UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CALCÁRIO LÍQUIDO E CALCÁRIO CONVENCIONAL NA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO E NAS CARACTERÍSTICAS DO CAPIM-BRAÚNA

Autor: Wêndel Bispo Santos e Santos
Orientador: Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2020

WÊNDEL BISPO SANTOS E SANTOS

CALCÁRIO LÍQUIDO E CALCÁRIO CONVENCIONAL NA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO E NAS CARACTERÍSTICAS DO CAPIM-BRAÚNA

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Co-orientadores: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira
Profª. Drª. Daniela Deitos Fries

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2020

631.42 Santos, Wêndel Bispo Santos e.
S239c Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo e nas características do Capim-Braúna. / Wêndel Bispo Santos e Santos. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2020.
61 fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e coorientação dos Profs. D. Sc. Fábio Andrade Teixeira e D. Sc. Daniela Deitos Fries.

1. Solo – Acidez – Usos – Calcário líquido. 2. Solo – Acidez – Usos – Calcário convencional. 3. Brachiaria brizantha cv. Braúna – Vigor de rebrota. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Teixeira, Fábio Andrade. IV. Fries, Daniela Deitos. V. Título

CDD(21): 631.42

Catalogação na fonte:
Cláudia Aparecida de Souza – CRB/5-1014
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Solo : Acidez
2. Calcário líquido : Usos : Solo
3. Calcário convencional : Usos : Solo
4. *Brachiaria brizantha* cv. Braúna : Rebrota

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-*BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo e nas características do capim-Braúna".

Autor (a): Wendel Bispo Santos e Santos
Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva
Co-orientador (a): Profª. Drª. Daniela Deitos Fries
Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB
Orientador

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires - UESB

Prof. Dr. Ariomar Rodrigues dos Santos - IFBaiano

Data de realização: 03 de março de 2020.

“Quando as metas estão alinhadas aos valores pessoais, a jornada é tão prazerosa quanto a chegada. E nenhum sacrifício será tão doído, nenhuma perda será paralisante. E no final, terá valido a pena.”

Paulo Vieira

A Deus, pois sem ele nada seria possível; à minha família e amigos, por toda a força durante esse período; ao meu orientador Prof. Fabiano Ferreira da Silva, pela amizade, confiança e excelente orientação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar comigo durante todos os momentos, pois sem ele nada disso teria acontecido, toda gratidão a ti;

Aos meus tios, Geremias da Silva Santos e Elizete da Silva Santos, por todo carinho e dedicação depositada em mim;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UESB, por toda a infraestrutura disponibilizada para que o trabalho pudesse ser realizado, e a todos os funcionários, professores e coordenadores pela dedicação e competência;

Ao Professor Dr. Fabiano Ferreira da Silva, pela orientação e amizade durante os anos de graduação e pós-graduação, sempre ajudando e partilhando seus conhecimentos, agradeço por todo conhecimento adquirido através de ti;

Aos meus coorientadores, D.Sc. Daniela Deitos Fries e D.Sc. Fábio Andrade Teixeira, pela orientação e incentivo;

A Teotônio Martins Neto, amigo no qual compartilhei todo o processo de execução do experimento, pelo apoio e ensinamentos;

Aos amigos da UESB e do grupo de pesquisa NPBL-UESB, que de alguma forma ajudaram na realização do experimento: Danrlei, Tarcísio, João Wilian, Natan, Angel, Fernando, Ingridy, Amanda, Aline, Thaty, Caique, Eliomar, Hyago, Jemima, Lenice, Rosi e Flávia;

Ao parceiro José Queiroz, servidor do Laboratório de Forragicultura da UESB, pelo auxilio nas análises químico-bromatológicas;

A todos que de alguma maneira contribuíram para a finalização desse trabalho.

BIOGRAFIA

WÊNDEL BISPO SANTOS E SANTOS, filho de Maurina Teixeira Santos e de Luiz Carlos Bispo Santos, nasceu em Itapetinga-Bahia, no dia 11 de janeiro de 1994. Em dezembro de 2017, concluiu o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Em março de 2018, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de Bovinocultura de leite, sob a orientação do Professor Fabiano Ferreira da Silva.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS viii
LISTA DE TABELAS ix
RESUMO x
ABSTRACT xi

I - REFERENCIAL TEÓRICO 12

1.1 Introdução 12

1.2 Acidez do solo e calagem 14

1.3 Importância da calagem na acidez do solo 17

1.3.1 Influência da calagem sobre a produtividade das culturas 17

1.4 Influência da rebrota sob o desempenho das forrageiras 19

1.5 Calcário Líquido 20

1.6 *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 22

1.7 Referências 24

II - OBJETIVOS 28

2.1 Objetivo geral 28

2.2 Objetivos específicos 28

III - MATERIAIS E MÉTODOS 29

3.1 Instalação do experimento 29

3.2 Avaliações 32

3.2.1 Produção e Matéria seca 32

3.2.2 Composição bromatológica 33

3.2.3 Características morfogênicas e estruturais 33

3.2.4 Área foliar e análises de crescimento 34

3.3 Análises fisiológicas e bioquímica 34
3.3.1 Clorofilas e carotenoides 34
3.3.2 Açúcares solúveis totais e amido 35
3.4 Estatística 36
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
V - CONCLUSÕES 57
VI - REFERÊNCIAS 58

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Temperatura (°C) máxima, mínima e média durante o período experimental (25/01/2019 a 23/04/2019) 30

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Análise química da amostra de solo 29

Tabela 2. Análise física da amostra de solo 30

Tabela 3. Efeito da calagem e da rebrota no pH do solo e na saturação por bases (V%) observado na camada de 0 a 20 cm 39

Tabela 4. Efeito da calagem e da rebrota sobre a produção de massa seca de parte aérea (PMSPA), massa seca de resíduo (PMSRE), massa seca de raíz (PMSRA), razão folha/colmo e volume de raíz da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 43

Tabela 5. Efeito da calagem e da rebrota na taxa de aparecimento foliar (TApF), largura final da folha (LFF), comprimento final da folha (CFF), taxa de alongamento foliar (TAIF), comprimento final do colmo (CFC), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e comprimento total da planta (CTP) de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 46

Tabela 6. Efeito da calagem e da rebrota sobre a área foliar, índice de área foliar e razão área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 48

Tabela 7. Efeito da calagem e da rebrota sobre o teor de clorofila *a*, clorofila total, índice SPAD e área foliar específica (AFE) de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 49

Tabela 8. Efeito da calagem e da rebrota sobre o teor de clorofila *b*, carotenoides e razão clorofilas *a/b* de *Brachiária brizantha* cv. Braúna 52

Tabela 9. Efeito da calagem e da rebrota sobre a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 54

Tabela 10. Efeitos da calagem e da rebrota nos teores de açúcares solúveis totais (AST) na folha e no colmo e amido no resíduo e na raiz de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna 56

RESUMO

SANTOS, Wêndel Bispo Santos e. **Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo e nas características do capim-Braúna.** Itapetinga, BA: UESB, 2020. 61 p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)*.

Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de calcário líquido e calcário convencional em conjunto com a rebrota na correção da acidez do solo e características da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna. O estudo foi realizado em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga, BA, durante o período de dezembro de 2018 a abril de 2019. O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo três correções do solo: 1) controle; 2) calcário convencional; 3) calcário líquido e três rebrotas com intervalo de corte de 21 dias a 10 cm do solo, com 4 repetições totalizando 36 unidades experimentais. Foram avaliados o pH do solo e a saturação por bases em cada rebrota na camada de 0 a 20 cm, além das características de crescimento, produção, fisiológicas e bioquímicas do capim Braúna. O pH e a saturação foram influenciados pela calagem e rebrota, onde o calcário convencional foi mais eficiente para elevar o pH e consequentemente a saturação até o valor preconizado, a rebrota influenciou com redução ao longo das rebrotas para essas variáveis. Houve influência da rebrota para a produção de massa seca da parte aérea, massa seca do resíduo e massa seca da raiz, onde para a parte área observou-se redução da produção a cada rebrota. O calcário convencional influenciou positivamente a produção de massa seca de raiz, incrementando em 50% a produção em relação aos demais tratamentos. As características morfogênicas e estruturais foram influenciadas pela rebrota, onde os melhores resultados foram obtidos para a 1ª rebrota. A interação foi significativa para a área foliar, índice de área foliar e razão área foliar. O índice SPAD, assim como os teores de clorofila *a* e total, não foram influenciados pela calagem nem pela rebrota, a interação foi significativa para os teores de clorofila b, carotenoides e razão clorofila *a*/*b*. Para a composição bromatológica houve efeito da rebrota, onde ocorreu aumento dos teores de matéria seca, FDN, FDA, hemicelulose e celulose, e redução para os teores de proteína bruta. Os açúcares solúveis totais da folha e do colmo sofreram influência da rebrota, com maiores teores observados na 1ª rebrota. Recomenda-se a utilização do calcário convencional como principal produto para a correção da acidez e elevação da saturação por bases, visto que essas características são melhoradas e há um maior desenvolvimento das raízes das plantas que tem seu solo corrigido por este corretivo, fato esse não observado quando a fonte de calcário utilizada é o líquido. A *Brachiaria brizantha* cv. Braúna é influenciada pela rebrota em intervalos de corte sucessivos de 21 dias, com redução de sua produtividade a cada corte, agindo principalmente na redução da proteína bruta e características morfogênicas e estruturais.

Palavras-chave: *brachiaria brizantha*, calagem, vigor de rebrota

---

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. UESB e Co-orientadores: Daniela Deitos Fries, D.Sc. UESB e Fábio Andrade Teixeira, D.Sc. UESB

ABSTRACT

SANTOS, Wêndel Bispo Santos e. **Liquid lime and conventional agricultural lime in soil acidity correction and characteristics of *Brachiaria brizantha* cv Braúna.** Itapetinga, BA: UESB, 2020. 61 p. Master thesis. (Master's program in Animal Science, Concentration Area in Ruminants Production)*.

