



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

PATRÍCIA KALINE DA SILVA SANTOS

**FONTES DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO NA CARACTERIZAÇÃO DE
Megathyrus maximum Jacq. cv. Mombaça**

**PARAUPEBAS
2020**

PATRÍCIA KALINE DA SILVA SANTOS

FONTES DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO NA CARACTERIZAÇÃO DE
Megathyrus maximum Jacq. cv. Mombaça

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura.

Coorientadores: Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto e Dr. José Anchieta de Araujo.

PARAUPEBAS
2020

Santos, Patrícia Kaline da Silva
Fontes de corretivos da acidez do solo na caracterização de *Megathyr-
sus maximum Jacq. Cv. Mombaça* / Patrícia Kaline da Silva Santos - Parau-
apebas, 2020.

32 f.:Il.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós- graduação em Produção
Animal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauape-
bas, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura.

1. Algas marinhas 2. Correção do solo 3. Pastagem 4 . Mombaça I.
Okumura, Ricardo Shigueru (orient.) II. Título.

PATRÍCIA KALINE DA SILVA SANTOS

FONTES DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO NA CARACTERIZAÇÃO DE
Megathyrus maximum Jacq. cv. Mombaça

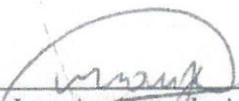
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia: área de concentração Tecnologia na Produção Animal, para obtenção do título de Mestra.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura.

Coorientadores: Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto e Dr. José Anchieta de Araujo

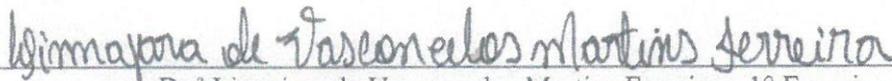
_____ em ____ de _____ de 2020

BANCA EXAMINADORA



Dr. José Anchieta de Araujo - Coorientador

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA



Dr.^a Linnajara de Vasconcelos Martins Ferreira – 1º Examinador

INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ - IFPA Campus Rural de Marabá



Dr. Raphael Pavesi Araujo – 2º Examinador

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS –
IFTO



Dr.^a Tatiane Beloni Alonso – 3º Examinador

UNIVERSIDADE DE CUIABÁ - UNIC Grupo Kroton Educacional em Rondonópolis

AGRADECIMENTOS

A Deus por todo o amor por mim e por ter me dado força e coragem.

A minha mãe que sempre me apoiou e incentivou, e a toda minha família por todo cuidado e carinho comigo. Amo cada um de vocês.

Ao professor Ricardo Okumura por ter aceitado me orientar mesmo sabendo das minhas dificuldades, sempre esteve disposto a me ajudar. Obrigada pela amizade, por me apoiar e me aconselhar.

Ao professor Eduardo Lucas que exerceu essa missão de orientação com toda maestria, excelente profissional. Obrigada pela amizade, por contribuir com meu desenvolvimento profissional desde a graduação. Sou muito grata a você, pois sem seu apoio não teria conseguido.

Ao professor José Anchieta, grande amigo e que nunca deixou de me orientar, pois desde a graduação pude contar com seu apoio. Obrigada por tudo.

Ao meu noivo Romero Kadran. Obrigada por suportar meus momentos de crise durante esta jornada (que não foram poucos), saiba que seu apoio foi fundamental para eu chegar até aqui, obrigada, também por me incentivar e acreditar em mim.

Ao meu grande amigo e irmão do mestrado James Luan que nunca me abandonou durante essa batalha, sempre disposto a ajudar. Obrigada por acordar cedo todos os sábados para me ajudar na coleta dos dados.

Aos membros da banca examinadora, professores Linnajara, Tatiane e Raphael que gentilmente aceitaram participar e colaborar com essa dissertação.

Ao meu amigo Themysthocles pelas orientações, apoio e amizade.

Aos amigos que o mestrado me deu em especial Natália, Damasceno, Fladiane e Dayana À Edina que me recebeu tão bem em sua casa quando eu precisei está em parauapebas, sempre gentil e amiga. Obrigada!

Ao Gepefor que me acolheu e pela ajuda na coleta dos dados, em especial Adriano e Felipe.

As minhas amigas Dany, Suelen, Lorrana e Caline pela disposição em me ajudar.

Aos amigos do trabalho Manoel Ênio, Idelma e toda galera do Gabinete. Deixo aqui minha gratidão a cada um de vocês.

À Unifesspa e a Ufra pela minha formação, bem como todos os professores e amigos que tive a honra de conhecer.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu conseguisse concluir essa etapa. Muito obrigada a todos!

SUMÁRIO

RESUMO

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.1	Revisão de literatura.....	9
1.1.1.	<i>Megathyrus maximum</i> cv. Mombaça	9
1.1.2.	Acidez dos solos	10
1.1.3.	Alga <i>Lithothamnium calcareum</i>	12
1.1.4.	Obtenção, registro e composição química da Alga <i>Lithothamnium calcareum</i> .	13
	REFERÊNCIA	15
2.	FONTES DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO NA CARACTERIZAÇÃO DE <i>Megathyrus maximum</i> jacq. cv. Mombaça.....	19
2.1	Introdução.....	19
2.2	Material e métodos.....	20
2.2.1	Local e período experimental	20
2.2.2	Delineamento experimental e tratamentos	20
2.2.3	Instalação e condução do experimento	21
2.2.4	Estrutura e morfogênese.....	22
2.2.5	Produção de biomassa seca	23
2.2.6	Análise estatística	23
2.3	Resultados e Discussão.....	23
2.4	Conclusão	28
	REFERÊNCIAS.....	29

RESUMO

Os solos brasileiros são em grande parte ácidos, dificultando a produtividade das culturas e por isso necessitam de correção. O calcário é o corretivo mais utilizado na correção da acidez dos solos, entretanto, apresenta baixa solubilidade, uma alternativa é o uso da alga marinha *Lithothamnium calcareum* por possuir maior solubilidade e reatividade no solo. Assim, objetivou-se avaliar duas fontes de corretivos (calcário e *L. calcareum*) associado a níveis de saturação por base sobre os parâmetros estruturais, morfogênicos e produtivos do capim *Megathyrsus maximum* Jacq. cv. Mombaça (Syn. *Panicum*). O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa, no município de Marabá-PA, no período de agosto de 2019 a janeiro de 2020, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, constituídos de quatro níveis de saturação por bases (V% = 36, 45, 60, 75) e duas fontes de corretivos da acidez do solo (calcário e *L. calcareum*), com quatro repetições. A cada sete dias foram realizadas as avaliações das características estruturais (número e comprimento das folhas, colmo e perfilhos) do Mombaça e quando a altura média das plantas dos tratamentos atingiram 0,70 m foi realizado os cortes, análise de morfogênese e produção de matéria seca. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de tukey a 5% de probabilidade e conduzido o desdobramento das interações quando houve significância. Só houve interação entre fonte e níveis de SB para o número de perfilhos e na saturação de bases de 75% o calcário teve maior quantidade de perfilhos, houve efeito significativos dos níveis na produção de folhas, colmo e relação folha/colmo, ajustando-se equação quadrática, tendo como pontos de máxima e mínima valores próximos a 50%. As fontes tiveram resultados semelhantes, entretanto, sugere-se que o *L. calcareum* apresente maior reatividade, pois foi aplicado ao solo trinta dias após o calcário. A ausência de diferença provavelmente ocorreu devido ao efeito antagônico do cobre e ferro presente no solo, tempo insuficiente de reação do calcário e desequilíbrio de nutrientes causado pelo baixo teor de magnésio no *L. calcareum*, dessa forma, conclui-se que o *L. calcareum* e o calcário apresentam efeitos semelhantes na caracterização do Mombaça e a saturação de bases mínima exigida para o Mombaça é de 50%.

