) quando observado e analisado os resultados referente aos cinco ciclos dentro de um ano produtivo em diferentes períodos climáticos. Houve diferença média significativa (P<0,05) quando observado e analisado os resultados referente aos cinco ciclos dentro de um ano produtivo em diferentes períodos climáticos. A aplicação de lithothamnium não influenciou o efeito das doses de P, fatores como a formação do P lábil e não lábil influenciaram sobre a atuação das doses de P e conseqüentemente a atuação do produto, a presença de índices pluviométrico distribuída em diferentes períodos climáticos influenciou os parâmetros morfogênicos e de produção.

Palavras-chaves: Algas marinhas. Condicionador. Adubação fosfatada.

MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF *Megathyrus maximus* cv. Mombasa SUBMITTED TO THE APPLICATION OF LITHOTHANIUM CALCAREUM WITH PHOSPHORUS DOSES.

ABSTRACT

As in most Brazilian soils, Amazonian soils have low amounts of P, and there is a need for alternatives that optimize the uptake of this element by plants, one of these alternatives is the use of potentiated associated with mineral P fertilization. with this present work to study lithothamnium as a conditioner of phosphate fertilization through morphogenic parameters, and to verify the interaction of lithothamnium with soil and forage in different periods of the year in Pará. sub-divided plot, with effect on time, with the presence or absence of lithotamnium in the plot, in the sub-plot, as doses of phosphorus (60, 80 and 100 Kg of P₂O₅ ha⁻¹) and in the sub-plot, time of year, dry and rainy . The effects of treatments on production and morphology for the parameters TApF, TAIF, TAIC, TSF, FILOC, NFV, DVF and CMLF were not verified. There was a significant mean difference (P <0.05) when observed and analyzed the results referring to the five cycles within a productive year in different climatic periods. There was a significant mean difference (P <0.05) when observed and analyzed the results referring to the five cycles within a productive year in different climatic periods. The application of lithotamnium did not influence the effect of P doses, factors such as the formation of labile and non-labile P lead to the performance of P doses and, consequently, the performance of the product, the presence of pluviometric indexes distributed in different climatic periods influenced by parameters morphogenic and production.

Keywords: Marine algae. Conditioner. Phosphate fertilization.

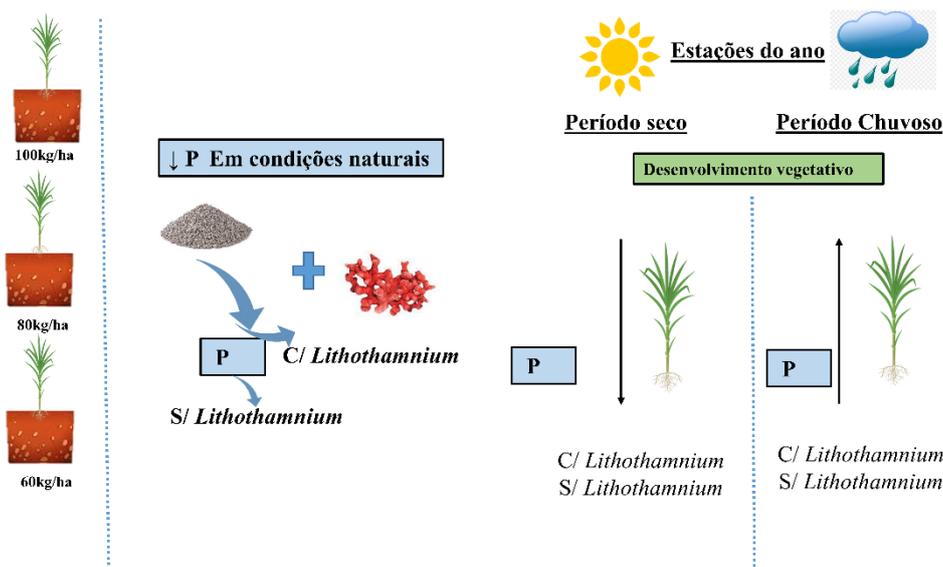
RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça SUBMETIDO A APLICAÇÃO DE LITHOTHANIUM CALCAREUM COM DOSES DE FÓSFORO.

Elaborado por **James Luan N. Leite** e orientado por **Ricardo Shigueru Okumura** e **Eduardo Lucas Terra Peixoto**.

As pastagens possuem grande relevância na produção de ruminantes e são consideradas uma fonte de nutrientes com baixo custo de implantação e manutenção. O estado do Pará possui características climáticas ideais para a produção de espécies forrageiras. No entanto, o solo apresenta acidez e baixos teores de P, que limitam o desempenho das forrageiras. Diante desta problemática ao longo dos anos, novas estratégias estão sendo estudadas para a otimização de adubos fosfatados minerais para que estes possam obter melhores rendimentos e suprir as necessidades das espécies forrageiras. O lithothamnium calcareum é um produto originário de algas marinhas que pode ser usado como um condicionador da adubação fosfatada, toda via, não se tem o acompanhamento da utilização deste tipo de produto em pastagens no estado do Pará. Com o objetivo de trazer informações que auxiliem a comunidade científica sobre a utilização deste produto, foi avaliado os parâmetros morfogenéticos, estruturais e produtivos do capim Mombaça sobre a aplicação deste produto associado a doses de P (60, 80 E 100 kg). Observou-se que, fatores como a formação do P lábio e não lábio são determinantes na hora se se traçar estratégias para a adubação fosfatada na região e que este produto apresenta excelentes características de manutenção de atributos químicos do solo.

Figura1: Dinâmica experimental do fosforo no solo submetida aos tratamentos e avaliação morfogenética de forragem.



LISTA DE TABELA

Tabela 1 - - Atributos químicos do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,1 e 0,1 - 0,2 m de profundidade.	31
Tabela 2 - - Médias para os Componentes morfogênicos do capim Mombaça submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.	36
Tabela 3 - Continuação das Médias TABELA 2	37
Tabela 4 - Continuação das Médias TABELA 2	38
Tabela 5 - Médias para a produção de biomassa do capim-mombaça submetido submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.	42
Tabela 6 - Continuação. Médias para a produção de biomassa do capim-mombaça submetido submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.	43
Tabela 7 - Atributos químicos do solo na camada de 0 – 0,2m antes e ao final do experimento para as respectivas parcelas que receberam fontes de corretivos e doses de fósforo.	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Pastagem e capim Mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>).....	14
2.2 Acidez do solo e calagem	15
2.3 O fósforo no solo, na planta e fertilizantes	17
2.4 Lithothamnium.....	19
REFERÊNCIAS	21
3 HIPÓTESE E OBJETIVOS	27
3.1 Hipótese	27
3.2 Objetivo geral	27
3.3 Objetivos específicos	27
4 INTRODUÇÃO.....	28
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1 Local do experimento e caracterização da área	29
5.2 Preparo da área.....	31
5.3 Semeadura e uniformização.....	32
5.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	32
5.5 Parâmetros avaliativos	33
5.5.1 Avaliação da Características Estruturais e Morfogênicas	33
5.5.2 Parâmetros de avaliação de biomassa	33
5.5.3 Parâmetros de avaliação dos atributos químicos do solo.....	34
5.6 Análise estatística	34
6 RESULTADOS E DISCUSÃO.....	35
7 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os solos amazônicos possuem como características naturais a baixa fertilidade e problemas com a acidez (JUNIOR et al., 2011). O clima quente e úmido da região associados a grandes quantidades de chuvas acabam contribuindo com a intemperização de rochas e a lixiviação de metais alcalinos e alcalinos terrosos (SCHUBART et al., 1984; QUESADA et al., 2012). Na região, podemos destacar também que a maioria dos solos possuem baixas disponibilidade natural de P (FLORENTINO et al., 2019).

No estado do Pará, a pecuária tem se destacado nos últimos anos, onde grandes quantidades de terras têm sido destinadas para pastagens. Uma vez que estas pastagens são expostas a problemas como a má disponibilidade de P, a produtividade de espécies forrageiras se limita (FLORENTINO et al., 2019), isso ocorre, pois, o P atua em processos fundamentais como por exemplo: fotossíntese, metabolização de açúcares e proporciona um maior crescimento radicular na fase inicial (BINI; LOPEZ, 2016).

Apesar desta problemática, algumas espécies de capim vem se destacando há alguns anos no estado do Pará, dentre estas, podemos destacar o capim Mombaça que possui como características: alta produtividade, boa adaptação a diferentes condições produtivas e apresenta resistência a cigarrinhas das pastagens (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010; GALINDO et al., 2017), contudo, apesar de todas estas qualidades, ressaltasse que o capim Mombaça é exigente em nutrientes onde a sua boa produtividade se atrela ao acompanhamento nutricional adequado.

Ao longo dos anos na Amazônia oriental, o uso desta espécie de capim vem sendo consolidado e a cada dia o seu estabelecimento as condições da localidade vêm sendo estudado. A correção da acidez do solo e a reposição de nutrientes via fertilizantes aumenta a fertilidade do solo e proporcionam um ambiente ideal para a produção de forragem.

No meio produtivo, já se tem conhecimento sobre os efeitos benéficos da calagem associada a adubação nutrientes como o P e outros elementos na produção de espécies forrageiras (FALCÃO; SILVA 2004; NATALE et al., 2012; RAYMUNDO et al., 2013; PACIULLO et al., 2016; GALINDO et al., 2017; GOMIDE et al., 2019; SOUZA et al., 2020).

Toda via, determinados produtos oriundos de algas marinhas vêm sendo utilizadas na Europa e no Brasil como um complemento a adubação mineral. Dentre estes produtos podemos destacar o Lithothamnium, que é usado como um fertilizante natural que aumenta o rendimento

de outros fertilizantes químicos (CAVALCANTI, 2011). O Lithothamnium é considerado por alguns autores como um potencializador da adubação fosfatada pois auxilia na dinâmica de alguns organismos que trabalham na disponibilização do P no solo, possuindo ainda em sua composição outros 17 nutrientes como Ca, Mg, Mo, S e baixas concentrações de P e k (DIAS 2000; EVANGELISTA et al., 2015), que podem ser disponibilizados rapidamente no solo para a planta, o que traz um destaque para este produto.

Segundo Melo; Neto (2003) o Lithothamnium também pode ser utilizado como um corretivo da acidez do solo, em seu trabalho este produto apresentou resultados satisfatórios em relação a manutenção de alguns atributos químicos.

Nos últimos três anos na região sudeste do estado do Para, a utilização deste produto em pastagens como um complemento a adubação química de N-P-K por profissionais, tem sido recorrente, entretanto, essa utilização tem se baseado em trabalhos realizado em diferentes culturas como a Pitaia e o Pimentão (COSTA et al., 2015; EVANGELISTA et al., 2016), não existindo assim o acompanhamento científico do efeito deste produto na produção de forragem na região.

Diante desta problemática presente nos solos amazônicos, a existência de um produto que potencialize e favoreça a aplicação de um elemento tão escasso como o P e ainda auxilie na correção e manutenção da acidez do solo, pode ser de grande relevância científica para a comunidade acadêmica e para o meio produtivo da região. Por tanto, objetivou-se com este presente trabalho estudar o lithothamnium como um condicionador da adubação fosfatada através de parâmetros morfogênicos, estruturais e produtivos do capim Mombaça, e verificar a interação do lithothamnium com o solo e forragem em diferentes períodos do ano (ou estações) na região sudeste do estado do Pará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pastagem e capim Mombaça (*Megathyrus maximus*)

A maior parte da produção de ruminantes no Brasil é sustentada pelas pastagens, essa utilização em larga escala de pastagens está relacionada ao seu baixo custo de manutenção e segundo Santana et al, (2010), o pasto pode ser caracterizado como a vegetação utilizada para suprir as necessidades nutricionais e alimentares dos animais, e representa a principal fonte de alimentação na produção animal. Uma das justificativas para a utilização em larga escala está associado ao menor custo de produção.