This study aimed to evaluate the liquid lime and conventional agricultural lime application associated with regrowth in the soil acidity correction and characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Braúna. The study was conducted in a greenhouse, located at the State University of Southwest Bahia, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga, BA, from December 2018 to April 2019. The study was conducted in a completely randomized design in a 3x3 factorial scheme, with three soil corrections: 1) control; 2) conventional agricultural lime; 3) liquid lime and three regrowth with a 21-day cutoff interval at 10 cm from soil, with 4 repetitions totaling 36 experimental units. It was evaluated soil pH and base saturation for each regrowth in the 0 to 20 cm layer, beyond to the growth, production, physiological and biochemical characteristics of Braúna grass. The pH and saturation were influenced by liming and regrowth, conventional agricultural lime was more efficient to raise the pH and consequently the saturation to the recommended value, the regrowth influenced with reduction along the regrowth for these variables. The regrowth influenced the production of dry mass of the aerial part, dry mass of the residue and dry mass of the roots, for the aerial part there was a reduction in production at each regrowth. Conventional agricultural lime positively influenced the production of dry root mass, increasing production by 50% compared to other treatments. The morphogenic and structural characteristics were influenced by regrowth, the best results were obtained for the 1st regrowth. The interaction was significant for the leaf area, leaf area index and leaf area ratio. The SPAD index, as well as the levels of chlorophyll *a* and total, were not influenced by liming or regrowth, the interaction was significant for the levels of chlorophyll *b*, carotenoids and chlorophyll *a/b* ratio. For the bromatological composition, there was an effect of regrowth, where there was an increase in the contents of dry matter, NDF, ADF, hemicellulose and cellulose, and reduction in crude protein levels. The total soluble sugars of the leaf and culm were influenced by regrowth, with higher levels observed in the 1st regrowth. It is recommended to use conventional agricultural lime as the main product to correct acidity and increase base saturation, since these characteristics are improved and there is a greater development of the roots of plants that has their soil corrected by this corrective, fact not observed when the lime source is liquid. *Brachiaria brizantha* cv. Braúna is influenced by regrowth at successive cutoff intervals of 21 days, with a reduction on its productivity with each cut, acting mainly on crude protein reduction and morphogenic and structural characteristics.

Keywords: *brachiaria brizantha*, liming, regrowth vigor

---

* Advisor: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. UESB e Co-advisor: Daniela Deitos Fries, D.Sc. UESB e Fábio Andrade Teixeira, D.Sc. UESB

I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

O Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores mundiais de carne. Porém, os índices de produção animal são considerados pouco expressivos, devido à baixa produtividade das pastagens, decorrente principalmente do alto nível de degradação observados nas pastagens brasileiras e ainda da utilização de espécies de forrageiras com baixa qualidade nutricional ou não adaptadas ao clima.

Dentre alguns fatores que causam a baixa produtividade de forrageiras, está incluído o vigor de rebrota, que é a capacidade da planta se recuperar-se após corte ou pastejo intensos. Para Barbero et al. (2015), a intensidade e a frequência com que os cortes são realizados influenciam no vigor de rebrota, principalmente na fase inicial, pois as taxas de crescimento da planta estão relacionadas com a área foliar presente após o corte e também da luz interceptada pelas folhas para a realização da fotossíntese.

Outro fator que limita a produtividade das culturas em várias partes do mundo é a acidez do solo (Fageria, 2001). Em solos ácidos ocorre uma menor disponibilidade de macronutrientes como o fósforo, cálcio e o magnésio, com isso, o ambiente do solo torna-se um fator desfavorável para o desenvolvimento normal das plantas, diminuindo seu potencial produtivo, além de prejudicar o desenvolvimento radicular da maioria das culturas (Amaral, 2002). A acidez do solo pode ocorrer de maneira natural, devido ao seu material de origem, normalmente quando esses materiais possuem baixos níveis de bases em sua composição, além disso, o processo de lixiviação em locais com altos índices pluviométricos também podem refletir em solos ácidos.

Uma adequada correção da acidez do solo é muito importante para a sustentabilidade do uso agrícola, pois a acidez compromete o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Assim, a calagem tem se destacado como a prática mais utilizada na agricultura para adequar as propriedades químicas do solo às necessidades das culturas (Oliveira et al., 2010).

O calcário líquido é definido segundo o fabricante como sendo um corretivo de acidez fluido de alta concentração e tecnologia de nanopartículas, sendo portanto uma fonte de cálcio e magnésio, tendo a capacidade de neutralizar o efeito tóxico do alumínio, podendo atingir no solo níveis de profundidades que podem chegar até 25 cm abaixo da superfície, o que garante um efeito de correção do pH com um baixo custo operacional quando comparado ao calcário convencional.

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de sementes de plantas forrageiras, com uma área de cerca de 117 milhões de hectares de pastagens cultivadas, onde 50% é composta pela *Brachiaria brizantha* (Macedo et al., 2013). Segundo o departamento de pesquisa e desenvolvimento da Matsuda, a cultivar MG13 Braúna é uma cultivar de *Brachiaria brizantha* que possui uma rápida rebrota, com boa produção de forragem e qualidade nutricional. Possui melhor adaptação à seca comparada a outras cultivares, sendo recomendada para solos com fertilidade de média a alta podendo ser usada no sistema de Integração Lavoura-Pecuária (IPL), pastejo direto e na produção de feno.

1.2 Acidez do solo e calagem

A acidez do solo limita a produção agrícola de forma considerável em grande parte dos países, sendo assim a baixa concentração de cálcio e a toxicidade causada pelo alumínio e manganês são os fatores que mais diminuem a produtividade de solos ácidos nas regiões tropicais e subtropicais (Caires, 2013).

O fator que determina a acidez ou a alcalinidade de um solo é o seu pH, onde sua escala pode variar de 0 a 14. Onde diante disso tem-se que valores de pH igual a 7,0 indicam a neutralidade do solo, acima de 7,0 os solos são considerados básicos e abaixo de 7,0 são ácidos e segundo Lopes (1995) o pH da maioria dos solos produtivos varia entre os valores de 4,0 e 9,0.

Os solos podem apresentar acidez, por influência do seu material de origem, assim como através da ação de agentes de intemperismo, dentre eles o clima e organismos. Regiões com altas precipitações pluviais apresentam tendência à maior acidificação do solo pela remoção de cátions de caráter básico do complexo de troca, como Ca, Mg, K e Na, e o consequente acúmulo de cátions de natureza ácida como Al e H (Sousa et al., 2007).

Entretanto, Costa et al. (2008) em trabalho avaliando o efeito da aplicação de diferentes doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim Marandu por um período de 3 anos, sobre os atributos químicos do solo, observou uma redução do pH do solo e um aumento do Al trocável (Al^{3+}), pode-se afirmar então que a acidez também é causada por fertilizantes minerais que liberam através do processo de nitrificação íons H^{+} no solo.

Segundo Ebeling (2008), a acidez pode ser dividida em três elementos, sendo eles: a acidez ativa, que corresponde à atividade dos íons hidrogênio livres em solução e é medida pelo valor de pH; a acidez trocável, que se refere à quantidade de Al^{3+} adsorvido na superfície dos colóides do solo, sendo também conhecida por Al trocável, e a acidez potencial que é equivalente ao total de íons H^{+} e os íons Al^{+3} adsorvidos nas superfícies dos colóides, partindo da utilização de uma solução tampão. Sendo assim a

acidez do solo possui um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, influenciando suas características morfogênicas e fisiológicas.

A redução no pH do solo é relacionada com fatores como a perda da alcalinidade ou da capacidade da neutralização de ácidos, a menor reserva de nutrientes minerais presentes, além da menor capacidade de troca de cátions que tem como consequência a menor capacidade de retenção de cátions arrastados pela lixiviação (Helyar, 2003).

Diante do exposto, sabe-se que a acidez apresenta toxidez em grande parte das espécies de plantas, causada principalmente pelo alumínio e pelo baixo nível de nutrientes como por exemplo o cálcio e o magnésio, sendo assim como forma de corrigir a acidez, a técnica da calagem com a utilização de corretivos do solo é a mais recomendada. Para Freire (2013), a utilização dos corretivos pode diminuir a acidez, além de estimular a atividade microbiana, favorecer a fixação de N e aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, neutralizando assim a toxicidade do alumínio.

O conceito de corretivo é dado de acordo com a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura, com redação dada pelo Decreto nº 8.384, de 2014, descreve corretivo da seguinte forma:

> "Produto de natureza inorgânica, orgânica ou ambas, usado para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, isoladas ou cumulativamente, não tendo em conta seu valor como fertilizante, além de não produzir característica prejudicial ao solo e aos vegetais"

Também de acordo com essa lei encontra-se o conceito do corretivo de acidez, que determina que um produto pode ser considerado assim se promover a correção da acidez do solo, além de fornecer cálcio e/ou magnésio.

O material mais utilizado para correção da acidez dos solos é o calcário, pois o mesmo é constituído de carbonatos de cálcio e magnésio em teores variáveis. O carbonato de cálcio é um sal de baixíssima solubilidade, mas a pequena dissolução que ocorre em presença de gás carbônico é suficiente para desencadear uma série de reações que resultam na neutralização da acidez do solo (Raij, 2011).

A dissolução do carbonato de cálcio em cálcio e bicarbonato é descrita por Raij (2011) através da seguinte formula:

$$CaCO_3 + H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$$
$$H^+ + OH^- \leftrightarrow H_2O$$
$$H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow H_2O + CO_2$$

Onde a hidroxila reage com o íon H^+ da solução presente no solo, resultando assim em água, e o bicarbonato terá sua reação com o $H^{+,}$ resultando em gás carbônico. Sendo assim essa reação possui a tendência de ocorrer para a direita enquanto houverem íons H^+. Deste modo, para que a reação de neutralização ocorra é necessário que o pH da solução esteja em equilíbrio com a acidez total, havendo simultaneamente a neutralização do íon Al^{3+}, que é precipitado na forma de $Al(OH)_3$.