Palavras – chaves: Algas marinhas. Correção do solo. Pastagem.

ABSTRACT

Brazilian soils are largely acidic, hindering crop productivity and therefore require correction. Limestone is the most used corrective to correct soil acidity, however, it has low solubility, an alternative is the use of seaweed *Lithothamnium calcareum* because it has greater solubility and reactivity in the soil. Thus, the objective was to evaluate two sources of correctives (limestone and *L. calcareum*) associated with saturation levels based on the structural, morphogenic and productive parameters of *Megathyrsus maximum* Jacq grass. cv. Mombaça (Syn. *Panicum*). The experiment was conducted in the greenhouse of the Federal University of the South and Southeast of Pará - Unifesspa, in the municipality of Marabá-PA, from August 2019 to January 2020, using a completely randomized design, in a 4x2 factorial scheme, consisting of - four levels of base saturation ($V\% = 36, 45, 60, 75$) and two sources of soil acidity corrective agents (limestone and *L. calcareum*), with four repetitions. The structural characteristics (number and length of leaves, stalk and tillers) of the Mombaça were carried out every seven days and when the average plant height of the treatments reached 0.70 m, the cuts, morphogenesis analysis and matter production were performed dry. The data were submitted to analysis of variance and tukey test at 5% probability and the unfolding of interactions was conducted when there was significance. There was only interaction between source and levels for the number of tillers and at base saturation of 75% the limestone had a higher amount of tillers, there was a significant effect of levels on leaf production, stem and leaf / stem ratio, adjusting the quadratic equation, having as points of maximum and minimum values close to 50%. The sources had similar results, however, it is suggested that *L. calcareum* presents greater reactivity, as it was applied to the soil thirty days after the limestone. The absence of difference probably occurred due to the antagonistic effect of copper and iron present in the soil, insufficient limestone reaction time and nutrient de-balance caused by the low magnesium content in *L. calcareum*, thus, it is concluded that *L. calcareum* and limestone have similar effects on the characterization of Mombaça and the minimum base saturation required for Mombaça is 50%.

Keywords: Seaweed. Soil correction. Pasture

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A região amazônica representa em torno de 40% da área de floresta tropical do mundo, ocupa maior parte do território brasileiro, possui grande diversidade ecológica com diversos tipos de vegetação e habitat onde seu equilíbrio depende do clima, qualidade da água, solo, ciclagem de nutrientes e outras condições ambientais (ANJOS; PEREIRA, 2014).

Os solos dessa região são naturalmente heterogêneos devido à diferença na composição do material de origem e aos processos pedogenéticos que atuaram em sua formação resultando em alterações nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos (LIMA et al., 2006; QUESADA et al., 2009). Neste ecossistema predominam os Latossolos Amarelos e Argissolos, que se caracterizam por serem profundos, com baixa fertilidade natural e elevada acidez (RODRIGUES, 1996; VIEIRA; SANTOS, 1987).

Contudo, a exploração de plantas forrageiras em solos tropicais, a ausência de correção dos solos e reposição de nutrientes promovem a diminuição da produtividade em decorrência do aumento da acidez do solo, toxidez de alumínio, manganês e baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio (RAO; AYARZA; GARCIA, 1995).

Portanto, a utilização de práticas adequadas de manejo, como a correção da acidez do solo, faz-se necessário para o melhor desenvolvimento da forrageira. Entretanto, é necessário buscar alternativas ao uso do calcário convencional, uma vez que tem a eficiência limitada a profundidade da incorporação, apresenta baixa solubilidade e é necessário de dois a três meses para a máxima reação do solo. O *Lithothamnium* é fonte de macro e micronutrientes e apresenta-se como uma alternativa para a correção dos solos devido a maior solubilidade e reatividade quando comparado ao calcário (LIMA et al., 2002; MELO; MOURA, 2009).

Em suma, o solo que apresente condições física, química e biológica satisfatórias ao desenvolvimento das plantas torna-se fundamental ao sistema produtivo, principalmente no estado do Pará por estar situado no bioma amazônico, com ocorrência de altas precipitações (valores médios de 1800 mm por ano) o que promove a lixiviação das bases e acidez nos solos, sendo necessário a adoção de corretivos que elevem o pH de forma a proporcionar um ambiente no solo favorável a absorção dos nutrientes pelas plantas, tornando a atividade rural economicamente viável e sustentável.

Neste contexto, objetivou-se avaliar duas fontes de corretivos (calcário e *L. calcareum*) associado a níveis de saturação por base sobre os parâmetros estruturais, morfogênicos e produtivos do capim *Megathyrsus maximum* Jacq. cv. Mombaça (Syn. *Panicum maximum*).

1.1 Revisão de literatura

1.1.1. *Megathyrus maximum* cv. Mombaça

Dentre as espécies utilizadas na formação de pastagens no Brasil, destaca-se o *Megathyrus maximum* cv. Mombaça em virtude da alta capacidade produtividade de forragem (produz anualmente em torno de 33 t ha⁻¹ de matéria seca), ótimo valor nutritivo, facilidade de estabelecimento e boa aceitabilidade, principalmente por bovinos (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010; GALINDO et al., 2017)

O Mombaça foi lançado comercialmente no ano de 1993 pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) da EMBRAPA (SANTOS; CORSI; BALSALOBRE, 1999). É uma planta tolerante a seca, resistente à cigarrinhas-das-pastagens e que pode ser utilizada para pastejo e silagem (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010). Apresenta crescimento cespitoso, porte alto com altura média de 1,7 m; as folhas apresentam poucos pêlos e são longas, largas (em torno de 3,0 cm) e quebradiças e os colmos são glabros, sem cerosidade e levemente arroxeados (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

O Mombaça é mais produtivo em solos com faixa de pH adequada, de textura média a argilosa e com fertilidade média a alta (REIS; BERNARDES; SIQUEIRA, 2014). Almeida, Monteiro e Jank (2000) avaliando a influência do alumínio no crescimento radicular de 30 genótipos de *Megathyrus maximum* observaram que o comprimento das raízes foi inibido pela presença do alumínio para a maioria dos genótipos estudados, sendo os do Mombaça classificados como sensíveis (inibição do crescimento radicular maior que 40%) na dose de 24 mg L⁻¹ de Al em solução nutritiva e intermediário (Intermediário: inibição do sistema radicular entre 20 e 40%) na dose de 12 mg L⁻¹.

Ao avaliar a produtividade do Mombaça, Tanzânia e Milênio, Mesquita e Neres (2008) observaram que o Mombaça apresentou valor nutritivo superior (15,19%) as demais cultivares (14,59% e 14,22%) em relação a produção de proteína bruta.

Na avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo Euclides et al. (2008) observaram que os animais no pasto de capim mombaça ganharam mais peso (437 g/novilho.dia) que aqueles no pasto de capim massai (300 g/novilho.dia). Garcia et al. (2011) ao avaliarem desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capins elefante e mombaça durante três meses, observaram maior proporção de folhas (74,8%) e valor de proteína bruta (12,2%) para o Mombaça.