Para o correto estabelecimento de áreas de pastagens, indica-se que seja realizado o manejo de nutrientes, com destaque para os processos como calagem e adubação mineral (SILVA et al., 2018). Também associado a este importante fator, a escolha de espécies com alta produtividade de forragem é essencial para fins de manejos ideais (SANTOS; FONSECA, 2016; SILVA et al., 2018), onde o capim *Megathyrus Maximus* cv. Mombaça possui destaque (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

Originário do continente Africano e conhecida popularmente como “gramíneas”, o gênero *Megathyrus* e pertence à família das Poaceae (AGUIAR et al., 2016). O cultivar Mombaça (*Megathyrus maximus*) é uma planta pertencente a este gênero, utilizado para a formação de pastagens em regiões tropicais, sua propagação é realizada por meio de sementes, apresenta hábito de crescimento cespitoso obtendo altura média de (1,7 m), folhas largas (média de 3 cm), colmos glabros, sem cerosidade (JANK et al., 2010), tolerância a períodos de estiagens com baixos índices pluviométricos e resistência considerável as cigarrinhas das pastagens (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

De acordo com Galindo et al. (2017) em regiões subtropicais o capim Mombaça apresenta excelente produção de matéria seca (MS), todavia, está boa produtividade está relacionada a disponibilização correta dos nutrientes necessários para a planta, uma vez que o capim é exigente em nutrientes (JANK et al., 2010). A falta de calagem e/ou reposição de fósforo influencia no desenvolvimento da planta Aguiar et al., (2016), tendo atuação direta e negativamente nos estádios vegetativos e na produção de matéria seca (SOUSA, 2019).

As recomendações de calagem e adubação fosfatada do capim Mombaça estão diretamente relacionadas com as características do solo em que irá ser implantada a pastagem

juntamente com os níveis de tecnologia empregada em sua condução (EMBRAPA., 2020). Segundo o manual de recomendação de adubação do estado do Pará – Embrapa (2020), a disponibilização de cálcio e magnésio é feita através do processo de calagem, e recomendasse que a reposição de cálcio seja feita quando os teores de Ca + Mg forem inferiores a 0,9 cmol/dm³ na análise de solo. Já para a recomendação de P, fatores como: qualidade do solo, teor de argila e níveis tecnológicos devem ser levados em consideração na hora da recomendação (LIMA; MARIA, 2020).

De maneira geral, para um bom estabelecimento de espécies forrageiras, é necessário que haja a verificação da qualidade química do solo para fatores como: acidez pH, juntamente com os níveis de nutrientes importantes para a forragem: Ca, Mg, P, N e K, entre outros, sendo fundamental para o sucesso produtivo forrageiro, pois existe uma dinâmica complexa entre acidez do solo e disponibilização de nutrientes (NOVAIS; SMYTH, 1999).

2.2 Acidez do solo e calagem

Solos ácidos são definidos como solos que apresentam baixos valores de pH (Potencial Hidrogênio), baixos níveis de saturação de base e/ou problemas com a toxicidade do alumínio (COSTA et al., 2016), em que afeta diretamente o crescimento radicular, absorção de água e nutrientes (COELHO et al., 2015).

A acidez natural dos solos ocorre pela carência de materiais de origem do solo como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), assim como pelos processos de formação do solo (MALAVOLTA, 2006). De acordo com Natale et al. (2012) os solos podem promover as perdas de Ca, Mg e K, este processo de perda ocorre quando as bases trocáveis são removidas da superfície dos colóides por condições como: água da chuva, troca iônica das raízes das plantas e decomposição da matéria orgânica.

As ações antrópicas relacionadas a agropecuária e agricultura também podem acidificar o solo, por ocasionar a exportação ou perda de nutrientes da solução do solo devido a utilização em excesso e/ou a aplicação inadequada de fertilizantes nitrogenados, que promovem a acidificação dos solos (NATALE et al., 2012). Este processo de acidificação é inevitável e tem que ser corrigido de tempos em tempos.

A acidez do solo é dividida em acidez ativa e acidez potencial. A acidez ativa pode ser definida como o hidrogênio retido na solução do solo e sendo determinada em valores referente ao pH. Enquanto, para a acidez potencial é necessário conhecer suas duas formas de acidez: 1º acidez trocável e a 2º não trocável (LOPES et al., 1991; GAMA et al., 2013; JUNIOR et al., 2015). Para Lopes et al., (1991) a acidez trocável pode ser definida como a soma dos íons H^+ e Al^{3+} que estão ligados aos colóides do solo pela eletrostática, e a acidez não trocável pode ser caracterizada pelo hidrogênio de ligação covalente que tem associação com os compostos de alumínio e outros derivados como ferro e compostos orgânicos nos colóides do solo com cargas negativas.

Assim como o hidrogênio, o alumínio apresenta empecilhos para os sistemas agrícolas produtivos, em condições de alta concentração no solo, as raízes das plantas encontram dificuldades para se desenvolverem devido a sua toxicidade, uma vez que o Al^{3+} prejudica a sequência da reprodução celular, diminuindo o crescimento, deixando o sistema radicular superficial (COELHO et al., 2015). Para espécies forrageiras, o não aprofundamento radicular pode ter impacto direto na captação de água e nutrientes pela planta, principalmente em perdidos onde ocorre a diminuição das chuvas “período seco”, onde o sistema radicular precisa captar água na parte mais profunda do solo e não consegue.

A prática de calagem é o procedimento mais realizado para se fazer a correção da acidez do solo e a neutralização do alumínio nas camadas superficiais 0-20 cm (RAYMUNDO et al., 2013; SILVA et al., 2015). O calcário é amplamente utilizado para a realização da calagem, este corretivo é oriundo de rochas carbonáticas ricas em ($CaCO_3$ e $MgCO_3$) (SOUSA et al., 2007; BRADY; WEIL, 2013). No solo, o carbonato de cálcio e magnésio neutralizara a acidez e substitui cátions de características ácidas por Ca e Mg (SOUSA et al., 2007; ISLABÃO et al., 2014).

Segundo Sousa et al., (2007) quando o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) é aplicado ao solo ele necessita da presença de água (H_2O) para começar sua reação química, após a adição de H_2O no solo mais a presença do $CaCO_3$ três produtos serão gerados desta reação: $Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$. O bicarbonato (HCO_3^-) criado na reação anterior se ligara a molécula de hidrogênio H^+ presente no solo e formara CO_2 e H_2O , neutralizando o H^+ , a hidroxila (OH^-) criada da reação também se ligara com o H^+ formando outra molécula de água, já o Al^{3+} também se ligara com a hidroxila, insolubilizando-o na forma de hidróxido (CUNHA et al., 2015). Após todas estas reações, tanto H^+ quanto o Al^{3+} são neutralizados e darão lugar para o Ca^{2+} e Mg^{2+} nos colóides do solo.

Um fator muito importante na condução da correção da acidez por meio de calcário a base de rochas é a sua incorporação no solo, uma vez que, o calcário apresenta baixa solubilidade e baixa mobilidade, o que pode condicionar sua reação ideal a incorporação/homogeneização, que após realizada adequadamente possibilita que o calcário entre em contato com elementos acidificantes do solo e possa neutralizá-los na camada arável do solo (SOUSA et al., 2007; NATALE et al., 2012).

A literatura ressalta que o processo de calagem é fundamental e indispensável na hora se trabalhar com a adubação mineral fosfatada, uma vez que o P ao chegar no solo ele pode interagir com alguns elementos acidificantes se disponibilizando para a forragem ou não ter as suas potencialidades aproveitadas (SOUSA et al., 2007).

2.3 O fósforo no solo, na planta e fertilizantes

No solo o fósforo é elemento pouco móvel, devido sua alta retenção natural (FERNANDES et al., 2008). Essa retenção é chamada de “retenção ou fixação do fósforo” (NOVAIS; SMYTH, 1999; FERNANDES et al., 2008).

Para se compreender este processo de retenção/fixação do P no solo é necessário levar em consideração alguns conceitos como: “solo fonte”, “solo dreno” e “dreno planta” (NOVAIS et al., 2007; MERLIN et al., 2014). O solo pode ser uma fonte natural de nutrientes, no entanto, dependendo das condições químicas do solo, este pode ser tanto fonte quanto dreno de nutrientes (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Solos com reservas naturais ou aplicação de fertilizantes podem ser considerados como fonte, enquanto solos em estágio avançado de intemperismo, com baixa CTC, baixa saturação por base, alta eletropositividade com alta adsorção aniônica são considerados como dreno, e irá competir com a planta pelo P (NOVAIS; SMYTH, 1999; NOVAIS et al., 2007; PAVINATO; ROSOLEM, 2008; SOUSA JUNIOR et al., 2012).

Para identificar se o solo está atuando como fonte ou dreno de P, é realizada análises de fatores de formação do solo juntamente com a identificação do fósforo-lábil, fósforo não lábil e fósforo em solução (FERNANDES et al., 2008).

O P lábil está adsorvido em cargas eletropositivas presentes no solo, geralmente, os elementos de cargas “+” e que estão correlacionadas ao fator pH do solo, e são estes: Fe e Al em solos ácidos e o carbonato de cálcio (CaCO_3) em solo alcalino (SOUSA JUNIOR et al.,

2012; VILAR; VILAR, 2013;). O processo no qual o P lábil se encontra no solo é chamado de retenção fosfática, uma vez que o P fica retido momentaneamente pelo Al e Fe, e em dado momento, o P poderá retornar à solução do solo, sendo a transição do P-lábil para a solução do solo chamada de solubilização (BINI; LOPEZ, 2016; GATIBONI et al., 2017).

O termo fixação fosfática é atribuído ao fósforo-não-lábil, uma vez que o P irá ficar na forma fixa no solo, caracterizado por não retornar ou ser pouco retornável a solução do solo (FERNANDES et al., 2008). O fósforo não-lábil pode ser definido como a quantidade de P fixada no solo que não está em equilíbrio com o P em solução, podendo levar grandes períodos para sua disponibilidade (NOVAIS et al., 2007; SUBERO et al., 2016).

Fatores de formação do solo como material de origem, intemperismo, clima, relevo, óxidos de Fe, Al e argilas silicatadas do tipo 1:1 e o próprio teor de argila são determinantes na formação de fósforo-não-lábil (NOVAIS; SMYTH, 1999; BINI; LOPEZ, 2016; CARNEVALI et al., 2016).

Inicialmente, o P é adsorvido no solo e fica em uma fase momentânea lábil ou em solução, após este momento, um processo de precipitação ocorre e o fósforo-lábil por meio de difusão fosfática se liga a imperfeições de cristais e alguns minerais primários como a apatita, tornando indisponível para as plantas e pouco retornável (BARROW, 1985; NOVAIS et al., 2007; FERNANDES R. et al., 2008; BINI; LOPEZ, 2016).