Para que ocorra a neutralização, um corretivo necessita conter elementos denominados receptores de prótons, onde segundo Meneghetti (2018), os receptores caracterizam o poder de neutralização de um corretivo, com base nos componentes neutralizantes existentes no mesmo, que correspondem a cátions (Ca^{2+}, Mg^{2+}) associados aos seguintes ânions receptores de prótons (CO_3^{2-}, OH^-, O^- , SiO_3^{2-}), portanto nem todo Ca ou Mg presente em rochas calcárias terão capacidade neutralizante.

Para a utilização do calcário, é necessário calcular a necessidade de calcário para a correta neutralização da acidez do solo, para isto, alguns métodos são utilizados para o cálculo da NC, são eles: o da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis e o Método da Saturação por Bases. A NC tem, segundo Raij (2011), o objetivo de neutralizar a acidez até uma condição desejada, que irá depender de fatores como o objetivo que se deseja atingir, do método escolhido e do comportamento das culturas em relação a acidez.

A saturação por bases é um dos métodos mais utilizados para a correção da acidez (Silva, 2008; Schlindwein, 2014). Este é um método que se baseia na relação existente entre a saturação por bases identificada pela letra “V” e a acidez ativa dos solos, que é identificada na maioria dos resultados por meio do pH em água (1:25) (Guarçoni, 2017). Ainda segundo Guarçoni (2017), neste método se propõe uma saturação por bases pré-definida para o solo, com o objetivo de atingir um nível de pH

que favoreça o desenvolvimento radicular e a disponibilidade dos nutrientes, fornecendo também Ca e Mg, alcançando assim elevada produção da cultura utilizada.

A forma utilizada para o cálculo da NC é:

$$NC = T\ (V_2 - V_1) \div PRNT \div 10 * p$$

Onde:

NC = Necessidade de calcário em tonelada de calcário ha^{-1}

T = CTC = capacidade de troca catiônica ($mmol_c\ dm^{-3}$)

V_2 = % de saturação por base desejada

V_1 = % de saturação por base encontrada pela análise do solo

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do calcário (Fornecido pelo fabricante)

p = Fator de profundidade de incorporação do calcário (1 para 0-20 cm ou 1,5 para 0-30 cm).

1.3 Importância da calagem na acidez do solo

1.3.1 Influência da calagem sobre a produtividade das culturas

Conforme Fonseca (2015) a acidez do solo é um fator que limita o rendimento das culturas, isso pode ser explicado pois os solos ácidos possuem em sua composição dois elementos químicos: alumínio e manganês que em níveis elevados são tóxicos para as plantas, o que resulta em um baixo aproveitamento de nutrientes.

As plantas forrageiras reagem de maneira distinta quanto à acidez do solo, algumas conseguem se adaptar, apresentando produções medianas em solos considerados ácidos, entretanto, outras, precisam de solos com pH mais elevado para conseguir se estabelecer e apresentar uma boa produção (Santana, 2010).

Nolla e Anghinoni (2004) afirmaram que a perda da potencialidade do solo é causada pela baixa disponibilidade de nutrientes no solo e à elevada concentração de alumínio em solução. A presença do alumínio em níveis elevados leva ao engrossamento das raízes além de seu menor crescimento (Taylor, 1988). De acordo com esses autores, em solos com pH abaixo de 5,5 o alumínio começa a ter efeito tóxico sobre as plantas, principalmente na raiz, que passa a obter menor espaço devido ao engrossamento de suas raízes levando a planta a ter uma menor absorção de nutrientes e água, esses efeitos tendem a aumentar à medida que o pH do solo diminui.

As raízes são as mais afetadas quando em um meio ácido, justamente por serem as responsáveis pela absorção dos nutrientes para as plantas. Neste sentido, Taiz et al. (2017) afirmam que as raízes possuem a capacidade de "lidar" com as alterações existentes em seu ambiente local, por meio de gravitropismo, tigmotropismo, quimiotropismo e hidrotropismo, assim, seu crescimento ocorre em direção aos recursos nele existentes. Ainda segundo esses autores, é correto dizer que a amplitude na qual as raízes proliferam dentro de uma mancha de solo varia com as concentrações de nutrientes, com isso, em solos pobres, ou que possuem suas disponibilidades de nutrientes afetadas pela acidez do solo, o crescimento das raízes é mínimo, à medida que as disponibilidades de nutrientes aumentam no solo, as raízes proliferam.

Prado e Barion (2009) em experimento conduzido em casa de vegetação, avaliando os efeitos da aplicação de calcário no solo e aspectos produtivos do capim Tifton 85, observaram que a calagem apresentou efeitos significativos no crescimento do capim, e que a máxima produção de massa seca ocorreu com uma saturação por bases de 67%.

Guelfi et al. (2013) em experimento com tubos de PVC de 20 cm de diâmetro, com o objetivo de avaliar as características estruturais e produtivas do capim-Marandu (Urochloa brizantha cv. Marandu) sob o efeito de corretivos da acidez, gesso e da compactação do solo, observaram que a ausência de calagem resultou em menor crescimento radicular, pois o solo apresentava um pH ácido de 4,4 e baixos níveis de Ca e Mg, além de uma saturação por alumínio de 76%, mostrando assim a importância da calagem para o desenvolvimento das plantas, especialmente do sistema radicular.

1.4 Influência da rebrota sob o desempenho das forrageiras

Para que se obtenha sucesso entre a produtividade e a perenidade de uma forrageira em um sistema de produção é necessário observar as características, que influenciam em sua capacidade de se restabelecer, dentre as características que conferem a planta a sua capacidade de se manter produtiva após o pastejo excessivo ou longos períodos de corte destaca-se a rebrota.

A rebrota da forrageira está diretamente ligada à capacidade da planta de se reconstituir em uma nova área foliar capaz de realizar a fotossíntese após a desfolhação, seja após um corte ou após o pastejo, sendo que possuem influência da decapitação do perfilho, do conteúdo endógeno de compostos orgânicos como os açúcares, e a área foliar residual. (Alexandrino, 2008)

Dentre essas características os carboidratos de reserva das plantas são considerados como a principal fonte de reserva de energia para o desenvolvimento de forrageiras perenes. Porém, Carvalho (2001) relata que a recuperação de forrageiras após o corte ou o pastejo intenso é dependente da variável índice de área foliar residual remanescente, pois em seu trabalho identificou uma relação inversa entre a velocidade com que a forrageira se recuperava e a área foliar inicial que a mesma apresentava, assim como o grau de desfolha gerado na planta.

Cecato et al. (2001) justificam esse fato por meio do tecido fotossintético residual, relatando que quando há um equilíbrio entre a fotossíntese e a respiração, causada pelo tecido residual, esse novo crescimento é condicionado pelo produto resultante da fotossíntese, sendo assim, a altura do pastejo ou do corte irá influenciar na área foliar remanescente determinando assim o uso das reservas energéticas.

O sistema radicular das plantas também possui influência na rebrota e persistência das plantas, pois contém carboidratos de reservas que auxiliam no desenvolvimento das forrageiras. Porém, segundo Soares Filho et al. (2001), os carboidratos de reservas das raízes possuem uma melhor eficiência somente quando a área foliar remanescente não é capaz de realizar a fotossíntese necessária para rebrota.

Outro fator descrito inicialmente por Volenec et al. (1996) é o nitrogênio que também pode atuar como reserva orgânica das plantas, onde o armazenamento de N contribui para a rebrota da mesma, porém, a aplicação de nitrogênio é capaz de promover os níveis de carboidratos não estruturais das forrageiras, levando assim a uma redução dessas reservas, pois irá influenciar no crescimento, utilizando os carboidratos presentes na base do caule e nas raízes.

Lupinacci (2002) buscou avaliar os níveis de reservas orgânicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetida a diferentes intensidades de pastejo, verificou que o pasto responde de diferentes maneiras a depender da altura de manejo empregada, sendo que quando o pasto é mantido em maiores alturas, o teor de carboidrato não estruturais é maior, com isso ocorre um maior acúmulo de reserva energética, pois as plantas utilizarão as reservas presentes no caule e nas raízes em menor quantidade.

1.5 Calcário Líquido

Atualmente vem sendo desenvolvidas novas tecnologias que visam melhorar o ambiente radicular, para que ocorra o desenvolvimento das culturas mais rapidamente, podendo servir como complemento ou substituto da aplicação do calcário a lanço, sem incorporação. (Nascente e Cobucci, 2015)

Ainda segundo Nascente e Cobucci (2015), a aplicação de solução de micropartículas de carbonato de cálcio pode proporcionar a reação do calcário com o solo, de maneira mais rápida, aumentando assim o pH do solo e a disponibilidade de fósforo para as plantas, consequentemente resultando em maior produtividade da cultura.

O calcário líquido se configura como um fertilizante fluido, com alta concentração que serve para uso via solo, sendo utilizado para correção da acidez potencial em solos com diversas culturas que necessitem de cálcio e magnésio. Foi desenvolvido com a finalidade de facilitar a absorção imediata dos nutrientes pela raiz da planta. (NUTRIFERT, 2019).

Segundo o fabricante o mesmo não necessita de incorporação no momento da aplicação, somente de chuva ou irrigação para que seja realizado o transporte através do solo, sua ausência da necessidade de incorporação é devido ao fato de ser um produto formado por micropartículas e ter sua mobilidade entre o solo de maneira mais eficiente e rápida comparada ao calcário em pó, fato esse comprovado por Soratto & Crusciol (2008), na qual constataram que para que ocorra a reação em profundidade é necessário que o calcário se mova para camadas mais profundas.