Estes resultados evidenciam o potencial do *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça em sistemas de produção animal, entretanto, ainda são escassas pesquisas sobre o potencial do mombaça na região norte do Brasil carecendo de estudos para determinar suas exigências ao manejo e fertilidade do solo, porém, Sousa (2019) trabalhando diferentes estratégias de manejo de adubação e desfolha para a cultivar mombaça na região sudeste do Pará, observou que o capim mombaça apresenta maior eficiência pela estratégia de 5ª aproximação aliada à altura de manejo de 70 cm de desfolha proporciona melhores valores para as taxas morfogênicas e aumenta a quantidade de ciclo produtivo.

1.1.2. Acidez dos solos

A acidez é considerada uma característica generalizada dos solos brasileiros, apresentando baixos valores de potencial Hidrogeniônico (pH), elevados teores de alumínio tóxico (Al^{3+}), deficiência de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}) e baixa capacidade de troca de cátions (CTC) (RONQUIM, 2010).

Os solos podem ser naturalmente ácidos devido o material de origem ser desprovido de bases ou devido a processos de formação do solo que favorecem a remoção dos elementos básicos, os quais são substituídos pelos cátions ácidos (H^{+} e Al^{3+}) no complexo de troca catiônica (ZIGLIO et al., 1999), podendo ainda, o solo, ter a acidez aumentada em virtude da adição de fertilizantes nitrogenados e em função da absorção pelas plantas dos cátions básicos (TROEH; THOMPSON, 2007). Desse modo, a produção de íons de hidrogênio (H^{+}) e a lixiviação dos cátions básicos (Ca, Mg, K) são os principais processos que promovem a acidificação dos solos (BRADY, WEIL, 2013).

Em regiões tropicais a acidez do solo está diretamente relacionada a quantidade de precipitação pluvial (BRADY; WEIL, 2013). Nessas regiões, os elementos alcalinos do solo são lixiviados das camadas superiores pelas águas das chuvas contendo dióxido de carbono (CO_2), ocasionando a ocupação dos colóides dos solos pelos íons de hidrogênio (RONQUIM, 2010).

A acidez do solo é dividida em acidez ativa e acidez potencial, a acidez ativa corresponde a parte do hidrogênio presente na solução do solo e pode ser expressa em valores de pH, quanto maior a atividade de hidrogênio na solução do solo, menor será o pH; a acidez potencial é a soma da acidez não trocável com a acidez trocável (EBELING et al., 2008). A acidez trocável refere-se à quantidade de Al^{3+} e H^{+} retidos nos colóides do solo e a acidez não trocável refere-se aos íons de hidrogênio ligados ao alumínio, ferro e compostos orgânicos (EBELING et al., 2008).

A acidez diminui a produtividade das culturas devido a menor disponibilidade de nutrientes, sendo necessário aumentar o pH do solo para a faixa de 5,5 a 6,5, considerada ideal em que a maioria dos nutrientes apresentam a máxima disponibilidade (BRADY; WEIL, 2013). Além disso, a acidez pode diminuir a população de microrganismo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e aumentar a solubilidade do alumínio e do manganês na solução do solo (FRANCHINI et al., 2001), tóxicos às plantas em condições elevadas (NOLLA; ANGHINONI, 2004).

Em solos com pH abaixo de 5,5 o alumínio modifica as propriedades da parede e da membrana celular das células das plantas inibindo a divisão celular, conseqüentemente, as raízes paralisam o crescimento e engrossam, limitando o processo de absorção de água e nutrientes em virtude do menor volume de solo explorado pelo sistema radicular (COELHO et al., 2015; KOCHIAN, 1995), uma prática comumente adotada na agricultura para evitar o estresse é a correção do solo.

Para a correção dos solos ácidos são utilizados produtos de reação básica, ou seja, substâncias que liberam hidroxilas (OH^-) na solução do solo capazes de neutralizar os prótons ácidos e que disponibilizem cálcio e magnésio às plantas (NOLLA; ANGHINONI, 2004; RONQUIN, 2010). A neutralização da acidez do solo ocorre pela dissolução do carbonato de cálcio e magnésio no solo, por meio da liberação de hidroxila e bicarbonato (LEPSCH, 2010; RAIJ, 1991).

Os insumos mais utilizados para correção de solos são os calcários agrícolas derivados das rochas calcárias e compostos, principalmente, por calcita (CaCO_3) e dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (BRADY; WEIL, 2013), caracterizado por ser um produto de baixa solubilidade e dependente da superfície de contato e da umidade do solo para reagir (RODRIGHERO; BARTH; CAIRES, 2015).

A correção do solo pode ser realizada superficial ou incorporada. Em sistemas implantados, geralmente, a aplicação é realizada em superfície sem incorporação, o que resulta no menor contato entre as partículas do solo e o corretivo de acidez, ocasionando uma menor eficiência nas camadas subsuperficiais do solo (NATALE et al., 2012), resultando na redução da eficiência produtiva das forrageiras em virtude da menor capacidade de correção do solo.

Ao avaliar a aplicação de calagem superficial e silicato nos atributos químicos do solo, Castro et al. (2016) observaram que a adição de calcário dolomítico e silicato de cálcio aumentaram o pH do solo na profundidade 0,05 e 0,1 m, respectivamente, 6 meses após a aplicação, e também após 12 meses nas camadas de 0,2 e 0,4 m. Até os 18 meses esses autores não encon-

traram efeito da calagem nas camadas mais profundas. Santana et al. (2010) observaram aumento de 75% na produção de matéria seca do capim Mombaça em função da correção da acidez do solo e fornecimento de cálcio e magnésio presente no corretivo.

Desse modo, a prática de correção da acidez promove melhoria nas condições dos cultivos, aumenta a eficiência dos fertilizantes e maior retorno econômico das adubações (SANTOS; PRIMAVESI; BERNNARDI, 2010), entretanto, o calcário apresenta baixa solubilidade. Uma alternativa para aumentar a eficiência da correção da acidez do solo seria a aplicação do *Lithothamnium calcareum* por apresentar maior solubilidade e reatividade no solo (LIMA et al., 2002; MELO; MOURA, 2009).

1.1.3. Alga *Lithothamnium calcareum*

Produto biológico derivado de algas marinhas vem sendo utilizado para correção dos solos em condições ácidas. Os granulados marinhos que se formam no fundo do oceano podem ser compostos por areias, cascalho litoclásticos, areias calcárias e algas calcárias. Os granulados constituídos por algas calcárias da família Corallinaceae (*maerl e Lithothamnium*) são denominados granulados bioclásticos marinhos (DIAS, 2000).

As algas calcárias do gênero *Lithothamnium* pertencem ao grupo das algas vermelhas e são considerados os organismos que mais acumulam carbonato de cálcio em seu interior, estima-se que 90% da biomassa é constituída por CaCO_3 (MELO; MOURA, 2009). Além do carbonato de cálcio e magnésio (MgCO_3), as algas apresentam quantidades variáveis de ferro (Fe), boro (B), potássio (K), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo), silício (Si), fósforo (P) e estrôncio (Sr) (CAVALCANTI, 2011).

As algas *L. calcareum* são fontes renováveis de macro e micronutrientes, por se desenvolverem naturalmente na presença de luz solar no ambiente marinho em profundidade de até 40 metros (MELO; MOURA, 2009), sendo encontradas na plataforma continental brasileira, desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul, com predominância nas regiões Norte, Nordeste e Leste, mais precisamente do rio Pará até as proximidades de Cabo Frio (CAVALCANTI, 2011).