Já o P em solução está disponível no solo para as plantas na forma de ânions fosfático H_2PO_4 (MARSCHNER, 2012; CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Segundo Malavolta (2006), os nutrientes como o K, Ca, Mg e o P estarão mais disponíveis em solos que possuem pH neutro, entre 6,5 e 7. A calagem irá diminuir a quantidade de H no solo e neutralizar o alumínio, evitando com que o P proveniente da adubação mineral se ligue com o Alumínio. O calcário possui papel fundamental na hora da correção da acidez e da toxicidade do Al^{3+} no solo, sendo o material mais utilizado para a calagem, no entanto, devido a sua baixa mobilidade e reatividade, é necessário que o calcário reaja no solo por um período adequado para que elementos que compõe o calcário não reaja com o P (MARQUES et al., 2011).

Uma vez observado as complexidades do P no solo, e este absorvido pela planta, ele irá atuar diretamente em processos fundamentais como na fotossíntese, metabolização de açúcares e proporcionando um maior crescimento radicular na fase inicial (BINI; LOPEZ, 2016).

O principal produto formado na planta com a participação do fosforo é o nucleotídeo chamado ATP (Adenosina Tri Fosfatada). A ATP é o principal composto responsável pelo armazenamento e transferência de energia nas plantas (PANTANO et al., 2016). A ATP é considerada como uma moeda energética de organismos vivos como os vegetais e animais, onde processos como a absorção ativa de nutrientes, fotossíntese, crescimento, produção de flores e frutos não se completariam adequadamente ou não ocorreriam se não houvesse a presença do fosforo para a formação da ATP.

Quando as plantas são submetidas a níveis baixos de fosforo elas apresentam sintomas de deficiência que dificultam ou impedem seu desenvolvimento adequado, estes sintomas vão desde mau desenvolvimento, folhas distorcidas, atraso a maturidade, coloração da folha arroxeadas (ROY et al., 2016). Segundo Malavolta, (1980), a deficiência de fósforo na planta pode torná-la mais suscetível a doenças e ataque de pragas.

Diante desta pobreza de um elemento tão importante como o P, a utilização de fertilizantes é imprescindível para o estabelecimento do capim. Existem diversos fertilizantes utilizados, entretanto os mais difundidos são: formulados de N-P-K e os Super Fosfatos simples e triplo (ROSSETO et al., 2017). Diversos estudos têm apontado sobre a importância da adubação de P em pastagens (MESQUITA, et al., 2010; CARVALHO, et al., 2013;).

Alguns produtos são utilizados para aumentar o rendimento do P no solo e auxiliar em sua absorção pela planta, um destes produtos segundo Dias (2000) podem ser considerados como condicionadores da adubação fosfatada é o *lithothamnium calcareum*.

2.4 Lithothamnium

Granulados bioclásticos do gênero *Lithothamnium* são espécies de algas corretivas que mais se destacam neste meio. Conhecida vulgarmente como alga vermelha e segundo o sistema de classificação taxonômica de algas, a espécie *Lithothamnium* pode ser classificada como a seguinte taxonomia; filo: Rhodophytas, ordem das Corallinales e família Hapalidiaceae (GUIRY & GUIRY, 2009).

Nos sistemas agrícolas, o lithothamnium ajuda no melhoramento físico, químico e biológico do solo. Pode ser usado como um corretor da acidez do solo, auxilia na retenção de cátions, ajuda na eficiência de adubos fosfatados e nitrogenados, beneficia interações entre

planta e organismos fixadoras de P e N, pode auxiliar no crescimento radicular inicial e oferece diversos micronutrientes (SOUSA et al., 2007).

As algas calcárias podem ser encontradas na costa marítima brasileira em até 200 metros de profundidade, com aproximadamente 34 gêneros e uma variação entre 300 a 500 espécies (DIAS, 2000; CAVALCANTI, 2011).

Durante o processo reprodutivo destas algas, algumas partes se desprendem e são carregadas pelas correntes marítimas e acabam se depositando em determinados locais, estes locais são chamados de “Ilhas de areia biodetrítica”, esses locais de deposição são localizados e a extração se dá de forma manual através de mergulho ou com auxílio de navios (CARLOS et al., 2011).

Atualmente, pelo menos 3 empresas atuam no Brasil atuando diretamente com a extração que consiste na coleta das algas e na moagem do material, e outras diversas atuam comercializando este produto, atualmente, o valor comercial da tonelada deste produto gira em torno de 1100 (um mil e cem reais) (MOREIRA et al., 2011).

Segundo Dias (2000) as algas apresentam a habilidade de acumular em sua composição celular uma grande quantidade de carbonato de cálcio e magnésio, depositada na parede na forma de cristais de calcita, representando entre 80 e 90% da biomassa (DIAS, 2000).

Além do acúmulo de carbonato de cálcio e magnésio, a espécie *Lithothamnium calcareum*, possui também em sua composição 20 oligoelementos que são atrativos para a indústria de fertilizantes, como o manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo), silício (Si), estrôncio (Sr), ferro (Fe), boro (B) e baixas concentrações de fósforo (P) e potássio (K) (DIAS, 2000; CAVALCANTI, 2011). Adicionalmente, as algas calcárias apresentam boa solubilidade e excelente mobilidade (DIAS, 2000).

Inicialmente, as algas foram adotadas na agricultura como potencializadores da adubação de N-P-K (MELO & MOURA, 2009) pela melhoria na atividade biológica do solo, com aumento na disponibilidade de P (DIAS, 2000). Ainda segundo Dias (2000) assim que introduzida no Brasil as potencialidades desta alga como um corretivo da acidez do solo começaram a serem averiguadas e foram constatadas grandes potencialidades, contudo, a maioria dos estudos se restringem apenas a utilização do *lithothamnium* consorciada a utilização de outros nutrientes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR V. F.; TRINDADE R. N. R.; LIMA R. L. C.; CARVALHO A. J. E. Interação do calcário e do silicato de cálcio e magnésio com gesso agrícola na produção de massa seca de *Panicum maximum* Jacq. cv. Capim Mombaça. **Revista Univap** – São José dos Campos – SP – Brasil, v. 22, n. 40, Edição Especial. ISSN 2237-1753, 2016.

ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. 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.

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, F. M. do R. Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 767-773, 2015.

BARCELLOS, J. O. J.; OLIVEIRA, T. E.; MARQUES, C. S. S. Apontamentos estratégicos sobre a bovinocultura de corte brasileira. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. V. 24, n. 4, 2016.

BINI, D.; LOPEZ, V. M. **Microbiologia do solo**. 2ª edição. Piracicaba: ESALQ, 2016. 151p Cpt. 10.

BINI, D.; LOPEZ, V. M. **Microbiologia do solo**. 2ª edição. Piracicaba: ESALQ, 151p Cpt. 10. 2016.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.

características morfogênicas de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e *Brachiaria híbrida* mulato sob aplicação de fósforo. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 292-302 abr/jun, 2010.

CARDOSO, E. J. B.; ANDREOTE, F. D. **microbiologia do solo**. 2ª edição. Piracicaba: ESALQ. P.221, 2016.

CARLOS, A. C.; SAKOMURA, N. K.; PINHEIRO, S. R. F.; TOLEDANO, F. M. M.; GIACOMETTI, R.; SILVA JÚNIOR, J. W. D. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4p. 833-839, 2011.

CARNEVALI, N. H. D. S., MARCHETTI, M. E., VIEIRA, M. D. C., CARNEVALI, T. D. O., & RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, 26(2), 449-461, 2016.

CARVALHO, D. T.; BATISTÃO, A. C.; LAVEZO, A. C. Avaliação de fontes e doses de fósforo na produtividade e teor de clorofila no capim Mombaça. **Revista PPbioagro**, alta floresta – MT v.1, n.1, p1-6, Set. 2013.

CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma Continental: A última fronteira da mineração brasileira**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 23p., 2011.

COELHO, C. J.; MOLIN, D.; JORIS, H. W.; CAIRES, E. F.; GARDINGO, J. R.; MATIELLO, R. R. Selection of maize hybrids for tolerance to aluminum in minimal solution. **Genetics and Molecular Research** v. 14, n. 1, p. 134-144, 2015.

COSTA, A. C.C.; JOSÉ DARLAN RAMOS, D. R.; SILVA, F. O. R; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A, Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaia Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

COSTA, A. C.C.; JOSÉ DARLAN RAMOS, D. R.; SILVA, F. O. R; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A, Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaia **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, jan./fev. 2015.

COSTA, C. H. M. D., CRUSCIOL, C. A. C., FERRARI NETO, J., & CASTRO, G. S. A. Residual effects of superficial liming on tropical soil under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1633-1642, 2016.

CUNHA, G. O. D. M., ALMEIDA, J. A. D., TESTONI, S. A., & BARBOZA, B. B. Formas de Alumínio em Solos Ácidos Brasileiros com Teores Excepcionalmente Altos de Al³⁺ Extraível com KCl. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(5), 1362-1377, 2015.

DIAS, C.T.M. Granulados Bioclásticos - **Algas Calcárias**. **Brazilian Journal of Geophysics**, v.8, p.307-318, 2000.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, ISSN 1983-0513, n. 402, 36 p., 2014.

EVANGELISTA, W. P; ANDRÉ, R. M. DE SÁ; JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; WILSON, M. L.; SOUZA, J. L. M, Irrigation and lithothamnium fertilization in bell pepper cultivated in

organic system, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 20, n 9, p830-835, 2016.

FALCÃO, N. P. D. S.; SILVA, J. R. A. D. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, 34(3), 337-342, 2004.

FERNÁNDEZ R, I. E., NOVAIS, R. F., NUNES, F. N., & Ker, J. C. Reversibilidade de fósforo não-lábil em solos submetidos à redução microbiana e química: II-extrações sucessivas do fósforo pela resina de troca aniônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2008.

FLORENTINO, L., SANTOS, R., OLIVEIRA, A., LANDES, T., PICAZEVICZ, A.. CRESCIMENTO DO CAPIM *Panicum maximum* cv. “mombaça” em resposta a adubação fosfatada na amazônia ocidental. **Enciclopédia biosfera**, v. 16, n. 30, 2019.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; FILHO, M.C.M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017.

GAMA, M. A. P., MATOS, G. S. B. D., SILVA, G. R. D., BRASIL, E. C., & NUNES, O. F. Potential acidity estimated by SMP pH in soils of the state of Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 199-203, 2013.

GATIBONI, L. C., VARGAS, C. O., ALBUQUERQUE, J. A., ALMEIDA, J. A., STAHL, J., CHAVES, D. M., ... & RAUBER, L. P. Phosphorus fractions in soil after successive crops of *Pinus taeda* L. without fertilization. **Ciência Rural**, 2017.

GOMIDE, C. A. M et al. Productive and morphophysiological responses of *Panicum* intensity. **Grassland Science**, v. 65, n. 2, p. 93-100, 2019.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; <acesso em 10 /11/19>,2009.

ISLABÃO, G. O., VAHL, L. C., TIMM, L. C., PAUL, D. L., & KATH, A. H. Cinza de casca de arroz como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38(3), 934-941, 2014.

JANK. L.; MARTUSCELLO, J. A. EUCLIDES, V. P. B.; DO VALE, C. B.; RESENTE, R. M. S.; **Pantas Forrageiras**. In: *Panicum Maximum*. Ed. UFV, Viçosa, Cap.5 p. 254-260, 2010.

JÚNIOR, J. F. V.; DE SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R.; & DE SOUZA CRUZ, D. L. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ ambiente On-line**, 5(2), 158-165, 2011.

LIMA, D. V. E., DE MARIA, B. G. **Pastagem cultivada**. In: EMBRAPA. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020.

LOPES, A. S.; SILVA de C. M.; GUILHERME, L. R.G.; Acidez do solo e calagem. **Boletim técnico da associação nacional para difusão de adubos**, São Paulo, Nº 1, 1991.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 638p., 2006.