Neste sentido, Bambolim et al. (2015) ao avaliarem o efeito da aplicação do calcário líquido e do calcário convencional em amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico acondicionadas em recipientes com capacidade para 0,4 dm^3 de solo, verificaram que o calcário líquido não foi eficaz na correção da acidez do solo e não conseguiu reduzir a saturação por alumínio e acidez potencial, apenas elevando a concentração de Ca no solo. Entretanto, a aplicação do calcário convencional proporcionou a correção da acidez do solo, confirmando assim os efeitos do calcário convencional observados na literatura.

Silveira et al. (2014) avaliando a velocidade de reação do calcário líquido na camada superficial de um Latossolo Vermelho distroférrico, observaram que o calcário líquido não foi capaz de alterar o pH do solo em 30 dias, sendo assim, não podendo ser indicado como substituto do calcário em pó.

Em contrapartida, Quartezani et al. (2015) em estudo do efeito residual do calcário líquido na acidez do solo da cultura do café conilon, em lavoura comercial com lâmina d'água auxiliar por irrigação localizada de microgotejador e vazão média de 16 L h^{-1}, observaram que nas condições do experimento o corretivo apresentou um rápido poder de reação e neutralização da acidez para o primeiro mês da avaliação, sendo assim, pode ser utilizado como forma complementar a calagem convencional, para suprir as exigências iniciais de aplicação.

1.6 *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

O gênero *Brachiaria* possui cerca de 90 espécies, com seu principal centro de origem e variedades na África oriental, possuindo grande diversidade tanto morfológica quanto fenológica. Mesmo com essa grande variedade, poucos ecótipos são explorados comercialmente, no Brasil, estima-se que aproximadamente 40 milhões de hectares são plantadas com gramas desse gênero, onde 85% são B. *decumbens* cv Basilisk e B. *brizantha* cv Marandu (Sousa, 2018).

A *Brachiaria brizantha* apresenta destaque pois são os capins mais utilizados no Brasil, possuindo grande variedade de cultivares que apresentam as mais diversas características, são utilizados em todas as fases de criações, seja ela cria, recria ou engorda, justamente pois se adaptam a todas as regiões, adaptando-se também a solos com alta e baixa fertilidade. Entretanto, conforme Valle (2004), as espécies desse gênero, de um modo geral possuem seu potencial comercial reduzido devido à susceptibilidade a cigarrinha das pastagens.

O crescimento da atividade pecuária implica no desenvolvimento de novos cultivares com melhor desempenho e eficiência na utilização dos insumos, com isso aumenta-se a demanda por variedades melhoradas e novos cultivares que são lançados periodicamente adaptados aos mais diversos ecossistemas do país (Souza, 2010).

Dentre as cultivares existentes a MG13 Braúna é uma cultivar lançada em 2015 pelo grupo Matsuda e que segundo a mesma, possui uma rápida capacidade de rebrota, com boa produção de forragem e qualidade nutricional. Com relação as características morfológicas, possuem um intenso perfilhamento e boa relação folha-colmo com perfilhos finos.

Em trabalho realizado por Boss et al. (2017), com o objetivo de verificar o nível de proteína de forragens de clima tropical, comparou brachiárias de gênero *brizantha*, como: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *B. brizantha* cv. Braúna; *Brachiaria brizantha* cv. MG5 Vitória; *B. brizantha* cv. MG4, encontrando valores de 6,19%; 11,48%; 8,31% e 16,8%, respectivamente, com isso, observou-se que dentre as braquiárias do gênero brizantha estudadas, a cultivar Braúna e a MG14 apresentam

maior teor de proteína bruta em estádio reprodutivo, promovendo assim maior estímulo da fermentação ruminal.

Segundo Gomes (2018), a MG 13 Braúna é recomendada para solo de média a alta fertilidade, com taxa de semeadura de 5,0 kg/ha de sementes puras e viáveis (SPV). Deve ser semeada em solo bem preparado, ou em plantio direto, entre 2 a 5 cm de profundidade, além de poder ser utilizada no pastejo direto e na produção de feno, possuindo boa palatabilidade e teor de proteína na matéria seca de 9 a 12%.

1.7 Referências

AMARAL, A.S. **Mecanismos de correção da acidez do solo no sistema plantio direto com aplicação de calcário na superfície.** 2002. 107p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFGRS. Porto Alegre.

BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N.F.; JUNIOR, G.F.S.; FERBONINK, G.F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-ms, v. 2, n. 3, p.34-38. 2015.

BARBERO, L.M.; BASSO, K.C.; IGARASI, M.S.; PAIVA, A.J.; BASSO, F.C. Respostas morfogênicas e estruturais de plantas tropicais submetidas à desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 4, p. 321-330, 2015.

BOSS, L.; ARBOITTE, M.Z.; ANASTÁCIO, M.D.; MACHADO, S.W.; PEREIRA, V.A.; THUROW, J.M. Nível de proteína bruta de gramíneas de clima tropical em estádio reprodutivo. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 6., 2017, Criciúma. **Anais...** Criciúma: SICT-Sul, 2017. p. 884 - 884.

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980.

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações Agronômicas**, v. 141, n. 1, p. 1-13, 2013.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARVENALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Non structural carbohydrates and herbage accumulation in Cynodon spp. swards under continuous stocking. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001.

CECATO, U.; CANO, C.C.P.; BORTOLO, M.; HERLING, V.R.; CANTO, M.W.; CASTRO, C.R.C. Nonstructural carbohydrates, total nitrogen and weight of roots in Coastcross-1 (Cynodon dactylon (L.) Pers) grazed by sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C. Nitrogen doses and sources in marandu pasture: I-changes in soil chemical properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1591-1599, 2008.

EBELING, A.G.; ANJOS, L.H.C.; PEREZ, D.V.; PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 429-439, 2008.

FAGERIA, N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 36, n. 11, p. 1419-1424, 2001.

FONSECA, P.R.B. Aplicação de diferentes tipos de calcário na cultura do milho. **A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra**, Dourados - Ms, v. 4, n. 7, p.43-51,. 2015.

FREIRE, L.R. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

GOMES, L.L.C. **Informações sobre recentes cultivares de gramíneas forrageiras para produção de bovinos de corte.** 2018. 28p. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

GUARÇONI, A. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. **Coffee Science** , Lavras, ano 2017, v. 12, n. 3, p. 327-336, 2017.

GUELFI, D.R.; FAQUIN, V.; SOUZA, M.A.S.; OLIVEIRA, G.S.; SANTOUCY, S.G.; BASTOS, E.A. Características estruturais e produtivas do capim-marandu sob efeitos de corretivos da acidez, gesso e compactação do solo. **Interciencia**, v. 38, n. 9, p. 681-687, 2013.

HELYAR, K. Manejo da acidez do solo a curto e a longo prazos. **Informações Agronômicas, Encarte Técnico**, n. 104, 2003.

LOPES, S.A. **Manual internacional de fertilidade do solo/ Tradução e adaptação**. 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 177p, 1998.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 174p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; ARAÚJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: **Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA-TEC-FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181., 2013.

MENEGHETTI, A.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes**. Curitiba: EDUTFPR, 2018.

NASCENTE, A.S.; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, , v. 62, n. 6, p.597-606,. 2015.

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

NUTRIFERT. **Corretivo Líquido**. Disponível em: <https://nutrifert.com.br/produtos/titanium-calcitec/> . Acesso em: 24 jan. 2019.

OLIVEIRA, C.M.R.; PASSOS, R.R.; ANDRADE, F.V.; REIS, E.F.; STURM, G.M.; SOUZA, R.B. Corretivo da acidez do solo e níveis de umidade no desenvolvimento da cana-de-açucar**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2010.

PEREIRA, L.E.T.; PASSOS, B.S.A.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; AVANZI, J.C. Adaptações morfológicas do capim-braquiária em resposta a calagem e severidades de corte. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 4, p.673-682. 2018.

PRADO, R.M.; BARION, R.D. EFEITOS DA CALAGEM NA NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA DO CAPIM TIFTON 85. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 218-224, 2009.

QUARTEZANI, W.Z.; PLETSCH, T.A.; CASTRO, F.S.; PEREIRA, V.R.R. EFEITO RESIDUAL DE CORRETIVO LÍQUIDO NA ACIDEZ DO SOLO NA CULTURA DO CAFÉ. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, v. 30, n. 2, p. 150-154, 2015.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

SANTANA, G.S.; BIANCHI, P.P.M.; MORITA, I.M.; ISEPON, O.J.; FERNANDES, F.M. Production and bromatologic composition of grass-mombaça (Panicum maximum Jacq.), submitted to different sources and doses of acidity corrective. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 241-246, 2010.

SCHLINDWEIN, J.A.; MARCOLAN, A.L.; PASSOS, A.M.A.; MILITÃO, J.S.L.T.; FIORELLI-PEREIRA, E.C.; PEREIRA, A.P.M.; TONINI, J. Atualizações em calagem de solos em Rondônia. In: **Embrapa Rondônia - Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: REUNIÃO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2., 2014, Porto Velho. Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental: anais. Porto Velho: SBCS, 2014., 2014.

SILVA, V.; MOTTA, A.C.V.; MELLO, V.F.; LIMA, V.C. Soil acidity parameters as related to clay mineralogy. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 551-559, 2008.

SILVEIRA, B.S.; XAVIER, A.L.; PINTO, S.I.C.; NASCIMENTO, F.C.; DUARTE, P.A.S. Avaliação da velocidade de reação do “corretivo” líquido na camada superficial de um Latossolo Vermelho distroférrico. In: SEMANA DE CIêNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG CAMPUS BAMBUÍ, 7., 2014, Bambuí - Mg. **Resumo....** Bambuí - Mg: Ifmg, 2014. p. 1 - 5.

SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L.; ROMA, C.F.C.; JOBIM, C.C.; BELONI, T.; PERRI, S.H.V. Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2415-2426.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.675-688, 2008.

SOUSA, C.C. **Previsão de massa seca de Brachiaria brizantha e ganho de peso por bovinos**. 2018. 105p. Tese (Doutor em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do Solo. 1.ed. Minas Gerais: SBSC, 2007. p.205-274.