No ambiente marinho, o processo de extração das algas pode ser realizado manualmente por mergulhadores ou de forma mecânica, com auxílio de navio aspirador, por sucção da alga calcificada acumulada em "ilhas de areia biodetrítica" (CARLOS et al., 2011). Após a coleta as algas são desidratadas, trituradas e moídas, com diversas utilizações, tais como na agricultura;

na complementação da nutrição animal; na potabilização de água; indústrias de cosméticos; e implantes em cirurgia óssea (DIAS, 2000).

Na agricultura são destinadas à produção de fertilizantes e corretivos, uma vez que o *L. calcareum* contribui para a correção da acidez, aumento da retenção de cátions e nutrientes no solo, potencializando a formação de húmus, desenvolvimento de microrganismo na rizosfera vegetal e crescimento das raízes das plantas (SOUZA et al., 2007).

Uma das características que contribui para a potencialização do desempenho do corretivo a base de *L. calcareum* no solo é a elevada porosidade das algas, promovendo maior capacidade de reação (DIAS, 2000).

A solubilidade de diversas fontes de cálcio foi avaliada por Melo et al. (2006), que observaram que a farinha de algas calcáreas *Lithothamnium* apresentou maior (28,7%) solubilidade que o calcário (19,4%). Já Melo e Neto (2003) estudando o efeito do *L. calcareum* nos atributos químicos relacionados à acidez do solo e como fonte de nutrientes para o feijoeiro, observaram que a dose de 7,89 t ha⁻¹ proporcionou aumento de 1,2 no pH do solo, elevou os teores de cálcio (Ca²⁺) de 12 para 59 mmol_c dm⁻³, a saturação por bases (V%) de 17 para 73% e reduziu a saturação por alumínio (m%) de 27% para 0%, e recomendaram a utilização do *L. calcareum* como corretivo.

Adicionalmente, Dias et al. (2000) destacam a alta disponibilidade de micronutrientes adsorvidos nas paredes celulares das algas que promovem enriquecimento do solo e são facilmente assimiláveis pelas plantas. Evangelista et al. (2015) observaram aumento de 58, 102 e 80% na altura de nabo forrageiro, mamona e girassol proporcionada pelas doses de 474 kg ha⁻¹ (115 cm), 493 (64 cm) e 334 kg ha⁻¹ (22 cm) de *L. calcareum*.

Desta forma, o *L. calcareum* apresenta-se como um potencial corretivo para o desenvolvimento de plantas forrageiras, todavia existem poucos estudos em gramíneas tropicais para dar suporte a recomendação aos agricultores, sendo necessário pesquisas avaliando a eficiência nas gramíneas e solos da região Amazônica.

1.1.4. Obtenção, registro e composição química da Alga *Lithothamnium calcareum*

Alga Marinha *L. calcareum* é registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sob a Instrução Normativa nº 05, de 23 de fevereiro de 2007, no anexo II, como fertilizante mineral simples, apresentando característica de corretivo de acidez do solo.

Na região sudeste do Estado do Pará o produto pode ser obtido por meio de representantes dos fornecedores, o preço da tonelada é de aproximadamente R\$ 1.100,00 (mil e cem reais). As informações química estão disposta na Tabela 01.

Tabela 1: Composição química da Alga Marinha (*Lithothamnium calcareum*) – Análise típica*

Componentes	Concentração
Fósforo	0,03%
Potássio	0,01%
Cálcio	32,5%
Magnésio	2,00%
Enxofre	0,50%
Boro	0,002%
Cloro	0,20%
Cobre	0,0002%
Ferro	0,25%
Manganês	0,002%
Molibdênio	0,0005%
Níquel	0,001%
Silício	0,95%
Zinco	0,0011%
Cobalto	0,0005%
Sódio	0,2%

* Os teores podem variar por ser produto natural

Fonte: Melo (2006)

REFERÊNCIA

- ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Estado atual do conhecimento dos solos na região amazônica. In P. G. S. WADT; A. L., MARCOLAN; S. C. G. MATOSO; M. G. PEREIRA (Ed.). **Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental**. Porto Velho: SBCS 2014, 50-65p.
- ALMEIDA, A. A. S.; MONTEIRO, F. A.; JANK, L. Avaliação de *Panicum maximum* Jacq. para tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 339-344, 2000.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013. 686p.
- 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. 4 p. 833-839, 2011.
- CASTRO, G. A.; CRUSCIOL, C. C.; DA COSTA, C. M.; FERRARI NETO, J.; MANCUSO, M. C. Surface application of limestone and calcium-magnesium silicate in a tropical no-tillage system. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 362-379, 2016.
- CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma Continental: A última Fronteira da Mineração Brasileira**. Brasília: DNPM, 2011.104p.
- 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.
- DIAS, G. T. M. Marine bioclasts-calcareous algae. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 307-318, 2000.
- EBELING, A. G.; ANJOS, L. D.; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Revista de Ciências Agrônômica**, v. 67, n. 2, p. 429-439, 2008.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. D. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 18-26, 2008.
- EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JÚNIOR, J.A; CASAROLI, D.; COSTA, F. R. D. Desenvolvimento Inicial da mamoneira, girassol e nabo forrageiro adubados com *Lithothamnium*. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 40-48, 2015.
- FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora da UFV, 2010. 537p.

FRANCHINI, J. C.; MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 357-360, 2001.

GARCIA, C. S.; FERNANDES, A. M.; FONTES, C. A.; VIEIRA, R. A. M.; FARIA SANTANA, N.; PIMENTEL, V. A. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 403-410, 2011.

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.

KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.46, n. 1, p. 237-260, 1995.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 Ed. São Paulo: Editora Oficina de textos, 2010. 208p.

LIMA, N. H.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C.; NASCIMENTO, A. M. L. Mineralogia e química de três solos de uma toposeqüência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 59-68, 2006.

LIMA, L.M. L.; FERNANDES, D. L.; SOUZA, M.W.R.; MELO, P.C.; TEODORO, R. E. F.; LUZ, J. M. Q. Doses de *Lithothamnium calcareum* sobre o desenvolvimento de plantas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 347, 2002.

MELO, T. V.; MENDONÇA, P. P.; MOURA, A. M. A.; LOMBARDI, C. T.; FERREIRA, R. A.; NERY, V. L. H. Solubilidade in vitro de algumas fontes de cálcio utilizadas em alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 21, p. 297-300, 2006.

MELO, T. V.; MOURA, A. M. A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 2, p. 99-107, 2009.

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

MELO, T. V. Utilização de farinha de algas marinhas (*lithothamnium calcareum*) e de fosfato monoamônio em rações para codornas japonesas em postura criadas sob condições de calor. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em produção animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de "*Panicum maximum*" em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 201-209, 2008.

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

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 6, n. 1, p. 97-111, 2004.

QUESADA, C. A.; LLOYD, J., A.; L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C. I. Soils of Amazonia with particular reference to the rainfor sites. **Biogeosciences**, v.6, p.3851–3921, 2009.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Editora Ceres, 1991. 343p.

RAO, I. M.; AYARZA, M. A.; GARCIA, R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I. differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C4 grasses and C3 legumes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 18, n. 10, p. 2135–2155, 1995.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. São Paulo: Editora Funep, 2014. 714p.

RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G.; CAIRES, E. F. Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto, **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**. v. 39, n. 6, p. 1723–1736, 2015.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. H. V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: UFV, 1996. p.16-60.

RONQUIM, C. S. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010, 26p.