MARQUES, R. R., CRUSCIOL, C. A. C., CASTRO, G. S. A., & PERIM, L. Reflexo da calagem e gessagem superficiais na concentração de nutrientes solúveis em água na parte aérea de amendoim e aveia-branca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35(2), 513-522, 2011.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3. ed. San Diego: Academic Press, 651 p. maximum Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage**, 2012.

MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.

MELO, T. V.; MOURA, A. M. A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, local, v. 58, número, p. 99-107, 2009.

MERLIN, A., HE, Z. L., & ROSOLEM, C. A. Congo grass grown in rotation with soybean affects phosphorus bound to soil carbon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38(3), 888-895, 2014.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. Teores críticos de fosforo no solo e MOREIRA, R. A., RAMOS, J. D., MARQUES, V. B., DE ARAÚJO, N. A., & DE MELO, P. C. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 785-788, 2011.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. É. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1294 – 1306, 2012.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p. 471-537, 2007.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG (Brasil). Dept. de Solos, 1999.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum **Science**, v. 72, n.3, p. 590-600, 2016.

PAVINATO, P. S., & ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(3), 911-920, 2008.

RAYMUNDO, V.; NEVES, A. M.; S. N. CARDOSO, M. S. N.; IZAIAS S. BREGONCI, I. S.; LIMA, S. S. J.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.17, n.1, p.47–53, 2013.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D.; Correção e adubação. Agência brasileira de informações de tecnologia – ageitec. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2020.

ROY, E. D., RICHARDS, P. D., MARTINELLI, L. A., DELLA COLETTA, L., LINS, S. R. M., VAZQUEZ, F. F., ... & PORDER, S. The phosphorus cost of agricultural intensification in **The Tropics**. *Nature plants*, 1-6. 2016.

SANTANA, G. S. Produção e composição bromatológica da forragem do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. Semina: **Ciências Agrárias**, v.31, p. 241-246, 2010.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. **Adubação de pastagens em sistemas de produção animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016.

SCHUBART, H. O. R.; FRANKEN, W.; LUIZÃO, F. J. Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, v. 2, n. 10, p. 26-32, 1984.

SILVA, F. C. M. D., SACHS, L. G., FONSECA, I. C. B., & TAVARES FILHO, J. Calagem em Modelos de Produção Agrícola com e Sem a Adoção da Integração Lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1463-1472, 2015.

SILVA, J. A. N.; SILVA, C. J.; ALMEIDA, R. G.; HONORATO, C. A. Desempenho de novilho nelore em pastagem degradada submetida a diferentes processos de recuperação e renovação, **Revista Agrarian**, v.11, n.41, p. 260-266, 2018.

SOUSA, D. M. G.; DE MIRANDA, L. N.; DE OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. 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: SBCS, p. 206-268, 2007

SOUSA, F. H. L.; **Estratégias de adubação e altura de desfolha do capim mombaça sob a eficiência de produção de forragem**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal na Amazonia) – Universidade Federal Rural da Amazonia. Parauapebas, p. 14. 2019.

SOUZA JÚNIOR, R. F. D., OLIVEIRA, F. H. T. D., SANTOS, H. C., FREIRE, F. J., & ARRUDA, J. A. D. Frações de fósforo inorgânico do solo e suas correlações com o fósforo quantificado por extratores e pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 159-170. 2012.

SUBERO, N., RAMÍREZ, R., SEQUERA, O., & PARRA, J. Fraccionamiento de fósforo en suelos cultivados con arroz por largos períodos de tiempo. I. fósforo inorgánico. **Bioagro**, 28(1), 013-020, 2014.

VILAR, C. C., VILAR, F. C. M. (2013). Comportamento do fósforo em solo e planta. **Campo digital (faculdade integrada de campo mourão)**, 2013.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* E DOSES DE FÓSFORO

3 HIPÓTESE E OBJETIVOS

3.1 Hipótese

A utilização de *Lithothamnium calcarium* potencializa os efeitos da adubação fosfatada e influência nas características morfogênicas e produtivas do capim Mombaça.

3.2 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da aplicação do lithothamnium associado a doses de fósforo sobre o capim *Megathyrsus Maximus* cv. Mombaça.

3.3 Objetivos específicos

Estudar o lithothamnium como um condicionador da adubação fosfatada através de parâmetros morfogênicos, estruturais e produtivos do capim Mombaça.

Verificar a interação do lithothamnium com o solo e forragem em diferentes períodos do ano (ou estações) na região sudeste do estado do Pará.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO OU NÃO A APLICAÇÃO DE *Lithothamnium calcareum* E DOSES DE FÓSFORO

4 INTRODUÇÃO

As pastagens possuem grande importância na produção de ruminantes e são consideradas uma fonte de nutrientes com baixo custo de implantação, manutenção e ótimos resultados. Para se explorar ao máximo a rentabilidade das pastagens e conseqüentemente atingir elevados índices de desempenho animais, é essencial o emprego de diferentes técnicas de manejo que objetivem e melhorem a produção de forragem, conseqüentemente, levando a durabilidade dos pastos.

O estado do Pará possui características climáticas ideais para a produção de espécies forrageiras. No entanto, o solo apresenta acidez e baixos teores de P, que limitam o desempenho das forrageiras e, conseqüentemente, a produção animal em pastagem. A utilização de adubos fosfatados minerais associada com outras práticas como calagem, melhoram a qualidade do solo e contribui com a intensificação e aumento da produtiva.

Desse modo, diversos estudos no Brasil veem sendo desenvolvidos em busca da otimização da adubação mineral fosfatada através da utilização de potencializadores. Dentre estes potencializadores, tem se destacado o *lithothamnium calcareum* que é uma alga marinha usada para aumentar a eficácia de nutriente com N-P-K no solo (MOURA, 2009). Segundo Dias (2000) além de melhorar os índices de P no solo este produto também possui características de um corretivo da acidez do solo.

Embora no Brasil haja estudos sobre os efeitos positivos do *lithothamnium* em determinadas culturas, como por exemplo em citros (MOREIRA et al., 2012) ou em pitaya (COSTA et al., 2015), existe uma lacuna sobre a utilização destes produtos em pastagens, especificamente na Amazônia oriental. A utilização de parâmetros morfogênicos e produtivos em forragem para a verificação fisiológica da planta é uma excelente forma de se proporcionar validação científica para determinados estudos (LEAL, 2019).

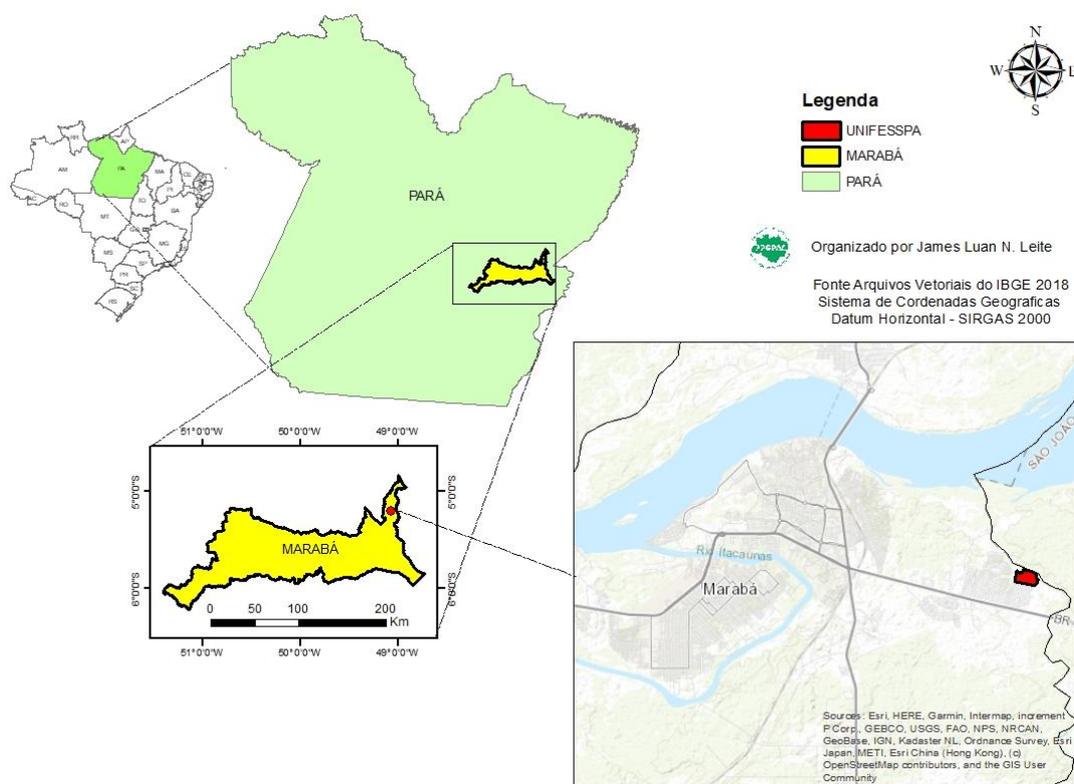
Portanto, objetivou-se com este presente trabalho estudar o *lithothamnium* como um condicionador da adubação fosfatada através de parâmetros morfogênicos, estruturais e produtivos do capim Mombaça, e verificar a interação do *lithothamnium* com o solo e forragem em diferentes períodos do ano (ou estações) na região sudeste do estado do Pará.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento e caracterização da área

O experimento foi conduzido de dezembro de 2019 a março de 2021 na área experimental da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), na cidade de Marabá-Pará, coordenadas (5°21'58.87"S e 49°1'19.50"O) (Figura 2). De acordo com Koppen (1948) as estações de seca e chuva são bem definidas na região, sendo o clima do tipo “Am” tropical, possuindo um período seco que vai de maio a outubro, com período úmido e chuvas acentuadas que vão de novembro a abril.

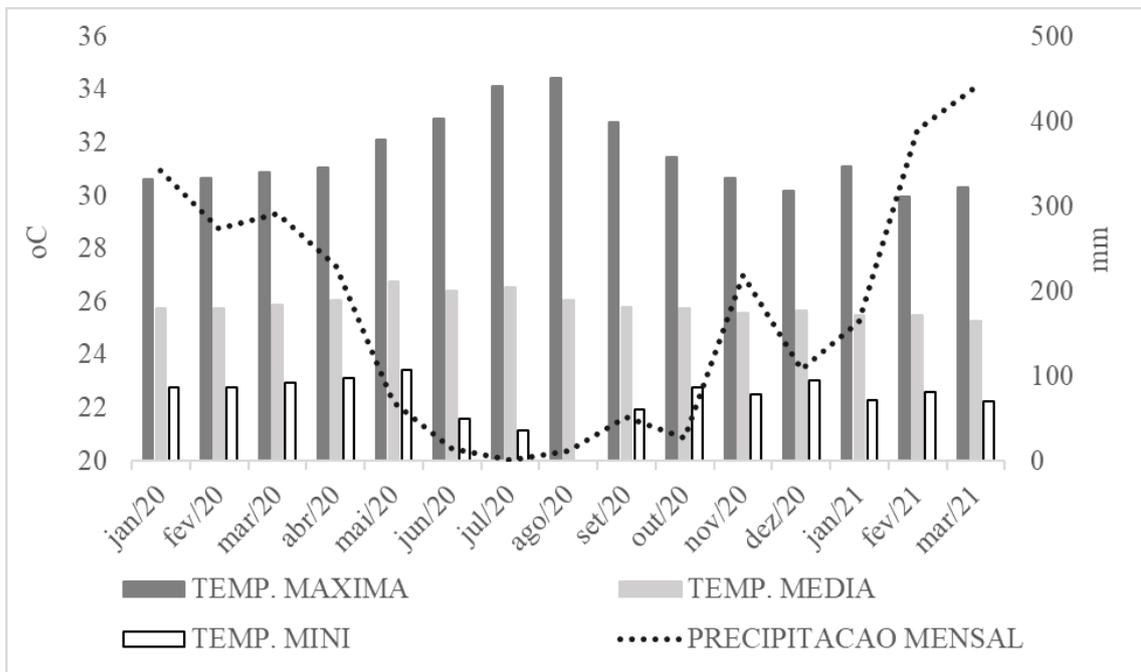
Figura 2 - Mapa de localização da área experimental do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional – IEDAR da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA).