SOUZA, M.T.C. **Seleção de cultivares de forrageiras para o agreste alagoano.** 2010. 57p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – Alagoas.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. atual. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAYLOR, G.J . **The physiology of aluminum phytotoxicity**. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Eds.) Metals Ions in Biological Systems. New York: Marcel Dekker, p. 123-163, 1988.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS FILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. O Capim – Xaraés (Brachiaria brizantha cv. Xaraés na diversidade das pastagens de braquiarias). Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2004 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

VOLENEC, J.J.; OURRY, A.; JOERN, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, v. 97, n. 1, p. 185-193, 1996.

II - OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da aplicação de calcário líquido e calcário convencional em conjunto com a rebrota na correção da acidez do solo e características da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna.

2.2 Objetivos específicos

1. Avaliar o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna em resposta a aplicação do calcário líquido e calcário convencional e rebrota, pelas análises de crescimento, área foliar, características estruturais e produção de massa seca e de raiz;

2. Avaliar as respostas fisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna em resposta a aplicação do calcário líquido e calcário convencional e rebrota;

3. Avaliar a efetividade do calcário liquido e do convencional na correção da acidez do solo na camada de 0 a 20 cm em cada rebrota.

III - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Instalação do experimento

A pesquisa com *Brachiaria brizantha* cv. Braúna foi realizada em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga, BA (15°38'46'' de latitude sul, 40°15'24", de longitude oeste e com altitude média de 280 m), durante o período de dezembro de 2018 a abril de 2019.

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x3, sendo três correções do solo:

- Controle
- Calcário convencional
- Calcário líquido

E três rebrotas em intervalos de 21 dias, com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Foi utilizado um solo de textura Argila Arenosa (segundo protocolo de análise do solo) no qual foi coletado na fazenda Valeu Boi, localizada no município de Encruzilhada-BA. O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), após destorroado e passado em peneira com malha de quatro milímetros, foi realizada a coleta do material para análise de solo e o enchimento dos vasos, com capacidade para 14 L, com 10 kg de solo seco. Os resultados da análise do solo estão apresentados nas tabelas 1 e 2 a seguir apresentadas:

Tabela 1. Análise química da amostra de solo

pH	mg/dm³	cmolc/dm³ de solo								%		g/dm³
(H_2O)	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+	S.B	T	T	V	m	M.O
4,8	6	0,41	1,7	1,2	0,5	5,9	3,3	3,8	9,7	34	13	25

Tabela 2. Análise física da amostra de solo

Composição Granulométrica (g/kg)			Classe Textural
Areia	Silte	Argila	Argila Arenosa
495	85	420	

As temperaturas mínima, máxima e média de dentro da casa de vegetação (Figura 1) foram registradas durante todo período experimental por meio de um termo-higrômetro digital.

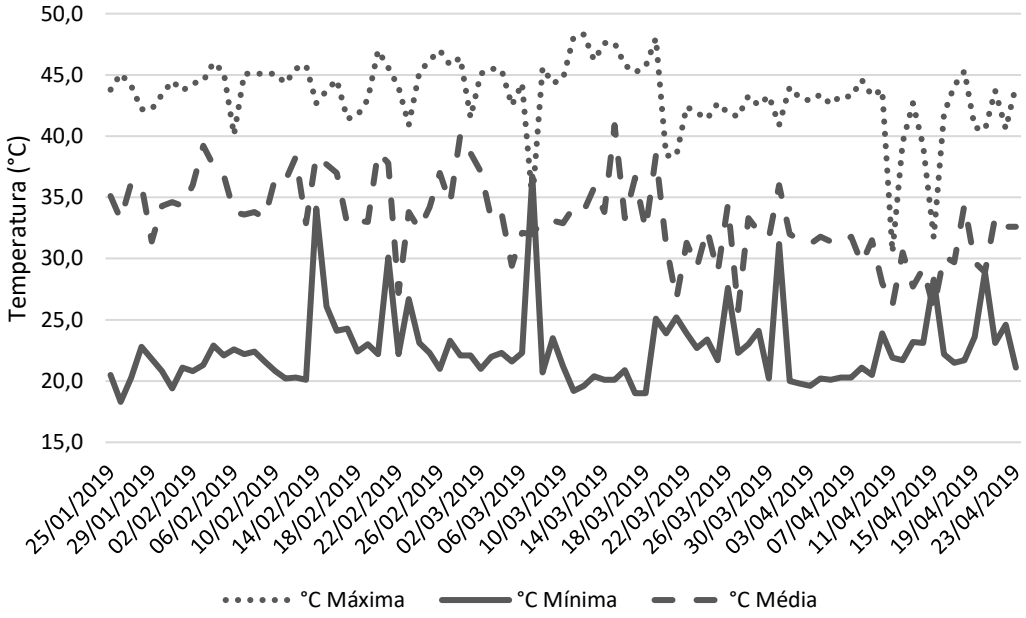

Figura 1. Temperatura (°C) máxima, mínima e média durante o período experimental (25/01/2019 a 23/04/2019)

O solo foi caracterizado como textura Argila Arenosa, e com os resultados da análise química do solo, de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Alvarez & Ribeiro, 1999), na qual a *Brachiaria brizantha* é definida como alto nível tecnológico, houve a necessidade da calagem, e aplicação de fósforo, não sendo necessária a aplicação de potássio. O fósforo apresentou baixa disponibilidade, sendo realizada uma aplicação de 110 kg de P_2O_5/ ha^{-1} correspondendo 0,78 $g.vaso^{-1}$ de superfosfato simples.

A adubação nitrogenada foi dividida em 3 aplicações, sendo a primeira realizada após a semeadura e as seguintes após cada corte, totalizando 150 kg N/ha^{-1} correspondendo a doses de 0,35 $g.vaso^{-1}$ de ureia por aplicação.

O critério adotado para recomendação da calagem foi a saturação por bases, onde foi preconizada para elevar-se até 45% para a *Brachiaria brizantha* cv. Braúna. Sendo assim, a partir dos cálculos realizados foi obtida a quantidade de 1,07 t/ha de calcário convencional, e para calcário líquido foi utilizada a proporção de 10 L (segundo recomendações do fabricante) para 1 ton do calcário convencional.

O calcário líquido utilizado no experimento possuía 16,5% de Ca, 3,5% de Mg e densidade de 1,67 g/ml, segundo informações fornecidas pelo fabricante. O calcário convencional foi o dolomítico com 29,0% de óxido de cálcio, 19% de óxido de magnésio e PRNT de 82,02%.

Após o enchimento dos vasos foi feita a aplicação em superfície do calcário líquido e do calcário convencional; posteriormente à aplicação do calcário, os vasos foram incubados durante 30 dias visando a neutralização da acidez do solo por meio da aplicação dos diferentes tipos de calcário, durante a incubação os solos foram mantidos em 80% de sua capacidade de campo, sendo a reposição realizada em intervalos de um dia.

Para determinação da capacidade de campo, todos os vasos com solo seco foram pesados, encharcados com água e, após escoamento total da água, pesados novamente, esse peso foi utilizado para reposição da água perdida por evapotranspiração.

30 dias após a incubação dos vasos, realizou-se o plantio da *Brachiaria brizantha* cv Braúna, utilizando-se cerca de 20 sementes por vaso, na profundidade de aproximadamente 2 cm. Passados 15 dias do plantio foi realizada a adubação com super fosfato simples e ureia. Após cada rebrota a adubação nitrogenada era realizada nos vasos remanescentes.

30 dias pós-germinação das sementes foi realizado um desbaste deixando-se 4 plantas por vasos, onde o critério utilizado foi o vigor e a homogeneidade das plantas. 20 dias após o desbaste foi realizado o corte de uniformização a 10 cm de altura do solo e a partir da uniformização iniciou-se as avaliações.

Ao final de cada período de corte, foram realizados os desmanches de quatro vasos por tratamento, sendo assim em cada intervalo de 21 dias eram desmanchados 12 vasos, obtendo-se desmanches aos 21, 42 e 63 dias contados a partir do corte de uniformização, a limpeza das raízes foi realizada com água corrente e foram avaliadas seu volume e massa seca. Antes de cada desmanche era realizado a coleta do solo em cada vaso na camada de 0 a 20 cm, realizando-se a coleta em quatro pontos dos vasos, onde eram combinadas para obtenção da amostra composta.

3.2 Avaliações

3.2.1 Produção e Matéria seca

Para a avaliação da matéria seca, os vasos de cada rebrota foram desmontados com o auxílio de água corrente, retirando-se as plantas inteiras, onde posteriormente foram dissecadas em folha, colmo, raíz e resíduo. A amostra de parte aérea foi considerada acima da linha de corte de 10 cm preconizada, e o resíduo correspondeu a produção abaixo da linha de corte, onde os dados de produção foram apresentados em kg MS. ha^{-1}, considerando-se a área do vaso de 0,07065 m^2.

Logo após o corte, o material coletado foi devidamente identificado e levado para o Laboratório de Anatomia e Fisiologia Ecológica de Plantas (LAFIEP) e pesado para a posterior determinação da produção de matéria seca da forragem.

Para a determinação da pré-secagem, o material identificado foi pesado a amostra verde e após pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55ºC por 72 horas, foi moído em moinho do tipo Wille, a aproximadamente 1 mm. Após a moagem foi realizada a determinação da matéria seca definitiva, seguindo a metodologia desenvolvida por (Detmann et al.,2012).

Para a avaliação das raízes, além da matéria seca, foi determinado o volume, para isso foi utilizada uma proveta com quantidade de água conhecida, onde a raiz

fresca foi introduzida e, por meio da diferença de volume observado, foi obtido o volume de raiz.

3.2.2 Composição bromatológica

Para a avaliação da composição bromatológica, determinou-se os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina segundo Detmann et al. (2012).