SANTANA, G. S.; MAGALHAES BIANCHI, P. P.; MORITA, I. M.; ISEPON, O. J.; FER-
NANDES, F. M. 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, n. 1, p. 241-246, 2010.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 244-249, 1999.

SANTOS, P. M.; PRIMAVESI, O. M.; BERNARDI, A. C. C. Adubação de pastagens. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: Fealq, 2010. 459-472p.

SOUZA, H. A; MENDONÇA, V; RAMOS, J. D; FERREIRA, E. A; ALENCAR, R. D. Doses de *Lithothamnium* e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro 'doce'. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 24-30, 2007.

SOUSA, F. H. L. **Estratégias de adubação e altura de desfolha do capim-mombaça sob a eficiência de produção de forragem**. 2019. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 2019.

TROEH, R. F.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Editora Andrei, 2007. 718p.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416p.

ZIGLIO, CLÁUDIO M.; MIYAZAWA, MARIO; PAVAN, MARCOS A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 2, p. 1-6, 1999.

2. FONTES DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO NA CARACTERIZAÇÃO DE *Megathyrsus maximum* Jacq. cv. Mombaça

2.1 Introdução

Os solos brasileiros apresentam alta acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, necessitando à realização de práticas de manejo que melhorem as propriedades do solo para uma produção agrícola satisfatória, dentre essas práticas, a calagem merece atenção, por apresentar diversos benefícios, como a elevação do pH do solo, disponibilidade de Ca e Mg e a neutralização do Al^{3+} tóxico às plantas (NATALE et al., 2007).

Contudo, o calcário agrícola, corretivo mais utilizado na calagem, apresenta baixa solubilidade em água e movimenta-se lentamente ao longo do perfil do solo, sendo necessário a distribuição uniforme e a incorporação do corretivo ao solo para que possa reagir, necessitando de dois a três meses para a máxima reação (NATALE et al., 2012; QUAGGIO, 2000).

Desse modo, a busca por novos insumos é de grande importância para uma produção agrícola mais satisfatória e sustentável. Diante disto, o *L. calcareum*, derivado de algas marinhas, vem sendo utilizado como uma fonte alternativa aos corretivos de solo a base de carbonatos. As algas calcárias é composta basicamente de carbonato de cálcio e magnésio, e mais de 20 oligoelementos presentes em quantidades variáveis, tais como Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se e Sr (DIAS, 2000).

Além dos benefícios relacionados ao fornecimento de Ca e Mg, o *Lithothamnium* é um produto natural com maior capacidade de solubilização comparativamente aos carbonatos tradicionais, promovendo maior liberação de N, P e K disponíveis no solo à planta (LIMA et al., 2002; MELO; MOURA, 2009) e é uma fonte de macro e micronutrientes dependente apenas da incidência de luz solar no ambiente marinho para crescer (MELO; MOURA, 2009)

A utilização das algas melhora o pH do solo, a assimilação dos nutrientes pelas plantas, aumenta a permeabilidade e condiciona a eficácia do complexo argilo húmico (DIAS, 2000), em decorrência da estrutura muito porosa (>40%) do corretivo que confere uma elevada superfície de contato e reação (ALGAREA MINERAÇÃO, 2010; DIAS, 2000), resultando no aumento da produtividade dos produtos agrícolas e na eficiência de utilização dos fertilizantes agrícolas.

Estudos mostram que o uso da alga foi eficiente na formação de frutos de tangerina pokan (*Citrus reticulata*) (MOREIRA et al., 2012); em pitaya (*Hylocereus undatus*) (MO-

REIRA et al., 2011; COSTA et al., 2015), maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) (MENDONÇA et al., 2006) e no café (*Coffea arabica*) (EVANGELISTA; ALVES JUNIOR; MELO, 2013). Embora alguns estudos demonstrem a importância da utilização da alga marinha no desenvolvimento de espécies vegetais, pouco se conhece sobre a utilização em pastagens tropicais cultivadas nas condições da região Amazônica.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar duas fontes de corretivos (calcário e *L. calcareum*) associado a níveis de saturação por base sobre os parâmetros estruturais, morfogênicos e produtivos do capim *Megathyrsus maximum* Jacq. cv. Mombaça (Syn. *Panicum maximum* cv. Mombaça).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional – IEDAR da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), Campus III, localizada no Município de Marabá, região Sudeste do estado do Pará, no período de agosto de 2019 a janeiro de 2020. O clima da região é do tipo Aw considerado tropical, segundo a classificação de Köppen (1884), com precipitação anual acumulada de 1899 mm, umidade relativa de 77%, e temperaturas máxima, média e mínima de 32,80 °C, 27,30 °C e 23,20 °C respectivamente (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2019).

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, sendo constituídos de duas fontes de corretivos da acidez do solo (calcário dolomítico e *L. calcareum*) e quatro níveis de saturação por bases (V% = 36, 45, 60 e 75) correspondentes as doses de 0; 0,81; 2,17 e 3,53 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0; 0,82; 2,20 e 3,57 t ha⁻¹ de *L. calcareum*, determinadas pelo método de saturação por base (CATANI, GALLO, 1955; RAIJ, 1991) a partir da análise química do solo (Tabela 2), com quatro repetições.

Tabela 2: Resultados da análise química e física do solo que foi utilizado.

pH	M.O	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	SB	t	T	V%
4,5	2,0	1	76	2,0	0,8	5,4	2,99	3,79	8,39	36
Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Ag	Si	Ar			
1	1	275	22	0,9	45%	19%	36%			

pH (em H₂O), MO = Matéria orgânica (g kg⁻¹), P = Fósforo Mehlich (mg dm⁻³), K = Potássio (mg dm⁻³), Ca = Cálcio (cmol_c dm⁻³), Mg = Magnésio (cmol_c dm⁻³), H+Al = Acidez potencial (cmol_c dm⁻³), SB = Soma de bases (cmol_c dm⁻³), t = C.T.C efetiva (cmol_c dm⁻³), T = C.T.C potencial (cmol_c dm⁻³), V = saturação por bases, Na = Sódio (cmol_c dm⁻³), Cu = Cobre (cmol_c dm⁻³), Fe = Ferro (cmol_c dm⁻³), Mn = Manganês (cmol_c dm⁻³), Zn = Zinco (cmol_c dm⁻³), Ag = Argila, Si = Silte e Ar = Areia.

As características dos corretivos estão discriminadas na tabela 3.

Tabela 3: Características dos corretivos que serão utilizados

Corretivo	PRNT	MgO	CaO
Calcário	92,67%	17,39%	32,93%
<i>L. calcareum</i>	91,5%	3,33%	44,8%

PRNT = Poder relativo de neutralização total, MgO = Óxido de magnésio, CaO = Óxido de cálcio

2.2.3 Instalação e condução do experimento

O solo utilizado no experimento foi coletado na camada de 0 a 20 cm e é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (VENTURIERI et al., 2016) de textura argilosa com as características físicas (granulometria) e químicas apresentadas na Tabela 3, foi peneirado e acondicionado em vasos plástico com capacidade de 35 dm³.

A partir dos resultados da análise de solo, foi realizada a aplicação e incorporação dos corretivos, conforme os tratamentos. O calcário foi incorporado ao solo 30 dias antes da semeadura, enquanto o *L. calcareum* aplicado no momento da semeadura devido a rápida reação corretiva no solo (FREITAS et al., 2017; NEGREIROS et al., 2019; SOUZA et al., 2009).