Fonte: Leite (2021)

A temperatura média da região durante o período experimental foi de 26,3°C e variou entre 32,2° C para máximas e de 20°C para mínimas, e obteve 2.634,4 mm de precipitação pluviométrica acumulada (Figura 3).

Figura 3 - Precipitação pluviométrica mediada pela estação convencional de Marabá durante o período do experimento.



Fonte: (INMET, 2021)

O solo da área experimental foi classificado como um Planossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2018). Devido a influência antrópica sua primeira camada (0-23cm) apresenta uma textura de 82 % de areia enquanto a concentração de areia nas camadas inferiores é de 35%. A Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará UNIFESSPA localizasse próximo a um residencial, esta proximidade influenciou na modificação da estrutura granulométrica do solo, onde a ação antrópica do homem através do procedimento de aterro ocasionou esta mudança.

A área experimental foi aberta há mais de 12 anos sendo anteriormente classificada como mata secundária, esta área estava a cerca de 10 anos sem utilização. No local, ocorria a presença de plantas espontâneas denominadas popularmente como vegetação de capoeira. Anualmente, ocorria a entrada de incêndios florestais nesta área onde toda a vegetação era consumida

A caracterização químicos e granulométricos do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm foram coletadas em dezembro de 2019, com o auxílio de um trado holandês. Foram coletadas 15 amostras simples da área para a composição de uma amostra composta, os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - - Atributos químicos do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,1 e 0,1 - 0,2 m de profundidade.

Camada (m)	Ca	Mg	Al	H + Al	K	P	pH	V%	CTC	Argila	Silte	Areia
	-----cmol _c dm ³ -----					mg d ⁻³	H ₂ O	%	Cmol dm ³	--Dac g/kg--		
0-0,1	1,8	0,7	0,10	2,9	128	1	4.9	40	4.92	150	40	810
0,1-0,2	1,5	0,4	0,10	2,6	166	4	4.8	47	5.73	120	40	840
Médias	1,6	0,5	0,10	2.75	147	2,5	4.7	63,5	7,78	135	40	82,5

Camadas	Micronutriente mg dm ⁻³						
	S	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
0-0,1	-	2	0.7	-	0.1	365	30
0,1-0,2	-	1	0.8	-	0.1	300	36
Médias		1,5					

Cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio (Al); hidrogênio mais alumínio (H+Al); potássio (K); fósforo (P) (Mehlich I); cloreto de cálcio (CaCl₂). Enxofre (S); sódio (Na); zinco (Zn); boro (B); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn).

Fonte: Laboratório AGROBRITO -Marabá – PA

5.2 Preparo da área

Para iniciar o experimento foi realizado a limpeza da área com o auxílio do trator e, posteriormente, utilizou-se o procedimento de gradagem do solo como um dos preparos iniciais da área, este preparo ocorreu no dia 8 de dezembro de 2019.

Em janeiro de 2020, logo após o preparo do solo foram implantadas as parcelas experimentais, com 3 metros de largura por 3 metros de comprimento. Para o controle das plantas daninhas foi realizado a aplicação do herbicida de princípio ativo Glifosato (g do i.a. por ha) com dosagem de 200 ml por litro de H₂O, utilizando o auxílio de uma bomba costal de 5 L, sendo que, após o início do experimento foi suspenso a utilização de qualquer produto químico para o controle de plantas daninhas, realizando a limpeza dos canteiros com o auxílio de roçadeira costal de fios de nylon. Essa suspensão ocorreu de modo preventivo par que não houvesse a interferência de nenhum produto químico no ciclo produtivo da forragem.

5.3 Semeadura e uniformização

A semeadura da espécie forrageira *Megathyrus maximus* cv. Mombaça ocorreu no dia 02 do mês de fevereiro de 2020, de forma manual utilizando 3 kg de semente do tipo incrustado com valor cultural (CV) de 80%. O corte de uniformização ocorreu no início do mês de abril/2020, após todos os canteiros atingirem 70 cm de altura, rebaixando-os a uma altura uniforme de 30 cm de acordo com a metodologia proposta por (LEAL. 2019).

5.4 Delineamento experimental e tratamentos

Delineamento experimental utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida, com efeito no tempo, tendo como parcela no efeito do condicionador da fertilidade do solo (sem ou com presença do lithothanium), na subparcela efeito das doses de fósforo (60, 80 e 100 Kg ha⁻¹ de P₂O₅) e na subdividida o efeito da época do ano (CRAVO et al., (2007); EMBRAPA (2020).

Para fins de fixação, o experimento contou ao todo com 30 unidades experimentais (canteiros). Os canteiros foram elaborados com as seguintes métricas: 3 metros de comprimento e 3 metros de largura totalizando 9m², com espaçamento de 2 m de distância entre canteiros. Após a determinação dos tratamentos foi realizado um sorteio de maneira aleatória para determinar a posição de cada tratamento dentro das repetições.

Durante o experimento foram avaliados 5 ciclos produtivos, com as coletas realizadas nos seguintes períodos:

Período chuvoso - 1º ciclo (abril e maio/2020); Transição chuvoso – seco - 2º ciclo (maio e junho/2020); Período seco - 3º ciclo (julho, agosto e setembro/2020); Transição seco – chuvoso - 4º ciclo (outubro e novembro/2020); 5º ciclo (dezembro de 2020/ janeiro de 2021).

O lithothanium foi aplicado após a construção das parcelas experimentais em janeiro. Já a aplicação das doses de P ocorreu no início de fevereiro de 2020 juntamente com o plantio da forragem. A fonte de P escolhida para a aplicação foi o adubo Super fosfato simples que tem em sua composição 18% de P₂O₅, esta aplicação ocorreu de forma manual (a lanço) sem a incorporação. Para a adubação nitrogenada (N) foi utilizada a recomendação de alta produtividade do manual da Embrapa (2020) que recomenda 200 kg/ha, a fonte escolhida para a aplicação do N foi a ureia e sua aplicação foi parcelada em 4 doses distribuídas no decorrer do experimento, sendo a primeira aplicação do N (1/4) no dia 20 de abril, 3 dias após o corte

de nivelamento. Durante o 4º ciclo, onde os índices pluviométricos foram menores, houve a suspensão da aplicação de N.

5.5 Parâmetros avaliativos

5.5.1 Avaliação da Características Estruturais e Morfogênicas

Para a avaliação das características estruturais e morfogênicas foi utilizado a metodologia de Davis (1993), em que consiste na marcação de 6 (seis) perfilhos por parcela aleatoriamente após o corte de uniformização (30cm). Os perfilhos foram avaliados 2 (duas) vezes por semana até atingirem altura de corte de 70 cm, o que representava o fim do ciclo produtivo, com o auxílio de réguas métricas.

As variáveis avaliadas foram conforme propostas por Lemaire e Chapman (1996), Alexandrino, Cândido e Gomide (2011) conforme abaixo descritas:

- 1: Taxa de aparecimento foliar (TApF, mm de folha/perfilho dia): representada pelo número de folhas completamente expandidas que apareceram durante o período de descanso.
- 2: Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm de folha/perfilho dia): relação entre o somatório de todo alongamento de lâminas foliares (mm) e o número de dias do ciclo.
- 3: Taxa de alongamento de colmo (TAIC, mm de haste/perfilho dia): relação entre o comprimento do pseudocolmo no final e no início do ciclo e o número de dias do ciclo.
- 4: Taxa de senescência foliar (TSF, mm de folha/perfilho dia): relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares perfilho⁻¹ e o número de dias do ciclo.
- 5: Filocrono (FILOC – dias folha-1 perfilho): é o inverso da taxa de aparecimento foliar e corresponde ao tempo em dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas no perfilho, que fornece o tempo gasto para a formação de uma folha;
- 6: Número de folhas vivas por perfilho (NFV) - folhas/perfilho; duração de vida da folha (DVF)– dias folha e comprimento média de lâmina foliar (CMLF) - mm folha-1

5.5.2 Parâmetros de avaliação de biomassa

Foram avaliados 5 ciclos produtivos, contando-se um ciclo quando o capim apresentasse altura de corte. Para a amostragem, era lançado no centro do canteiro um quadrado de 0,25 m²

onde eram realizados o corte conforme a altura de uniformização, amostrados e levados a laboratório.

Após a coleta, o material vegetal era fracionamento em: colmo (caule + bainha), lâmina foliar e material morto. Em seguida, o material era pesado em uma balança semi-analítica com precisão de 0,01g. Após a pesagem, o as amostras eram levadas para uma estufa (55 °C até obtenção de massa constante) por 72 horas, após este período o material era pesado novamente e quantificado a biomassa seca das lâminas foliares e a biomassa seca do colmo, com as quais foram determinados a relação folha/colmo (BONELLI et al., 2011).

5.5.3 Parâmetros de avaliação dos atributos químicos do solo

Ao fim do experimento, foi coletado em cada unidade experimental três amostras simples de solo com o auxílio do trado holandês, após esta coleta simples, foi realizado a homogeneização de cada coleta referente ao seu tratamento e foi feita uma amostragem composta para o acompanhamento dos efeitos das doses de P juntamente com a ação do condicionador da fertilidade.

5.6 Análise estatística

Para análise dos dados utilizou-se modelos lineares mistos através da utilização da função lme da biblioteca nlme (PINHEIRO; BATES, 2000) do programa R (R CORE TEAM (2020)). O modelo ajustado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Com $i = 1, \dots, I$; $j = 1, \dots, J$ e $k = 1, \dots, K$, em que:

Y_{ijk} = efeito da variável resposta;

μ = é a constante de todas observações;

α_i = é o efeito fixo do condicionador da fertilidade do solo;

β_j = é o efeito fixo das doses de fósforo;

γ_k = é o efeito aleatório da época do ano;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = é o efeito fixo da interação entre condicionador da fertilidade do solo e doses de fósforo;

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = é o efeito fixo da interação entre condicionador da fertilidade do solo e época do ano;

$(\beta\gamma)_{jk}$ = é o efeito fixo da interação entre doses de fósforo e época do ano;

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ é o efeito fixo da interação entre condicionador da fertilidade do solo, doses de fósforo e época do ano;

ε_{ijk} é o erro aleatório, em que $\varepsilon \sim N(0, \Sigma)$

Uma vez verificada significância, as médias eram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade por meio do programa estatístico *Software R* versão 3.6.0

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Finalizado o experimento e realizado os procedimentos estatístico, foi constatado que não houve efeito ($P > 0,05$) de interação para os tratamentos que receberam e não receberam a aplicação de lithothamnium nos parâmetros avaliativos estudadas.