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimado (NDT_{est}) foram calculados segundo Capelle et al. (2001) com a seguinte equação:

$$NDT_{est} = 74,49 – 0,5635*FDA$$

3.2.3 Características morfogênicas e estruturais

Para o estudo do crescimento, 2 perfilhos por vasos foram marcados com fitas coloridas (verde e vermelha), onde após o corte de uniformização, foi avaliado a cada três dias, durante todo o período de crescimento as seguintes características: aparecimento do ápice foliar; comprimento do colmo; número de folhas; comprimento e largura da folha.

Com os dados obtidos durante as avaliações, realizou-se o cálculo das características descritas a seguir:

- Taxa de aparecimento foliar (TApF, folhas/perfilho/dia): obtida pela divisão do número de folhas surgidas nos perfilhos marcados de cada vaso pelo período de rebrotação;
- Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm/perfilho/dia): calculada pela diferença entre os comprimentos foliares, final e inicial, dividida pelo intervalo das medidas;

- Largura da folha/folíolo (LF, cm): largura média das lâminas foliares ou dos três folíolos (que constituem a folha do Java) completamente expandidos;
- Comprimento final da folha (CF, cm): foi obtido pela medida das folhas completamente expandidas, desde sua lígula até o ápice foliar.
- Taxa de alongamento do colmo (TAIC, mm/perfilho/dia): obtida pela diferença entre o comprimento final e inicial do colmo de cada perfilho, medido do nível do solo até a altura da lígula da folha mais jovem, dividida pelo intervalo das medidas;
- Comprimento final de colmo (CFC, cm)
- Comprimento total da planta (CTP, cm).

3.2.4 Área foliar e análises de crescimento

Para quantificar a área foliar, as folhas das quatro plantas, por vaso, foram escaneadas. As imagens digitalizadas foram utilizadas para a determinação das áreas foliares pelo programa computacional ImageJ. Esse programa determina a área da imagem ocupada pelas folhas pelo contraste com a área não ocupada.

Os cálculos de área foliar (AF), área foliar específica (AFE, cm^2/g), índice de área foliar (IAF), e razão área foliar (RAF, cm^2/g), foram realizados conforme equações definidas por Cairo, Oliveira & Mesquita (2008).

3.3 Análises fisiológicas e bioquímica

3.3.1 Clorofilas e carotenoides

No dia anterior a cada corte, foi realizada a coleta das folhas para a avaliação da clorofila e a leitura das folhas pelo método SPAD. Foi coletada uma folha por vaso, as folhas escolhidas foram as completamente expandidas, a coleta ocorreu sempre por volta das 10 horas da manhã.

A determinação dos teores de clorofila e carotenoides foi realizada segundo a metodologia descrita por Hiscox & Israelstam (1979), onde aproximadamente 0,03 g da massa fresca da folha coletada de cada vaso foi colocada em um frasco de vidro contendo 5ml de Dimetilsulfóxido (DMSO) e envolvidos com papel alumínio, após identificados os frascos foram deixados no escuro por 72 horas. Após as 72 horas foi realizada a quantificação em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 665, 649 e 480 nm. Os cálculos das clorofilas e dos carotenoides foram realizados por meio das seguintes fórmulas (Wellburn, 1994), com os valores ajustados para $mg.g^{-1}$ de matéria fresca:

- Clorofila *a* = (12,19 x A665) – (3,45 x A649);
- Clorofila *b* = (21,99 x A649) – (5,32 x A665);
- Clorofilas totais = Clorofila *a* + Clorofila *b*;
- Razão clorofila *a*/*b:* Clorofila *a* / Clorofila *b*;
- Carotenoides = [1000 x A480 – (2,14 x Clorofila *a*) – (70,16 x Clorofila *b*)] / 220.

3.3.2 Açúcares solúveis totais e amido

Para a determinação dos açúcares solúveis totais, amostras secas de folha e colmo foram previamente moídas em moinho de bola. Os açúcares solúveis totais (AST) foram extraídos por meio da homogeneização de 300 mg de massa seca, em 12 mL de tampão K_2PO_4 100 mM (pH 7,0), acrescida de 20 mM de ácido ascórbico, seguido de centrifugação a 4.000 rpm por 20 minutos e de coleta do sobrenadante. O processo foi realizado mais duas vezes, e os sobrenadantes obtidos em cada centrifugação foram combinados.

Para o amido foi utilizado o pellet de resíduo e raiz, obtido da extração dos açúcares solúveis, onde foram adicionados 5 mL do tampão acetato de potássio 200 mM (pH 4,8) e colocado em banho-maria a 100ºC por 5 minutos. Em seguida, foi resfriado até atingir em torno de 50ºC, em seguida foi adicionada a solução enzimática, contendo 11 unidades da enzima amiloglucosidase. Essa mistura permaneceu em banho-maria a 50ºC por duas horas, sob agitação constante. Após a incubação, realizou-se uma centrifugação a 4000 rpm por 20 minutos, o sobrenadante foi coletado e o volume completado para 5 mL com o mesmo tampão.

Os açúcares solúveis totais e amido foram quantificados pelo método da Antrona (Dische, 1962).

3.4 Estatística

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico SAS - Free Statistical Software, SAS University Edition. Foi realizada a análise de variância, considerando como fontes de variação a fonte de calcário, rebrota e a interação entre a fonte de calcário e a rebrota. A comparação entre os efeitos da fonte de calcário e a rebrota foram realizadas pelo teste Tukey. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação não foi significativa (P>0,05) para o pH do solo e saturação por bases observado na camada de 0 a 20 cm (Tabela 3). O pH foi influenciado (P<0,05) individualmente pela calagem e pelo período de rebrota, onde para o período de rebrota, os maiores valores de pH observado se deu na 1ª e 2ª rebrota. Para o efeito da calagem, observou-se melhor eficiência do calcário convencional no aumento do pH do solo até o valor máximo de 5,39.

O pH exerce um papel de suma importância no solo, pois, determina a disponibilidade dos nutrientes, além da assimilação dos nutrientes pelas plantas, a adição de calcário no solo diminui a capacidade de absorção dos ânions, aumentando a atividade biológica e a mineralização dos componentes orgânicos, provocando assim aumento no pH e produtividade das culturas (Sousa, 2017).

A diminuição do pH ocorrida na 3ª rebrota pode ser explicada pela quantidade de adubações nitrogenadas realizadas, visto que na 3ª rebrota ocorreu a terceira aplicação, e conforme observado por Costa et al. 2008, durante a transformação no solo, ocorre o processo de nitrificação, no qual há a conversão do íon amônio para o íon nitrato, onde os fertilizantes nitrogenados liberam íons H+ na solução do solo, e com isso causam a redução do pH.

David et al. (2018) em trabalho de comparação entre o calcário líquido e o convencional na correção do solo, com 4 tratamentos, sendo eles: calcário convencional, calcário convencional + calcário líquido, calcário líquido e controle, concluíram que o calcário convencional foi superior ao calcário líquido para a elevação do pH.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mantovanelli et al. (2019), no qual avaliaram a eficiência de diferentes doses do calcário líquido ao longo do tempo em comparação ao calcário em pó na correção do pH, esses autores observaram que o calcário líquido foi ineficiente, tendo sua ação limitada aos primeiros 14 dias de incubação, afirmando-se assim que o calcário líquido poderia ser utilizado somente como complemento ao calcário convencional, pois, esse apresenta reação e efeito residual por períodos mais longos. Contudo, resultados divergentes foram observados

por Nascente e Cobucci (2015), que tiveram respostas favoráveis na aplicação do calcário líquido no aumento do pH e produção da cultura do cafeeiro.

A saturação foi influenciada (P<0,05) individualmente pela calagem e pelo período de rebrota, onde para o período de rebrota, a maior saturação foi observada na 1ª, chegando a 45%. Para o efeito do tratamento, observou-se melhor desempenho do calcário convencional no aumento da saturação por bases, conseguindo elevar o valor inicial de 34% para os 45% desejado para cultura da *Brachiaria brizantha*.

Quando se define determinado nível de saturação por bases desejado (V esperado ou Ve), busca-se atingir os níveis ideais de pH que beneficiem o bom desenvolvimento radicular e a adequada disponibilidade de nutrientes, além do fornecimento de Ca e Mg pelas fontes de calcário, com o objetivo de alcançar altas produções da cultura de interesse (Guarçoni, 2017).

O calcário líquido apresentou pequeno aumento na saturação na 1ª rebrota, apresentando um efeito residual baixo, pois para a 2ª e 3ª rebrota foram observadas reduções elevadas na saturação devido a sua baixa capacidade de elevação do pH na dose recomendada pelo fabricante.

Esse comportamento na diminuição do pH e redução da saturação observada principalmente na 3ª rebrota, ocorre devido à correlação positiva existente entre essas variáveis, onde o pH do solo aumenta ou diminui proporcional e concomitantemente à saturação por bases (Batista et al., 2015; Silva et al., 2007).

Alves (2015) em trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de níveis de calcário líquido sobre os atributos químicos de solos cultivados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça, também não observou alterações da saturação por bases do solo nas doses utilizadas de 5, 10 e 15 vezes a necessidade de calcário utilizada.

Tabela 3. Efeito da calagem e da rebrota no pH do solo e na saturação por bases (V%) observado na camada de 0 a 20 cm.

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV[1]	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
pH	5,21 a	5,22 a	5,00 b	5,02 b	5,39 a	5,02 b	3,94	0,0220	<.0001	0,8587
V%	45,54 a	41,08 ab	35,38 b	35,38 b	48,58 a	38,04 b	16,80	0,0044	0,0001	0,8921

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação não foi significativa (P>0,05) para a produção de massa seca de parte aérea, de resíduo e raíz, assim como para razão folha/colmo e volume de raíz (Tabela 4). A produção de parte aérea foi influenciada (P<0,05) pelo período de rebrota, onde a maior produção ocorreu na 1ª rebrota.