Utilizou-se aproximadamente 30 sementes em cada unidade experimental de *Megathyrus maximum* Jacq. cv. Mombaça na profundidade de 1,0 cm, com adubação fosfatada de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando a fonte superfosfato simples (18% de P₂O₅) (CRAVO; VIEGAS; BRASIL, 2007).

O primeiro desbaste foi realizado em 15 dias após a germinação (DAG), deixando três plantas por vaso. As aplicações de N foram realizadas nas datas de 15, 30 e 60 DAG nas doses de 35, 35 e 30 kg ha⁻¹ de N, com a fonte uréia (45% de N) (CRAVO; VIEGAS; BRASIL, 2007).

Não foi realizada a adubação potássica, uma vez que o teor no solo estava na faixa considerada adequada (Tabela 1, CRAVO; VIEGAS; BRASIL, 2007).

Para o manejo da irrigação foi utilizado um regador manual. O turno de rega foi de dois dias, com a aplicação de 23 mm de lâmina d'água, mantendo a umidade do solo na capacidade de campo de 60% (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; SANCHES et al., 2017).

Ao atingirem 70 centímetros de altura as plantas foram seccionadas manualmente com alicate de poda a uma altura de resíduo de 30 cm do solo conforme recomendado por Sousa (2019). Semanalmente foram realizadas análise estrutural da planta, utilizando-se uma régua milimetrada e planilha para registro dos dados.

2.2.4 Estrutura e morfogênese

De acordo com a metodologia de Lemaire e Chapman (1996), Alexandrino, Cândido e Gomide (2011) foram avaliados o comprimento do pseudocolmo (obtido pelo comprimento do solo até a lígula da última folha expandida), quantidade de perfilhos e o número e comprimento das folhas emergentes, completamente expandidas, senescentes e mortas, sendo considerada morta a folha que apresentasse mais de 50% da lâmina foliar senescente. A folha completamente expandida foi medida da lígula até o ápice, a emergente da lígula da última folha completamente expandida até o ápice e a senescente da lígula até o ponto de avanço da senescência.

Ainda, conforme Lemaire e Chapman (1996), Alexandrino, Cândido e Gomide (2011) foram avaliadas:

Taxa de aparecimento foliar (TA_{ApF}, folha.perfilho dia⁻¹) que indica o número de folhas que apareceram no perfilho por unidade de tempo.

Filocrono corresponde ao inverso da TA_{ApF}, indica o tempo utilizado para o aparecimento de duas folhas sucessivas no perfilho, o qual vai fornecer o tempo gasto para a formação de uma folha.

Taxa de alongamento foliar (TA_{lF}, cm de folha.perfilho dia⁻¹) que corresponde ao incremento no comprimento de lâmina foliar do perfilho.

Taxa de alongamento de colmo (TA^lC, cm de haste.perfilho dia⁻¹) representa o acúmulo de colmo do perfilho e é obtido pela relação entre o comprimento do pseudocolmo por unidade de tempo.

Taxa de senescência foliar (TSF, cm de folha.perfilho dia⁻¹) representa as perdas de forragem e será avaliada nas folhas completamente expandidas, sendo obtida pela relação entre o somatório dos comprimentos senescido das lâminas foliares perfilho⁻¹ por unidade de tempo.

2.2.5 Produção de biomassa seca

Foram realizados três ciclos, contando-se um ciclo quando o capim apresentasse 70 cm de altura. Em cada ciclo foi realizado o corte a 30 cm do solo e a coleta da parte aérea das plantas.

O material vegetal colhido foi fracionado em colmo, lâmina foliar e material morto; e em seguida seco em estufa (55 °C até obtenção de massa constante), pesado em balança semi-analítica com precisão de 0,01g e quantificado a biomassa seca das lâminas foliares e a biomassa seca do colmo, com as quais foi determinado a relação folha/colmo (BONELLI et al., 2011).

2.2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F (conforme modelo), quando houve interação foi realizado o teste de Tukey á 5% de significância, e conduzido o desdobramento das interações. Todos procedimentos estatísticos fora realizados utilizando o *Software R* versão 3.6.0 (R CORE TEAM, 2019).

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + T_j + B_i T_j (k) + \varepsilon_{l(ijk)}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Variáveis dependentes;

μ = média inerente de cada característica

B_i = efeito do i -ésimo tratamento referente as fontes;

T_j = efeito do j -ésimo tratamento referente aos níveis de SB;

$B_i T_j (k)$ = efeito da interação níveis de SB x fontes;

$\varepsilon_{l(ijk)}$ = efeito do erro aleatório residual (variação ao acaso sobre as observações).

2.3 Resultados e Discussão

Não houve diferença entre calcário e *L. calcareum* para os parâmetros avaliados (exceto número de perfilhos) conforme tabelas 4 e 5, entretanto, sugere-se que o *L. calcareum* apresentou maior solubilidade e reatividade que o calcário, uma vez que foi incorporada ao solo no momento da semeadura, trinta dias após a aplicação do calcário no solo.

Tabela 4 - Resultados da Análise de variância

Parâmetros	p-valor			CV (%)
	Corretivo	Níveis de SB	Corretivo* Níveis de SB	
TA _f F	0,1900	0,2370	0,6010	28,77
TA _p F	0,0983	0,1728	0,8199	28,16
F _{lc}	0,1043	0,1991	0,8278	35,11
TFF	0,1055	0,1050	0,4070	13,38
TA ¹ C	0,1055	0,1050	0,4070	13,38
NFVP	0,9022	0,1198	0,1497	21,09
CFC	0,5314	0,4552	0,2943	12,98
PMS	0,5850	0,2708	0,1109	24,21
NP	0,7839	0,0358	0,0008	16,17
PF	0,1722	0,0239	0,1884	26,39
PC	0,8482	0,0354	0,1718	69,00
F:C	0,4947	0,0006	0,1410	50,40

TA_fF = taxa de alongamento de folhas; TA_pF = taxa de aparecimento de folhas; F_{lc} = filocrono; TFF = tamanho final de folha; TA¹C = taxa de alongamento de colmo; NFVP = número de folhas vivas por planta; CFC = comprimento final de colmo; PMS = produção de matéria seca; NP = número de perfilho; PF = produção de folha; PC = produção de colmo; F:C = relação folha:Colmo; CV = coeficiente de variação.

Tabela 5 - Média para as características morfogênicas, estruturais e de produção do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas fontes e quatro níveis de saturação por bases