Também não foi observado efeito de interação entre as doses de fosforo relacionadas entre si e/ou relacionadas a suas associações com o lithothamniu nos parâmetros: Taxa de aparecimento foliar (TApF, mm de folha/perfilho dia), Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm de folha/perfilho dia), Taxa de alongamento de colmo (TAIC, mm de haste/perfilho dia), Taxa de senescência foliar (TSF, mm de folha/perfilho dia), Filocrono (FILOC – dias folha-1 perfilho), Número de folhas vivas por perfilho (NFV) - folhas/perfilho, duração de vida da folha (DVF) dias folha e comprimento média de lâmina foliar (CMLF) - mm folha-1. (Tabela 2).

Houve diferença media significativa ($P < 0,05$) quando observado e analisado os resultados referente aos cinco ciclos dentro de um ano produtivo em diferentes períodos climáticos.

De modo geral, grande parte dos resultados dos parâmetros obtidos com diferença significativa dentro destes diferentes períodos climáticos, seguiram um padrão já esperado, com picos elevados de produtividade dentro dos períodos com maiores índices pluviométricos e baixas produtividades no decorrer do período seco.

A (tabela 2) apresenta os resultados obtidos para estas principais variáveis relacionadas os componentes morfogênicos obtidos durante o decorrer do experimento, onde as medias estão organizadas sequencialmente da seguinte maneira: condicionador da fertilidade, doses de P e época do ano.

Tabela 2 - - Médias para os Componentes morfogênicos do capim Mombaça submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.

Época do ano	Sem aplicação de lithothanium			Com aplicação de lithothanium			Média	EPM	P-valor
	60	80	100	60	80	100			
Taxa de alongamento foliar (cm dia⁻¹)									
Chuvoso	2,13	2,16	2,25	2,14	2,33	2,82	2,30A		Lithothanium = 0,3160 Doses de P ₂ O ₅ = 0,3949 ciclos = 0,0005 Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,5078 Lithothanium x ciclos = 0,7398 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,7544 Lith. x D. P x ciclos=0,6557
Transição chuvoso-seco	1,16	1,37	0,90	1,00	1,08	1,16	1,11B		
Seco	0,95	0,62	0,91	0,72	0,82	1,24	0,88B		
Transição seco – chuvoso	2,34	2,25	2,64	3,14	2,58	2,80	2,63A	0,092	
Média doses de P ₂ O ₅	1,74	1,71	1,79	1,83	1,83	2,17			
Média lithothanium		1,75			1,94				
Taxa de aparecimento foliar (folha dia⁻¹)									
Chuvoso	0,23	0,22	0,26	0,25	0,23	0,28	0,25B		Litho. = 0,9593 Doses de P ₂ O ₅ = 0,9953 ciclos = 0,001 Litho x D. de P ₂ O ₅ = 0,7197 Litho. x ciclos = 0,6030 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,4999 Lith. x D. P x ciclos=0,6425
Transição chuvoso-seco	0,20	0,20	0,19	0,21	0,21	0,17	0,20C		
Seco	0,13	0,10	0,10	0,10	0,11	0,09	0,11D		
Transição seco – chuvoso	0,45	0,45	0,39	0,37	0,44	0,39	0,42A	0,010	
Média doses de P ₂ O ₅	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24			
Média lithothanium		0,24			0,24				
Filocrono (dias folha⁻¹)									
Chuvoso	4,63	4,65	4,38	4,67	5,32	3,99	4,61B		Litho = 0,4450 Doses de P ₂ O ₅ = 0,5661 ciclos =0,0001 Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,8130 Litho. x ciclos = 0,7902 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,4357 Lith. x D.s P x ciclos= 0,8225
Transição chuvoso-seco	5,23	5,01	5,45	4,77	5,01	6,03	5,25B		
Seco	8,26	10,36	9,64	10,41	9,20	11,05	9,82A		
Transição seco – chuvoso	2,23	2,24	2,60	2,75	2,31	2,67	2,47C	0,232	
Média doses de P ₂ O ₅	5,00	5,38	5,29	5,45	5,43	5,54			
Média lithothanium		5,22			5,48				

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Continuação das Médias TABELA 2

Época do ano	Sem aplicação de lithothanium			Com aplicação de lithothanium			Média	EPM	P-valor
	60	80	100	60	80	100			
Taxa de alongamento de colmos (cm dia ⁻¹)									
Chuvoso	0,07	0,10	0,10	0,06	0,08	0,12	0,09B	0,008	Lithothanium = 0,7534
Transição chuvoso-seco	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04C		Doses de P ₂ O ₅ = 0,6803
Seco	0,04	0,03	0,05	0,16	0,03	0,05	0,06BC		ciclos = 0,0006
Transição seco – chuvoso	0,24	0,23	0,25	0,15	0,16	0,15	0,20A		Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,6398
Média doses de P ₂ O ₅	0,09	0,10	0,10	0,10	0,08	0,10			Litho. x ciclos = 0,0786
Média lithothanium		0,10			0,02				D.de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,2540
									Lith. x Doses P x ciclos= 0,3872
Duração do ciclo (dias)									
Chuvoso	16,76	16,70	16,30	16,85	17,42	15,66	16,62C	1,182	Litho. = 0,4554
Transição chuvoso-seco	20,76	20,62	20,36	20,18	20,08	21,32	20,55B		D. de P ₂ O ₅ = 0,7184
Seco	49,26	50,01	49,46	51,90	48,41	55,41	50,74A		ciclos = 0,0001
Transição seco – chuvoso	10,61	11,13	10,89	10,82	10,78	11,21	10,91D		Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,6093
Média doses de P ₂ O ₅	22,83	23,03	22,66	23,32	22,82	23,85			Litho. x ciclos = 0,5039
Média lithothanium		23,33			22,84				D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,6353
									Lith. x D. P x ciclos=0,7700
Número de folhas vivas por perfilho									
Chuvoso	3,42	3,27	2,93	3,12	3,62	3,48	3,31BC	0,081	Litho. = 0,8992
Transição chuvoso-seco	3,83	4,03	3,13	3,37	3,60	3,10	3,51B		D. de P ₂ O ₅ = 0,2933
Seco	3,63	2,72	2,40	2,72	2,73	3,07	2,89C		ciclos = 0,0033
Transição seco – chuvoso	4,53	4,59	4,07	4,22	4,33	4,30	4,34A		Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,1362
Média doses de P ₂ O ₅	3,77	3,58	3,09	3,31	3,58	3,49			Litho. x ciclos = 0,6253
Média lithothanium		3,48			3,46				D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,7802
									Lith. x Doses P x ciclos=0,7396

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Continuação das Médias TABELA 2

Época do ano	Sem aplicação de lithothanium			Com aplicação de lithothanium			Média	EPM	P-valor
	60	80	100	60	80	100			
Número de perfilhos por touceira									
Chuvoso	7,92	6,76	6,85	6,49	6,98	7,43	7,07AB		Lithothanium = 0,2627
Transição chuvoso-seco	6,93	5,83	6,70	6,07	4,87	5,93	6,05B		Doses de P ₂ O ₅ = 0,5552
Seco	9,10	7,00	8,03	7,32	5,43	7,57	7,41A		ciclos = 0,0066
Transição seco – chuvoso	9,87	7,37	7,57	8,22	6,20	8,33	7,93A	0,180	Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,2661
Média doses de P ₂ O ₅	8,35	6,75	7,20	6,91	6,09	7,34			Litho. x ciclos = 0,7225
Média lithothanium		6,78			7,43				D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,8416
									Lith. x D. P x ciclos=0,8203
Tamanho final do colmo (cm)									
Chuvoso	26,75	26,92	26,52	25,48	27,63	27,17	26,75A		Litho.= 0,8491
Transição chuvoso-seco	24,36	23,24	26,97	23,40	22,63	26,30	24,48AB		Do. de P ₂ O ₅ = 0,6410
Seco	18,07	16,85	19,60	20,48	17,25	18,93	18,53C		ciclos =0,0010
Transição seco – chuvoso	26,33	21,39	24,85	24,72	20,71	24,05	23,67B	0,423	Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,8873
Média doses de P ₂ O ₅	24,25	23,06	24,92	23,91	23,17	24,72			Litho. x ciclos = 0,8556
Média lithothanium		24,14			23,94				D.de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,5925
									Lith. x D.s P x ciclos= 0,7783
Tamanho final da folha (cm)									
Chuvoso	31,10	32,88	34,80	28,00	29,62	32,64	31,51A		Lithot. = 0,4916
Transição chuvoso-seco	25,23	27,25	22,43	20,83	25,61	22,38	23,95B		Do. de P ₂ O ₅ = 0,2338
Seco	22,31	20,86	22,72	21,93	22,16	27,24	22,87B		ciclos =0,0045
Transição seco – chuvoso	23,18	25,31	28,35	28,04	26,35	25,63	26,14B	0,645	Litho.x D. de P ₂ O ₅ = 0,8261
Média doses de P ₂ O ₅	26,58	27,84	28,62	25,36	26,67	28,10			Lith. x ciclos = 0,4577
Média lithothanium		26,71			27,68				D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,6653
									Lith. x D. P x ciclos= 0,5255

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis TALF, TAPF e TALC apresentaram menores valores de alongamento e aparecimento foliar (cm/dia, mm/dia) durante o período seco, e resultados expressivos durante o período de transição seco chuva. Essa baixa produtividade no decorrer do período seco ocorre, pois, o efeito da estacionalidade atua diretamente sobre a forragem durante a pouca presença de água. Estimasse que durante este período, o capim consiga produzir de 10 a 20% do seu potencial, onde os maiores picos de produção de forragem se concentram no período das águas (CORREA, 2003). Esse fator está diretamente relacionado aos índices pluviométricos apresentados na região nos meses de julho a outubro, que forma bem abaixo das medias dos outros meses.

Para o Filocromo houve um maior valor no período seco assim como a duração dos ciclos dias, isso ocorre, pois, a água desempenha papel fundamental na fotossíntese, e em falta, ocorre uma diminuição significativa do crescimento do tecido vegetal pela falta de água (MACHADO et al., 2013). Com a retomada dos índices pluviométricos no período “Transição seco/chuvoso”, houve a retomada do aumento produtivo da forragem, isso justificasse pela volta das águas.

Para os parâmetros estruturais apresentados, foi observado resultados semelhantes para: Número de folhas vivas por perfilho. Já para o número de perfilho por torceria nota-se que durante o período seco e transição seco/chuvoso houve um maior perfilhamento, isso pode ter ocorrido por uma mudança de estratégias da forragem durante a falta de água, a planta prioriza um maior perfilhamento uma vez que seu crescimento diminui pela falta de água (TORRES et al., 2016). Esta explicação pode ser corroborada pelos resultados obtidos nos parâmetros: Tamanho final do colmo e tamanho final da folha, que apresentaram maiores valores no primeiro ciclo produtivo (ciclo chuvoso), isso pode ter ocorrido pelo fato de que, durante o período seco e transição, ocorreu a priorização da forragem para um maior perfilhamento, e com a retomada das águas não foi possível verificar essa retomada significativa de crescimento destas variáveis.

A inexpressividade ligada não resposta do crescimento do capim associadas as doses de P pode estar ligada a formação de P lábil e não-lábil. A formação de complexos associados entre carbonato e hidróxido de cálcio, magnésio, ferro e alumínio pode ter favorecido a formação fosfato ligados a estes elementos. Souza et al., (2007) estima que cerca de 80% do P oriundo de adubações minerais forme o P lábil logo após os primeiros minutos de contato do P com solos do cerrado e na Amazônia. Novais; Smyth, (1999) ressaltam que nos solos tropicais, a influência do intemperismo pode favorecer a atuação do solo como um dreno, fazendo-se

necessário o uso de doses de P mais elevadas, para que esta necessidade do solo não interfira no P disponível. Florentino et al., (2018), testando o impacto de doses de P no capim Mombaça na Amazônia ocidental, averiguou desafios e problemas em relação a formação de P lábil e não-lábil, toda via, concluiu que a adubação fosfatada é essencial para boas produtividades deste capim na região.