O efeito da rebrota na produção de massa seca de parte aérea se deu pela redução na produção ao longo das rebrotas, resultado esse que pode ser explicado pela quantidade de cortes sofridos pelas plantas, onde na 3ª rebrota a produção foi menor, efeito identificado também por Alexandrino et al. (2004), onde verificaram na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que os cortes frequentes reduzem o vigor de rebrota e com isso ocorre a redução na produção de massa seca.

A razão folha/colmo foi influenciada (P<0,05) pela rebrota, onde nota-se que na 3ª rebrota ocorreu a maior razão. Quanto mais alta for a razão maior a proporção de folha em relação ao colmo, implicando assim em uma forragem de maior valor nutritivo. Explica-se esse aumento através da dinâmica de crescimento da biomassa da parte aérea, pois com uma menor taxa de alongamento do colmo (TAIC), ocorre um aumento da densidade foliar, o que acarreta uma maior relação. Maior razão folha/colmo é um aspecto desejável, pois a folha é um dos componentes morfológicos de melhor valor nutritivo (Fonseca & Santos, 2009).

A produção de massa seca de resíduo foi influenciada (P<0,05) pelo período de rebrota, sendo que a maior produção se deu na 3ª rebrota. O resultado observado mostra relação existente com a produção da parte aérea, onde teve o efeito inverso, a altura de corte foi de 10 cm em todos os cortes realizados. Como supracitado, a maior produção de resíduo observada na 3ª rebrota implica no menor desenvolvimento de colmo e folha, o que leva a uma maior produção da biomassa abaixo da linha de corte preconizada inicialmente.

A produção de raiz foi influenciada (P<0,05) pelo período de rebrota e pelo tratamento no solo. Onde se observou que para o período de rebrota, a maior produção ocorreu na 3ª rebrota, e na calagem, o calcário convencional, apresentou maior produção quando comparado aos demais tratamentos.

Ao longo das rebrotas observou-se um crescimento na produção de raiz, tal resultado é explicado pelo tempo e quantidade de rebrotas que a planta foi induzida,

sendo que a menor produção de raiz, ocorrida na 1ª e 2ª rebrota, ocorreu, pois, as plantas permaneceram no experimento por 21 e 42 dias corridos, respectivamente, após o corte de uniformização, e a maior produção ocorrida na 3ª rebrota foi obtida uma vez que as plantas seguiram nos vasos por 63 dias após o corte de uniformização, tendo assim a possibilidade de ter seu desenvolvimento radicular mais duradouro.

Já para o efeito do tratamento na produção de raiz, observou-se que o tratamento que recebeu o calcário convencional apresentou maior produção, com aproximadamente 50% a mais quando comparado ao calcário líquido e ao controle, destarte, é possível afirmar que o calcário convencional foi eficiente na correção da acidez do solo, assim como observado na Tabela 3, o que influenciou na maior produção de massa seca da raiz.

A calagem possui grande influência no crescimento das plantas e no desenvolvimento das raízes, através do efeito da calagem na redução da toxidez por Al e Mn que restringem o crescimento das raízes e pela maior eficiência da raiz na fixação de N_2 pela planta, que permite o maior desenvolvimento do sistema radicular (Heinrichs et al., 2008; Leite et al., 2006).

A importância do desenvolvimento das raízes no crescimento das plantas se dá através da fixação da planta no solo e extração de água e nutrientes. Assim, é possível observar a produtividade de culturas que possuem rápido desenvolvimento do sistema radicular, pois a sua ocupação nas diferentes camadas do solo, comprimento e volume, são os responsáveis por mudanças na produtividade da parte aérea das forrageiras (Corsi et al., 2001).

Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2000), com o objetivo de avaliar o desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes correções de fertilidade do solo, constataram que o desenvolvimento radicular se deu em função da fertilidade do solo, onde a adição de calcário modificou as condições de umidade e fertilidade originais observadas no solo, sendo capaz de influenciar as condições de produção da massa seca da raiz em relação aos demais tratamentos.

O volume foi influenciado ($P<0,05$) pelo período de rebrota, cujo maior valor foi observado na 3ª rebrota, com 224,17 mL, fato esse explicado pelos dias que os

tratamentos permaneceram nos vasos, onde 1ª e 2ª rebrota tiveram menores tempos para seu desenvolvimento.

Diferentemente do comportamento observado para a produção de massa seca de raiz, onde o calcário convencional apresentou melhor desempenho, o volume de raiz não apresentou diferença (P>0,05), entre os tratamentos, tal fato pode ser explicado pelo efeito da acidez nas raízes, onde se sabe que um dos efeitos do alumínio sobre as plantas é o engrossamento da ponta de suas raízes, também podendo apresentar pontas amareladas, degeneradas, tortuosas, com ramificação secundária e diminuição dos pelos absorventes de nutrientes (Miguel et al., 2010). Logo, mesmo com menores produções de raízes para os tratamentos calcário líquido e controle, os mesmos apresentaram volume semelhante às raízes do calcário convencional, devido ao engrossamento de suas raízes.

Tabela 4. Efeito da calagem e da rebrota sobre a produção de massa seca de parte aérea (PMSPA), massa seca de resíduo (PMSRE), massa seca de raíz (PMSRA), razão folha/colmo e volume de raíz da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV[1]	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
PMSPA[2]	856,99 a	530,21 b	452,36 b	629,01 a	600,25 a	610,29 a	22,31	<,0001	0,8729	0,2860
PMSRE[2]	585,11 b	568,92 b	1191,68 a	849,96 a	779,43 a	716,31 a	19,94	<,0001	0,1294	0,2963
PMSRA[2]	571,80 b	822,47 b	1135,57 a	555,95 b	1241,39 a	732,51 b	27,43	0,0013	<,0001	0,1075
Razão folha/colmo	2,43 b	2,42 b	3,55 a	2,81 a	2,84 a	2,74 a	15,95	<,0001	0,8704	0,2235
Volume de raíz[3]	160,00 b	198,75 ab	224,17 a	181,67 a	207,50 a	193,75 a	20,25	0,0018	0,2903	0,8606

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. [2]kg/ha. [3]mL. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre o período de rebrota e a calagem não foi significativa (P>0,05) para nenhuma das variáveis avaliadas na morfogênese (Tabela 5). Para a taxa de aparecimento foliar (TApF) não houve influência da calagem e nem da rebrota. A TApf apresenta-se como um fator principal na morfogênese, pois influencia diversos componentes da planta como a área foliar, tamanho da folha e número de folhas por perfilho (Difante, 2011; Nabnger & Pontes, 2001).

Para a largura final da folha (LFF), comprimento final da folha (CFF), taxa de alongamento foliar (TAIF), comprimento final do colmo (CFC) e taxa de alongamento do colmo (TAIC), houve efeito da rebrota para todas essas características (P<0,05).

A largura final da folha (LFF), comprimento final da folha (CFF) e o comprimento final do colmo (CFC) tiveram seus resultados semelhantes aos observados para a taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC), mostrando a relação existente entre essas características. Para essas características, os maiores valores observados foram obtidos na 1ª rebrota, com consequente redução entre as rebrotas analisadas.

Dentre essas características a TAIF, segundo Costa et al. (2013) é a variável morfogênica mais correlacionada a produção de matéria seca, sendo assim um estimador do vigor de rebrota da planta, onde com a TApF, determina o tamanho da superfície fotossintetizante, por meio da influência observada no comprimento e largura final das folhas, deste modo, é possível explicar o fato da redução dos valores dessas características ao longo das rebrotas, indicando assim um baixo vigor de rebrota da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna nas condições realizadas com intervalos de cortes de 21 dias a 10 cm de altura.

Para o comprimento total da planta observou-se efeito para a calagem e rebrota (P<0,05). Para o efeito da rebrota, nota-se que ao longo das rebrotas houve uma redução do CTP, com menor comprimento observado na 3ª rebrota, podendo ser explicado pelo baixo vigor de rebrota por meio do corte dos perfilhos a 10 cm e intervalo de corte de 21 dias utilizados no experimento, causando a diminuição da área fotossintética das plantas, que tiveram sua capacidade iniciais de crescimento influenciadas.

O calcário convencional apresentou maior comprimento total comparado aos demais tratamentos, causado principalmente pela correção da fertilidade do solo que

segundo observado por vários autores, através da calagem, ocorre uma maior disponibilidade, absorção e translocação dos nutrientes para as plantas, podendo-se assim alcançar bons níveis de produtividade e qualidade da forrageira (Benett et al., 2008; Malavolta, 2008; Oliveira et al., 2007; Sanches, 2003).

Esse efeito observado para a calagem se dá pelo aumento na disponibilidade de fósforo e diminuição da disponibilidade de elementos tóxicos, como o alumínio e o manganês, com reações para a formação de hidróxidos, que não são adsorvidos pela planta, favorecendo assim seu desenvolvimento.

Tabela 5. Efeito da calagem e da rebrota na taxa de aparecimento foliar (TApF), largura final da folha (LFF), comprimento final da folha (CFF), taxa de alongamento foliar (TAIF), comprimento final do colmo (CFC), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e comprimento total da planta (CTP) de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna.

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV[1]	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
TApF (folha/dia)	0,097 a	0,097 a	0,092 a	0,098 a	0,091 a	0,097 a	10,21	0,2962	0,2165	0,5271
LFF (cm)	1,30 a	1,20 a	1,04 b	1,19 a	1,18 a	1,18 a	9,86	<,0001	0,9494	0,3455
CFF (cm)	31,32 a	22,75 b	20,27 c	24,44 a	25,11 a	24,79 a	6,86	<,0001	0,6343	0,6860
TAIF (cm/dia)	3,637 a	2,563 b	1,952 c	2,754 a	2,650 a	2,748 a	16,38	<0,001	0,8129	0,9810
CFC (cm)	18,86 a	18,63 a	14,64 b	17,67 a	17,34 a	17,12 a	18,62	0,0051	0,9160	0,6418
TAIC (cm/dia)	0,402 ab	0,462 a	0,296 b	0,419 a	0,390 a	0,352 a	28,56	0,0038	0,3371	0,8536
CTP (cm)	44,79 a	42,13 a	34,67 b	39,08 b	44,04 a	38,46 b	10,32	<,0001	0,0052	0,3488

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre a calagem e a rebrota foi significativa (P<0,05), influenciando na área foliar, índice de área foliar e razão área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna (Tabela 6).