Corretivos	Níveis de Saturação de bases (V%)				Média
	36	45	60	75	
Taxa de alongamento de folhas (cm dia ⁻¹)					
Calcário	3,16	2,96	3,14	3,22	3,12
<i>L. Calcareum</i>	3,08	3,04	3,6	3,77	3,37
Média	3,11	3	3,37	3,5	3,25
Taxa de aparecimento de folhas (folha dia ⁻¹)					
Calcário	0,045	0,051	0,053	0,056	0,051
<i>L. Calcareum</i>	0,054	0,052	0,056	0,062	0,056
Média	0,049	0,052	0,054	0,059	0,053
Filocrono (dias folha ⁻¹)					
Calcário	24,21	23,25	19,98	18,96	21,6
<i>L. Calcareum</i>	19,59	20,74	18,75	17,7	19,2
Média	21,9	22	19,37	18,33	20,4
Tamanho final da folha (cm)					
Calcário	48	43,75	45,98	41,22	44,74
<i>L. Calcareum</i>	47,32	47,87	46,56	45,39	46,78
Média	47,66	45,81	46,27	43,31	45,76
Taxa de alongamento de colmos (cm dia ⁻¹)					
Calcário	0,1	0,1	0,11	0,23	0,13
<i>L. Calcareum</i>	0,06	0,1	0,17	0,13	0,11
Média	0,08	0,1	0,14	0,18	0,12
Número de folhas vivas por planta					
Calcário	2,36	2,86	2,44	2,78	2,61
<i>L. Calcareum</i>	2,51	2,43	2,69	2,86	2,62
Média	2,44	2,65	2,57	2,82	2,62
Comprimento final de colmo (cm)					
Calcário	30,44	31,12	30,93	33,26	31,44
<i>L. Calcareum</i>	32,21	30,46	33,39	31,79	31,96
Média	31,33	30,79	32,16	32,53	31,7
Produção de matéria seca por vaso (g vaso ⁻¹)					
Calcário	22,91	17,56	18,8	18,37	19,41
<i>L. Calcareum</i>	18,48	18,8	18,52	19,77	18,89
Média	20,69	18,18	18,66	19,07	19,15
Número de perfilho por vaso					
Calcário	21,42 a	18,29 a	18,92 a	24,03 a	ŷ ^A
<i>L. Calcareum</i>	21,96 a	20,67 a	20,36 a	18,92 b	20,48
Média	21,69	19,48	19,64	21,47	20,57

Tabela 5 - Média para as características morfogênicas, estruturais e de produção do capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas fontes e quatro níveis de saturação por bases

Corretivos	Níveis de Saturação de bases (V%)				Média
	36	45	60	75	
Produção de lâmina foliar (g de MS vaso ⁻¹)					
Calcário	17,61	14,8	17,28	14,75	16,11
<i>L. Calcareum</i>	15,12	16,66	16,12	11,91	14,96
Média	\hat{Y}^B				15,53
Produção de colmo (g de MS vaso ⁻¹)					
Calcário	1,94	1,6	0,97	2,16	1,66
<i>L. Calcareum</i>	1,55	1,12	1,83	2,34	1,71
Média	\hat{Y}^C				1,69
Folha : Colmo					
Calcário	13,95	12,09	18,49	9,59	13,53
<i>L. Calcareum</i>	13,65	16	13,87	6,89	12,61
Média	\hat{Y}^D				13,07

Letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si no teste Tukey a 5%.

$\hat{y}^A = 51,2743 - 1,2697x + 0,0121x^2$ (Ponto de mínima = 52,47 %; $R^2 = 0,98$)

$\hat{y}^B = 6,2206 + 0,4299x - 0,0044x^2$ (Ponto de máxima = 48,85 %; $R^2 = 0,80$)

$\hat{y}^C = 6,2004 - 0,1896x + 0,0018x^2$ (Ponto de mínima = 52,67 %; $R^2 = 0,99$)

$\hat{y}^D = -18,2025 + 1,3406x - 0,0131x^2$ (Ponto de máxima = 51,17 %; $R^2 = 0,87$)

A maior reatividade e solubilidade do *L. calcareum* ocorre em virtude da maior área de contato decorrente da estrutura muito porosa da alga. Esses atributos são importantes, pois diminuem o tempo para implantação das pastagens, melhorando o aproveitamento do período chuvoso, e em pastagens estabelecidas possibilitam maior eficiência de reação nas camadas do solo.

Houve interação entre fontes e níveis para o número de perfilho, ao realizar o desdobramento das fontes em cada nível, o calcário proporcionou maior quantidade de perfilhos em comparação ao *L. calcareum* quando a saturação por bases foi estimada a 75% (Tabela 5).

A partir do desdobramento dos níveis dentro de cada fonte, os níveis de calcário para número de perfilho ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática com ponto de mínima de 52,47% de saturação por bases, nível mínimo para não prejudicar o perfilhamento do Mombaça.

Para que a planta consiga perfilhar é necessária obtenção de energia. O magnésio é átomo central da molécula da clorofila, atuando no processo de fotossíntese necessária para que a planta consiga produzir energia para realização de processos morfofisiológicos determinantes e condicionadores da produção vegetal, como o perfilhamento (LOPES, 1998, FAQUIN, 2005).

Além disso, o magnésio é o principal ativador de enzimas fosforilativas, formando uma ponte entre o pirofosfato do ATP ou ADP e a molécula da enzima que atua em reações de síntese carboidratos, lipídeos, proteínas e absorção iônica (TORTORA; CASE; FUNKE, 2016).

Desse modo, a capacidade de emissão de novos perfilhos pode ter ocorrido em virtude do fornecimento de Ca e Mg presentes na formulação do calcário, atuando na correção do solo e disponibilidade dos nutrientes as plantas.

A interação entre níveis e fontes não foi significativa para a produção de folhas, produção de colmo (g de MS vaso⁻¹) e relação folha: colmo, porém, avaliando os efeitos isolados houve efeito dos níveis sobre os parâmetros acima citados, ajustando-se ao modelo de regressão quadrática.

Através da equação verificou-se que o nível necessária para a máxima produção de folhas é de 48,85% de saturação de bases e para a produção mínima de pseudocaule é de 52,67%. A maior relação folha:colmo ocorreu em 51,17%, esses resultados estão de acordo com a saturação de bases recomendadas para o Mombaça que é de 50 a 60% (SOUSA; LOBATO, 2004; VILELA et al. 2006).

A ausência de diferenças entre os níveis de calcário e o tratamento sem aplicação (V% = 36), pode ter ocorrido em virtude do curto período de reação do calcário no solo, pois o último corte do capim Mombaça foi realizado três meses após a calagem, dessa forma, pode não ter decorrido tempo suficiente para a efetiva correção dos atributos químicos do solo e disponibilização de nutrientes a planta. Ferreira e Macedo (2006) estudando a produção de massa seca (folhas e colmo), do capim Massai (*Megathyrus maximum*) submetido a doses crescentes de calcário dolomítico (0; 0,5; 1; 2; 4 t/ha) também não observaram diferença estatística entre doses e atribuíram os resultados encontrados ao período insuficiente (119 da aplicação do corretivo até a primeira amostragem) para a efetiva reatividade do calcário.

Resultados semelhantes aos de Santana et al. (2010) que analisando o efeito da correção de acidez do solo por meio de aplicação de calcário e escória silicatada, na produção de matéria seca, perfilhamento e na composição bromatológica do capim Mombaça não observaram para o segundo e terceiro corte, diferença significativa para a produção de matéria seca em função da correção da acidez; e Nascimento (2002) que avaliando o efeito da calagem (sem correção e com correções para elevar a saturação de bases para 30 e 60%) e diferentes fontes e dosagens de fósforo (superfosfato simples, termofosfato Yoorin e hiperfosfato de Arad) na produção de matéria seca do capim Tanzânia (*Megathyrus maximum*), observou que não houve interação entre as fontes de fósforo e a calagem, nem ocorreu efeito da calagem.

A ausência de diferença entre os níveis de *L. Calcareum* e o tratamento que não recebeu a fonte corretiva pode estar relacionada ao desequilíbrio entre o cálcio e o magnésio no solo (Tabela 2), com a incorporação do *L. Calcareum* no solo houve aporte apenas de cálcio, já que o teor de magnésio no produto é baixo, ocasionando menor desenvolvimento das plantas, pois, quando a relação Ca:Mg no solo é alta as plantas podem absorver menor quantidade de magnésio, devido ao efeito antagônico entre esses cátions (LOPES, 1998). Medeiros et al. (2008) avaliando o efeito de diferentes proporções entre cálcio e magnésio (1:1, 2:1, 4:1, 8:1, 16:1 e 32:1) sobre a absorção de nutrientes e produção inicial de matéria seca de plantas de milho, observaram que elevadas concentrações de Ca trocável no solo provocadas pela aplicação de corretivos da acidez com alta relação Ca:Mg diminuíram a absorção de magnésio e potássio pelas plantas.