Segundo Oliveira et al., (2014) quando acontece a dissolução do fertilizante fosfatado no solo ocorre uma serie de reações relacionadas a precipitação e adsorção específicas para o P, onde o pH tem influência direta. Para o autor, em solos muito ácidos, predominam ligações do P com Al e Fe e em solos que possuem a pH mais elevada esta precipitação ocorre com o Ca.

O procedimento de calagem corrige problemas provocados por estes elementos e eleva o pH do solo, favorecendo a precipitação do Fe e do Al através da produção de hidroxilas, que geralmente evita com que tanto Fe quanto Al se liguem ao P. Contudo, alguns polímeros recém formados entre hidroxila e Al possuem afinidade e também podem se ligar ao P, o que o indisponibiliza momentaneamente o P (HANYIS, 1984).

Essa precipitação entre o P e Al é a que mais pode representar o P lábil nos solos brasileiros, uma vez que este P se caracteriza pelo retorno ao solo (NOVAIS; SMYTH, 1999; SOUZA et al., 2007). Para Souza et al., (2007) esta forma de P lábil proveniente da ligação com o Al é a que mais contribui com a liberação gradativa a longo prazo no decorrer dos anos.

Solos amazônicos e do serrado são conhecidos por seu comportamento drenado, movendo para a fração lábil e posteriormente não-lábil o fósforo solúvel. Este fator drenado do solo da região pode ser explicado pelo alto grau de intemperismo.

O intemperismo pode ser definido como a quebra/decomposição da rocha que deu origem a este solo e pode ser provocada e/ou atenuado por: grandes quantidades de água, clima úmido ou com grande variação de temperatura e fatores biológicos como a decomposição da matéria orgânica (MODENESI; TOLEDO, 1993). Estes fatores são encontrados em larga escala na região Amazônica, o que provoca gradativamente o intemperismo e favorece a liberação de óxidos de Fe e Al.

Este processo de adsorção aos oxihidróxidos de Fe e Al acontece no solo em sítios ácidos, neste processo, agrupamentos de OH e OH₂⁺ que tem ligações mono e tricordenadamente ao metal Fe e/ou Al são substituídos pelo fosfato, este procedimento faz com

que o P fique pouco retornável ao solo na forma de P não lábio, onde tanto o P em solução quanto o P lábio podem acabar se transformando em P não lábio (SANTOS et, al., 2008). Para Santos et, al., (2008), nos solos de região tropical, esta ligação do P ocorre principalmente com óxidos cristalizados e calunita.

Solos com estado avançado de intemperismo apresentam alta eletropositividade e adsorção aniônica para elementos como os fosfatos, geralmente, estes solos atuam como dreno de P (NOVAIS et, al., 1998). Para Conte et, al., (2003) estes solos respondem a aplicação de grandes quantidades de adubos fosfatada, contudo, está pratica em larga escala pode se tornar economicamente inviável.

Característica na região, a floresta é a principal responsável pela disponibilização de nutrientes nos solos amazônicos, a ciclagem de nutrientes através da decomposição da matéria orgânica é o principal meio para este fim. A decomposição da matéria orgânica forma uma fina camada de nutrientes que associados a temperaturas elevadas com altos índices de chuva torna o ecossistema ideal para a fauna e flora (YADA et, al., 2015).

De maneira geral, o P de solos sob florestas fica na camada superficial do solo e é altamente dependente desta ciclagem (VALE et, al., 2011), uma vez que a floresta é retirada, o solo perde esta fina camada de nutrientes e fica mais exposta a influência das chuvas e de altas temperaturas, o que favorece ainda mais o desequilíbrio do P no solo e consequentemente a formação do P não lábil proveniente do P inorgânico da adubação.

Os parâmetros de produção de biomassa também seguiram estes o padrão identificado nos parâmetros anteriores, sem diferença ($P > 0,05$) para as doses de P sendo identificado apenas efeito para o período do ano em que cada ciclo se encontra. Os resultados referentes a estes parâmetros estão apresentados na tabela 3.

Tabela 5 - Médias para a produção de biomassa do capim-mombaça submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.

Época do ano	Sem aplicação de lithothanium			Com aplicação de lithothanium			Média	EPM	P-valor
	60	80	100	60	80	100			
Produção de folhas (g de MS canteiro⁻¹)									
Chuvoso	25,83	21,41	33,64	22,36	21,11	27,54	25,31 B	1,066	Lithothanium = 0,4184 Doses de P ₂ O ₅ = 0,2310 ciclos = 0,0224 Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,9360 Lithot. x ciclos = 0,5456 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,3837 Lith. x D. P x ciclos= 0,9584
Transição chuvoso-seco	32,16	30,32	42,85	36,09	24,58	51,18	36,20 A		
Seco	39,44	35,94	38,37	32,63	28,66	30,60	34,27 A		
Transição seco – chuvoso	30,82	27,91	37,12	29,67	23,86	34,21	30,53 AB		
Média doses de P ₂ O ₅	30,82	27,40	37,12	28,54	23,86	34,21			
Média lithothanium		31,78			28,87				
Produção de colmo + bainha (g de MS canteiro⁻¹)									
Chuvoso	0,67	0,14	1,75	0,31	1,42	0,33	0,77 B	0,1221	Litho.= 0,8949 D. de P ₂ O ₅ = 0,6101 ciclos = 0,0135 Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,7536 Lithot. x ciclos = 0,1036 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,8950 Lith. x D. P x ciclos= 0,9040
Transição chuvoso-seco	2,18	0,03	1,93	1,63	5,57	1,67	2,17 A		
Seco	2,93	1,90	3,60	1,90	1,83	1,93	2,35 A		
Transição seco – chuvoso	0,87	0,44	1,49	0,78	0,34	1,29	0,87 AB		
Média doses de P ₂ O ₅	1,47	0,53	2,10	0,98	2,12	1,11			
Média lithothanium		1,37			1,40				
Produção de material morto + senescente (g de MS canteiro⁻¹)									
Chuvoso	1,15	0,77	1,80	1,78	1,22	1,11	1,30 B	0,1245	Litho. = 0,4334 D. de P ₂ O ₅ = 0,1882 ciclos = 0,0105 Litho. x D. de P ₂ O ₅ = 0,3413 Litho.x ciclos = 0,9420 D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,1721 Lith. x D. P x ciclos= 0,7671
Transição chuvoso-seco	1,74	2,20	4,19	2,80	2,46	4,21	2,94 A		
Seco	1,74	0,85	2,60	1,82	1,69	2,94	1,94 B		
Transição seco – chuvoso	1,44	1,26	2,60	2,22	1,64	2,34	1,92 B		
Média doses de P ₂ O ₅	1,44	1,17	2,60	2,08	1,65	2,34			
Média lithothanium		1,74			2,02				

Tabela 6 - Continuação. Médias para a produção de biomassa do capim-mombaça submetido a doses de fósforo, aplicação ou não de lithothanium nos diferentes períodos do ano.

Época do ano	Sem aplicação de lithothanium			Com aplicação de lithothanium			Média	EPM	P-valor
	60	80	100	60	80	100			
Produção de matéria seca (kg ha ⁻¹)									
Chuvoso	1106,2	892,6	1487,4	977,9	950,22	1158,9	1095,6	46,262	Lithothanium = 0,5058
Transição chuvoso-seco	1443,4	1302,1	1959,1	1621,1	1304,6	2282,6	1652,2		Doses de P ₂ O ₅ = 0,2138
Seco	1764,4	1547,5	1783,0	1454,1	1287,5	1418,6	1542,5		ciclos = 0,0090
Transição seco – chuvoso	1325,3	1184,4	1648,6	1290,7	1034,2	1513,9	1332,9		Litho. x Doses de P ₂ O ₅ =
Média doses de P ₂ O ₅	1349,1	1163,9	1673,1	1264,3	1105,4	1506,6			0,8193
Média lithothanium		1395,4				1292,1			Litho. x ciclos = 0,3941
								D. de P ₂ O ₅ x ciclos = 0,3933	
								Lith. x D. P x ciclos= 0,9364	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para os parâmetros Produção de folhas, Produção de colmo + bainha, Produção de material morto + senescente e Produção de matéria seca estão dentro da normalidade encontrada por Florentino et, al., (2018), que estudando o efeito de doses de P na produção do capim Mombaça na Amazônia ocidental constatou a grande influência da formação do P lábil e não lábio sobre a disponibilização deste nutriente a forragem. Uma solução apresentada pelo o autor seria o suprimento antecipado da demanda que o solo poderá exigir de P para que o excedente possa suprir as necessidades da forragem, simplificando, a utilização de doses mais elevadas pode resolver parcialmente este empecilho.

Houve maiores valores de produção de colmo e matéria morta no período de transição chuva seco, isso ocorre devido a mudança de estratégia por parte das espécies forrageiras onde devido à pouca quantidade de água presente nestes períodos priorizou um maior perfilhamento, e como os ciclos produtivas referente a este período foi prolongado devido a estiagem, o aumento da matéria senescência justificasse devido a maior quantidades de dias deste ciclo para todos as parcelas.

Como já dissertado, ao final do experimento foi realizado a amostragem de solo para envio ao laboratório para o acompanhamento da qualidade química do solo. Os resultados referentes aos atributos químicos do solo no qual os tratamentos foram implantados estão disponíveis na tabela 4.

Tabela 7 - Atributos químicos do solo na camada de 0 – 0,2m antes e ao final do experimento para as respectivas parcelas que receberam fontes de corretivos e doses de fósforo.

Tipo de corretivo	Dose P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	Ca	Mg	Al	H + Al	K	P	pH	V%
		cmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³		
Análise 1 ano antes		1,60	0,50	0,10	2,75	0,38	2,50	4,70*	43,50
Testemunha (sem Lithothamnium)	60	0,90	0,20	0,30	2,25	0,10	5,00	4,20**	32,00
	80	0,55	0,20	0,30	2,30	0,10	5,00	4,25**	27,00
	100	0,70	0,20	0,20	2,80	0,10	5,00	4,30**	26,00
Lithothamnium	60	2,60	0,50	0,00	2,20	0,12	3,00	5,10**	60,00
	80	0,85	0,25	0,15	2,15	0,10	5,00	4,50**	33,50
	100	1,10	0,30	0,00	2,40	0,14	7,00	4,60**	39,00

**pH CaCl₂; V% = saturação por bases = SB/T *100 Cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio (Al); hidrogênio mais alumínio (H+Al); potássio (K); fósforo (P) (Mehlich I); cloreto de cálcio (CaCl₂)

Quando observado os valores do parâmetro pH, podemos averiguar que houve uma queda neste atributo químico para os tratamentos que não receberam a aplicação do lithothamnium, enquanto os que receberam o produto se mantiveram próximo do que estava, tendo uma elevação no tratamento de 60 kg de P₂O₅ que recebeu a aplicação onde o seu valor subiu de 4.70 para 5.10. Esse ocorre pois o lithothamnium possui características de um corretivo da acidez do solo (DIAS, 2000).