A importância do magnésio para a produtividade de forrageiras foi constatada por Neto, Monteiro e Dechen (2007) que avaliando a relação entre os nutrientes potássio e magnésio sobre o número de perfilhos e de folhas, de área foliar, de teor de clorofila nas folhas e de produção de biomassa da parte aérea do *Megathyrus maximum* cv. Tanzania, observaram que a produção de biomassa seca da parte aérea no primeiro corte do capim na dose de potássio de 11,6 mmol L⁻¹ foi 2,9 vezes menor que a do segundo corte na dose de potássio de 11,6 mmol L⁻¹ combinada com a de magnésio de 2,65 mmol L⁻¹.

Durante o experimento observou-se que as plantas apresentaram sintoma de deficiência de magnésio (amarelecimento entre as nervuras) conforme Lopes (1998). Dessa forma, a aplicação de *L. Calcareum* deve ser realizada associada a uma fonte de magnésio.

Também podem ter ocorrido outras interações antagônicas entre os nutrientes no solo devido a alta concentração de cobre e ferro (Tabela 2). A presença de alta concentração de cobre no solo limita o crescimento vegetal e causa desequilíbrios na absorção e translocação de nutrientes, como o zinco, devido a inibição competitiva (DECHEN; NACHTIGALL, 2007) O mesmo ocorre com o excesso de ferro no solo, o qual inibi a absorção do fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês (AUDEBERT; FOFANA, 2009).

2.4 Conclusão

O *L. calcareum* e o calcário apresentam efeitos semelhantes na caracterização do capim *Megathyrus maximum* Jacq. cv. Mombaça.

A saturação de bases mínima exigida para o *Megathyrus maximum* Jacq. cv. Mombaça é de 50%.

REFERÊNCIAS

- AUDEBERT, A.; FOFANA, M. Rice yield gap due to iron toxicity in West Africa. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 195, n.1, p. 66-76, 2009
- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p. 59-71, 2011.
- ALGAREA MINERAÇÃO. Produtos: granulados de algas marinhas. Disponível em: <<http://www.algarea.com.br/produto/granulado.htm>> Acesso em: 10 set. 2019.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**, Viçosa: Editora UFV, 2006, 625p.
- 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.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo mediante a correlação entre pH e saturação de bases. **Revista Da Agricultura**. Piracicaba. v 30, n. 1-2-3, p. 49-60, 1955.
- 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.
- COSTA, A. C.; RAMOS, D. J.; SILVA, O. R.; MENEZES, P. M.; MOREIRA, R. A.; DUARTE, M. H. Organic fertilizer and *Lithothamnium* on the cultivation of red pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 77-87, 2015.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Minas Gerais. 2007.
- DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos-algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 307–318, 2000.
- EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JÚNIOR, J.; MELO, P. C. Resposta do cafeeiro à aplicação de níveis de irrigação e adubação com Alfertil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.392–396, 2013.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 1º ed. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.
- FERREIRA, R. B.; MACEDO, M. C. M. Avaliação da produção do capim-massai sob doses crescentes de calcário em solo arenoso. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 10, n. 1, p. 21-32, 2006.
- FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. Crescimento E Qualidade De Mudanças De Cassia Grandis Linnaeus F. Em Resposta À Adubação Fosfatada E Calagem. **Ciencia Florestal**, v. 27, n. 2, p. 509–519, 2017.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil no período de 1981 a 2010.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em: 25 set. 2019.

KÖPPEN, W. Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten 325 und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt 326 betrachtet. **Meteorologische Zeitschrift**. v.1, n. 21, p. 215-226, 1884.

LIMA, L.M. L.; FERNANDES, D. L.; SOUZA, M.W.R.; MELO, P.C.; TEODORO, R. E. F.; LUZ, J. M. Q. Doses de *Lithothamnium calcareum* sobre o desenvolvimento de plantas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 347, 2002.

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

LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. 2. ed. **Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1998.

MEDEIROS, J. C., ALBUQUERQUE, J. A., MAFRA, Á. L., DALLA ROSA, J., & GATIBONI, L. C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

MELO, P. C.; NETO, A. E. F. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, 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**, v. 58, n. 2, p. 99-107, 2009.

MENDONÇA, V.; ORBES, M. Y.; ABREU, N. A. A. D.; RAMOS, J. D., TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A. D. Quality of yellow passion fruit formatted in substrate with different level of *Lithothamnium*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 900-906, 2006.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, D. J.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N.A.; MELO, P.C. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Ciencia Rural**, v.41, n. 5, p. 785-788, 2011.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; MENEZES, T. P.; MELO, P. C. Granulado bioclástico associado ao raleio químico na produção e qualidade de tangerinas Ponkan. **Citrus Research & Technology**, v.33, n.2, p.81-90, 2012.

NASCIMENTO, J. L. D.; ALMEIDA, R. D. A.; SILVA, R. S. M.; MAGALHÃES, L. A. F. Níveis de calagem e fontes de fósforo na produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia), **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 32, n 1, p. 7-11, 2002.

- 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.
- NATALE, W.; PRADO, R. D. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1475-1485, 2007.
- NEGREIROS, A. M.; SALES JÚNIOR, R. S.; FRANCISCO, F.; SILVA, R. B.; COSTA, J. A.; MEDEIROS, E. V. Lithothamnion calcareum Nanoparticles Increase Growth of Melon Plants. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 2, p. 426-431, 2019.
- NETO, D. C.; MONTEIRO, F. A.; DECHEN, A. R. Características produtivas do capim-tanzânia cultivado com combinações de potássio e de magnésio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 459-467, 2007.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000. 111p.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. 2. ed. Piracicaba: Editora Ceres, 1991.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.r-project.org/>
- SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P.; JESUS, F. L.F; MENDONÇA, F. C.; MAFFEI, R. G. Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 2, p. 1291–1301, 2017.
- SANTANA, G. S.; MORITA, I. M.; BIANCHI, P. P. M.; FERNANDES, F. M.; ISEPON, O. J. Atributos químicos, produção e qualidade do capim braquiária em solos corrigidos com calcário e escória silicatada. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 377-382, 2010.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2004.
- SOUSA, F. H. L. **Estratégias de adubação e altura de desfolha do capim-mombaça sob a eficiência de produção de forragem**. 2019. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 2019.
- SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D.; MELO, P. C.; HAFLE, O. M.; ARRUDA, R. H. C.; SANTOS, V. A. Avaliação de doses e produtos corretores da acidez em variáveis biométricas na produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum – Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 607–612, 2009.
- TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia**. 12^a ed. São Paulo: Artmed Editora, 2016.
- VENTURIERI, A.; CAMPOS, A. G. S (Org.) Mapas de solos e de aptidão agrícola das áreas

alteradas do Pará. Embrapa Amazonia Oriental. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052617/mapas-de-solos-e-de-aptidao-agricola-das-areas-alteradas-do-estado-do-para> Acesso em: 22 nov 2019.

VILELA, L.; SOUZA, D.M.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados 2007.