Já observando a concentração de P, podemos constatar que houve um aumento de 2 mg dm⁻³ para 5 mg dm⁻³ em quase todos os tratamentos, onde praticamente a mesma concentração de P mg dm⁻³ foi observada para quase todos os tratamentos. De maneira geral, era de se esperar que os tratamentos que tiveram doses mais elevadas apresentassem maiores concentrações de P, toda via, o que foi encontrado foi semelhante em quase todos os tratamentos 5 mg dcm³. Isso nos permite aferir que apesar da exportação do P pela forragem houve a formação de P lábil e não lábil, onde o solo mobilizou o P e possivelmente iria libera-lo gradativamente no decorrer dos anos.

Notasse que as parcelas experimentais que receberam a aplicação de lithothamnium mantiveram seus índices de Ca e Mg e reduziram consideravelmente a presença do Al. Isso pode ser explicado pela habilidade da alga em acumular em sua parede celular grandes concentrações de Ca e Mg, onde estes elementos acabaram sendo disponibilizados aos tratamentos que receberam o produto.

Já quando analisado o Al, percebemos um aumento expressivo nas parcelas sem lithothamnium, porém, as parcelas que receberam houve uma diminuição ou pouco acréscimo nos valores de Al que se encontrava. Novamente este resultado nos remete ao papel do lithothamnium como um corretivo de acidez do solo e neutralizador de elementos tóxicos.

7 CONCLUSÃO

A aplicação de lithothamnium não influenciou o efeito das doses 60, 80 e 100 kg de P₂O₅ nos parâmetros morfogênicos, estruturais e produtivos do capim Mombaça. Fatores como a formação do P lábil e não lábil influenciaram sobre a atuação das doses de P e conseqüentemente a atuação do produto, fazendo-se necessário mais estudos com doses mais elevadas.

Houve efeito dos diferentes períodos climáticos sobre a produção do capim Mombaça, com menores produtividades nos períodos de estiagem, e picos altos de produção durante o período chuvoso, todavia, não foi possível correlacionar estes resultados a utilização do lithothamnium. O lithothamnium no solo manteve os índices de Ca e Mg, diminuiu a presença do Al e conseguiu manter a variação da acidez no solo.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim-mombaça mantido sob deferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p. 59-71 2011.
- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim-mombaça mantido sob deferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p. 59-71 2011.
- ARAÚJO, M. D., SOUZA, H. A. D., BENITES, V. M., POMPEU, R. C., NATALE, W., & LEITE, L. F. Organomineral phosphate fertilization in millet in sandy soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 24, 694-699. 2020.
- BONELLI, E. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. E.; CAMPOS, J. J.; SCARAMUZZA, W. L.; POLIZEL, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 3, p. 1-14, 2011.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 686p, 2013.
- CAETANO, J. O., BENITES, V. D. M., SILVA, G. P., SILVA, I. R. D., ASSIS, R. L. D., & CARGNELUTTI FILHO, A. Dinâmica da matéria orgânica de um Neossolo Quartzarênico de Cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, 1245-1255. 2013.
- CAMPOS, L.P.; LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; IWATA, B.F. & NÓBREGA, J.C.A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, 46:1681-1689, 2011.
- CASAGRANDE, D. R., RUGGIERI, A. C., JANUSCKIEWICZ, E. R., GOMIDE, J. A., REIS, R. A., & VALENTE, A. L. D. S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010.
- CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma Continental: A última fronteira da mineração brasileira**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 23p, 2011.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. Frações de fósforo acumuladas em Latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 893-900, 2003.

CORRÊA, L. de A.; POTT, E. B. Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiaria e Cynodon. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINARIO DE PASTURAS Y SUPLEMENTACION ESTRATEGICAS EN GANADO BOVINO, 3., 2001, Assucion. Assucion: Facultad de Ciencias Veterinarias, 2001. p. 1-15., 2003.

COSTA, A. C.C.; JOSÉ DARLAN RAMOS, D. R.; SILVA, F. O. R; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A, Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaia Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

COSTA, A. C.C.; JOSÉ DARLAN RAMOS, D. R.; SILVA, F. O. R; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A, Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaia Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.

CRAVO, M. S.; VIEGAS, ISMAEL J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007, 262p.

DAVIS, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (Eds.). Sward measurement handbook. 2.ed. Reading: **British Grassland Society**, 1993. p.183-216, 1993.

DE SOUSA, D. M. G.; DE MIRANDA, L. N.; DE OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. 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: SBCS, p. 206-2682007..

DIAS, C.T.M. Granulados Bioclásticos - **Algas Calcárias**. **Brazilian Journal of Geophysics**, v.8, p.307-318, 2000.

EMBRAPA. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2020.

EVANGELISTA, W. P; ANDRÉ, R. M. DE SÁ; JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; WILSON, M. L.; SOUZA, J. L. M, Irrigation and lithothamnium fertilization in bell pepper cultivated in organic system, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina grande, v. 20, n 9, p830-835, 2016.

EVANGELISTA, W. P.; ANDRÉ, R. M. DE SÁ; JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; WILSON, M. L.; SOUZA, J. L. M, Irrigation and lithothamnium fertilization in bell pepper cultivated in organic system, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina grande, v. 20, n 9, p830-835, 2016.

GUEDES, E. M. S., FERNANDES, A. R., DO VALLE LIMA, E., GAMA, M. A. P., & DA SILVA, A. L. P. Fosfato natural de Arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizanta* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 52, n. 1, p. 117-129, 2009.

HAYNES, R. J. Lime and phosphate in the soil-plant system. **Advances in agronomy**, v. 37, p. 249-315, 1984.

JÚNIOR, J. F. V.; DE SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R.; & DE SOUZA CRUZ, D. L. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ mbiente On-line**, 5(2), 158-165, 2011.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.). *The ecology and management of grazing system*. Wallingford, UK: **Cab International**, p. 3-36, 1996.

LIMA, D. V. E., DE MARIA, B. G. **Pastagem cultivada**. In: EMBRAPA. *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. Embrapa Amazônia Oriental-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020.

MACHADO, D. F. S. P., LAGÔA, A. M. M. A., RIBEIRO, R. V., MARCHIORI, P. E. R., MACHADO, R. S., & MACHADO, E. C. Baixa temperatura noturna e deficiência hídrica na fotossíntese de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48, 487-495. 2013.

MELO, M. P., LIMA, R. C. P, FREITAS, G. A., LIMA, S. O fontes e doses de fósforo na produção do capim panicum cv. maximum massai. **Tecnol. E Agropec.** V. 12, n.2, p 25 – 35, 2018.

MEZZALIRA J. C., CARVALHO P.C.F., FONSECA L., BREMM C., CANGIANO C., GONDA H.L. and LACA E.A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, 2014.

MEZZALIRA J. C., CARVALHO P.C.F., FONSECA L., BREMM C., CANGIANO C., GONDA H.L. and LACA E.A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*, 153, 1-9, 2014.

MODENESI, M. C., & DE TOLEDO, M. C. M. Maria Cristina Motta. Morfogênese quaternária e intemperismo: colúvios do Planalto do Itatiaia. **Revista do Instituto Geológico**, v. 14, n. 1, p. 45-53, 1993.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG (Brasil). Dept. de Solos, 1999.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p. 471-537. 2007.

NOVAIS, RF de; SMYTH, T. Jot. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG (Brasil). Dept. de Solos, 1999.

OLIVEIRA, J. P. M. D., ERNANI, P. R., GATIBONI, L. C., & PEGORARO, A. Alterações químicas e avaliação de P disponível na região adjacente aos grânulos de superfosfato triplo e diamônio fosfato em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1526-1536, 2014.

OLIVEIRA, L. B. D., TIECHER, T., QUADROS, F. L. F. D., TRINDADE, J. P. P., GATIBONI, L. C., BRUNETTO, G., & SANTOS, D. R. D. Formas de fósforo no solo sob pastagens naturais submetidas à adição de fosfatos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 867-878, 2014.

PACHECO, T. V. S. S., SOUSA, L. F., SANTOS, A. C. D., SANTOS, J. G. D. D., DIM, V. P., SILVA, H. M. S. D., & PACHECO, W. F. Phosphorus fertilization in the implantation of a

silvopastoral system: morphogenic and structural characteristics of Mombaça grass. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 22, 2021.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. Mixed-effects models in S and S-PLUS. **New York: Springer-Verlag**, 528p. 2000.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. Mixed-effects models in S and S-PLUS. New York: Springer-Verlag, 528p. 2000.

PORTZ, A., MARTINS, C. A. C., SILVA, G. L. S, ZOTA, E. **Crescimento de capim Mombaça com aplicação de calcário e gesso em um Argissolo sul fluminense**. In: Congresso Brasileiro de Ciências do solo, Natal-Rio Grande do Norte, 2015.

Quesada, C. A., Phillips, O. L., Schwarz, M., Czimczik, C. I., Baker, T. R., Patiño, S., Fyllas, N. M., Hodnett, M. G., Herrera, R., Almeida, S. Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate, *Biogeosciences*, 9, 2203–2246, <https://doi.org/10.5194/bg-9-2203-2012>, 2012.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R **Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2020.

R CORE TEAM. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R **Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. ISBN 3-900051-13-5, URL <http://www.R-project.org/> 2020.

R CORE TEAM. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-13-5, URL <http://www.R-project.org/> 2020

RAYMUNDO, V.; NEVES, A. M.; S. N. CARDOSO, M. S. N.; IZAIAS S. BREGONCI, I. S.; LIMA, S. S. J.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.47–53, 2013.

RAYMUNDO, V.; NEVES, A. M.; S. N. CARDOSO, M. S. N.; IZAIAS S. BREGONCI, I. S.; LIMA, S. S. J.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.17, n.1, p.47–53, 2013.

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

SILVA, S. C. D., BUENO, A. A. D. O., CARNEVALLI, R. A., UEBELE, M. C., BUENO, F. O., HODGSON, J., ... & MORAIS, J. P. G. D. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.

SOUSA, D. M. G.; DE MIRANDA, L. N.; DE OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. 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: SBCS, p. 206-268. 2007.

SOUSA, S. B. D., DA SILVA, S. D. D., ALMEIDA DE ARAUJO, A. M., DOS SANTOS, L. B., DIAS, Z. D. S., & SILVA, M. O. D. A Resposta Do Capim-Mombaça Submetido A Doses Crescentes De Fósforo No Extremo Norte Do Tocantins. In: **9ª Jice-Jornada De Iniciação Científica E Extensão**. 2018.

SOUZA JÚNIOR, R. F. D., OLIVEIRA, F. H. T. D., SANTOS, H. C., FREIRE, F. J., & ARRUDA, J. A. D. Frações de fósforo inorgânico do solo e suas correlações com o fósforo quantificado por extratores e pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2012.

SOUZA JÚNIOR, R. F. D., OLIVEIRA, F. H. T. D., SANTOS, H. C., FREIRE, F. J., & ARRUDA, J. A. D. Frações de fósforo inorgânico do solo e suas correlações com o fósforo quantificado por extratores e pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 159-170. 2012.

SOUZA, R. F. D., FAQUIN, V., ANDRADE, A. T. D., & TORRES, P. R. F. Formas de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1535-1544, 2007.

TORRES, F. E., TEODORO, P. E., RIBEIRO, L. P., DE OLIVEIRA, E. P., DE OLIVEIRA, M. V. M., DA SILVA JUNIOR, C. A., & CORRÊA, C. C. G. Doses of phosphorus on initial development and forage production of cultivars of *Panicum maximum*. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 6, 2016.

YADA, M. M., MINGOTTE, F. L. C., MELO, W. J. D., MELO, G. P. D., MELO, V. P. D., LONGO, R. M., & RIBEIRO, A. Í. Atributos químicos e bioquímicos em solos degradados por

mineração de estanho e em fase de recuperação em ecossistema amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 714-724, 2015.

1