As plantas que tiveram o solo corrigido com calcário convencional apresentaram na 1ª rebrota os menores valores para a área foliar e índice de área foliar, além disso, é possível verificar que para todos os tratamentos houve redução dessas características ao longo das rebrotas. A menor resposta do calcário convencional pode ser explicada por meio do direcionamento da energia para as partes componentes da planta, pois, como identificado na produção radicular, o calcário convencional beneficiou o desenvolvimento das raízes, implicando assim que as plantas estariam direcionando a energia da produção de massa seca de parte aérea para o desenvolvimento radicular.

Esse comportamento foi observado em revisão realizada por Barbero et al., (2014), no qual, afirmaram que reduções na área foliar durante o crescimento da planta, é causado pela redistribuição dos fotoassimilados para o crescimento da planta (raízes, colmos e perfilhos) em detrimento da produção de folhas.

Os maiores valores observados para os tratamentos na 1ª rebrota apresentam relação com a intensidade e o intervalo dos cortes realizados, os cortes realizados a 10 cm resultaram em uma menor área foliar remanescente devido à intensidade da desfolhação, onde segundo Costa (2004), com a maior intensidade de desfolha, a um acúmulo de resíduos com baixa atividade fotossintética, como colmo e folhas senescentes, resultando em uma baixa área foliar ao longo das rebrotas.

Para a interação observada para a razão área foliar observa-se que apesar da redução da razão ao longo das rebrotas, o tratamento controle apresentou igualdade das razões para as duas primeiras rebrotas, com redução diagnosticada somente na última rebrota. Essa redução demonstra que a diminuição da capacidade fotossintética, juntamente com o aumento da massa total da planta, causa um maior custo com atividades metabólicas como a respiração e a redistribuição de fotoassimilados para o crescimento da planta, resultando assim na diminuição da produção de folhas durante seu desenvolvimento (Junior et al., 2004).

Para Hunt (1990), esses fatores possuem variação em função de alterações na luminosidade, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes, com isso os

conhecimentos acerca das respostas morfológicas das espécies forrageiras ao ambiente são necessários.

Tabela 6. Efeito da calagem e da rebrota sobre a área foliar, índice de área foliar e razão área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

Rebrota	Calagem			Média	CV[1]	*P*-valor		
	Controle	Convencional	Líquido			R	C	R_xC
Área foliar (cm^2)								
1ª	3944,33 Aab	2787,52 Ab	4292,99 Aa	3674,95				
2ª	2416,22 Ba	2605,93 Aa	2698,13 Ba	2573,43	17,75	<,0001	0,0409	0,0177
3ª	2066,44 Ba	1985,48 Aa	1966,26 Ba	2006,06				
Média	2809,00	2459,64	2985,80					
Índice de área foliar								
1ª	4,62 Ab	4,87 Ab	5,77 Aa	5,09				
2ª	3,71 Bb	3,34 Bb	4,04 Ba	3,69	5,31	<,0001	<,0001	<,0001
3ª	2,92 Ca	2,71 Ba	2,52 Ca	2,71				
Média	3,75	3,64	4,11					
Razão área foliar (cm^2/g)								
1ª	10,10 Aa	10,62 Aa	12,60 Aa	11,11				
2ª	8,14 Aa	6,54 Ba	8,54 Ba	7,74	14,22	<,0001	0,0249	0,0396
3ª	5,43 Ba	4,47 Ba	4,48 Ca	4,79				
Média	7,89	7,21	8,54					

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os conteúdos de clorofila *a*, clorofila total, índice SPAD e área foliar específica não apresentaram efeito da interação e nem a influência da calagem e da rebrota (P>0,05) (Tabela 7). As leituras realizadas com o medidor SPAD-502 permitem obter índices que são altamente correlacionados com o teor de clorofila, onde segundo Gil et al. (2002) também podem identificar deficiência de nitrogênio, além de ter potencial de demonstrar situações onde seria necessária a aplicação adicional desse nutriente. Diante do exposto, não sendo observada diferença para esse índice entre os tratamentos, pode-se entender que devido a ambos os tratamentos terem recebidos doses iguais de nitrogênio, não foram observadas oscilações nesses índices.

Tabela 7. Efeito da calagem e da rebrota sobre o teor de clorofila *a*, clorofila total, índice SPAD e área foliar específica (AFE) de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV[1]	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
Índice SPAD	35,61 a	34,21 a	35,66 a	34,57 a	35,52 a	35,40 a	8,28	0,3971	0,6860	0,1421
Clorofila *a*	1,09 a	1,09 a	1,10 a	1,08 a	1,11 a	1,10 a	14,81	0,9786	0,8963	0,2782
Clorofila total	1,63 a	1,61 a	1,61 a	1,53 a	1,67 a	1,66 a	15,13	0,9754	0,3283	0,0573
AFE	45,55 a	51,11 a	47,98 a	50,65 a	45,31 a	48,69 a	13,20	0,1192	0,1348	0,0544

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre a calagem e a rebrota foi significativa (P<0,05), influenciando na concentração de clorofila *b*, carotenoides e relação clorofila *a*/*b* de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna (Tabela 8).

Ao realizar a análise dos tratamentos dentro de cada rebrota, observa-se que na 1ª e 3ª rebrota houve diferença estatística entre os tratamentos (P<0,05) quanto ao teor de clorofila *b* nas folhas da *Brachiária brizantha* cv. Braúna, onde para a 1ª rebrota os teores foram maiores para o calcário líquido e na 3ª rebrota para o calcário convencional.

Em relação às diferentes rebrotas dentro dos tratamentos nota-se que quando se utilizou o calcário convencional, o menor teor ocorreu na 1ª rebrota, com a 2ª e 3ª não apresentando diferenças entre si (P>0,05), sendo o inverso do observado na utilização do calcário liquido, no qual apresentou os maiores teores na 1ª rebrota, para o tratamento controle, não foi observada diferenças entre as rebrotas (P>0,05).

Quando analisado o comportamento da rebrota dentro dos tratamentos no teor de carotenoide, observa-se que para o tratamento controle não houve diferença entre as rebrotas, no entanto, o calcário convencional e o líquido apresentaram comportamentos antagônicos, onde enquanto o calcário convencional apresentou maiores teores de carotenoides na 1ª rebrota, e menores na 3ª rebrota, o inverso foi observado para o calcário líquido, não sendo observadas diferença estatística (P>0,05) entre os tratamentos com relação à 2ª rebrota, apresentando teores intermediários. Apresentando assim uma relação inversamente proporcional a observada para o teor de clorofila *b*.

A clorofila *b* e os carotenoides são denominados de pigmentos acessórios, auxiliando a clorofila *a* na absorção de luz e na transferência de energia para os centros de reação. Quando a molécula de clorofila *b* absorve luz, essa energia é transferida para a molécula da clorofila *a* que a transforma em energia química durante o processo de fotossíntese, já a principal função dos carotenoides é a de antioxidante, prevenindo a fotooxidação causada por altos níveis de irradiação na folha (Alves, 2004).

Segundo Streit et al. (2005), as clorofilas *a* e *b* são encontradas normalmente na proporção de 3:1, diante disso, com relação à razão clorofila *a*/*b*, realizando o desdobramento dos tratamentos dentro das rebrotas, nota-se que para todas as rebrotas

houve diferença estatística entre os tratamentos (P>0,05) onde para a 1ª rebrota, o calcário convencional apresentou maior razão com 2,79 e o calcário líquido apresentou menor razão, para a 2ª rebrota, o tratamento controle apresentou maior razão quando comparado as fontes de calcário, já na 3ª rebrota, o calcário convencional com 1,67 representou a menor razão para essa variável.

Para o comportamento das rebrotas dentro dos tratamentos nota-se que diferentemente dos outros tratamentos, o calcário convencional apresentou diminuição da razão ao longo das rebrotas, com menor valor na 3ª rebrota, esse fato pode ser explicado pelo aumento do teor de clorofila *b* ao longo das rebrotas para o calcário convencional, que contribuiu para o decréscimo da razão clorofila a/clorofila *b*.

Tabela 8. Efeito da calagem e da rebrota sobre o teor de clorofila *b*, carotenoides e razão clorofilas *a*/*b* de *Brachiária brizantha* cv. Braúna

	Calagem					*P*-valor		
Rebrota	Controle	Convencional	Líquido	Média	CV[1]	R	C	R_xC
Clorofila *b* (mg /g de matéria fresca)								
1ª	0,47 Ab	0,41 Bb	0,76 Aa	0,55				
2ª	0,44 Aa	0,63 Aa	0,49 Ba	0,52	16,51	0,6107	0,0067	<,0001
3ª	0,44 Ab	0,66 Aa	0,43 Bb	0,51				
Média	0,45	0,57	0,56					
Carotenoides (mg /g de matéria fresca)								
1ª	0,30 Aa	0,31 Aa	0,25 Bb	0,29				
2ª	0,31 Aa	0,26 ABa	0,30 ABa	0,29	8,20	0,7580	0,0212	0,0001
3ª	0,29 Aab	0,25 Bb	0,31 Aa	0,28				
Média	0,30	0,27	0,29					
Razão clorofila *a*/*b*								
1ª	2,01 Bb	2,79 Aa	1,51 Cc	2,10				
2ª	2,63 Aa	1,72 Bc	2,10 Bb	2,15	5,36	0,0805	<,0001	<,0001
3ª	2,47 Aa	1,67 Bb	2,52 Aa	2,22				
Média	2,37	2,06	2,04					

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre o período de rebrota e a calagem não foi significativa (P>0,05) para nenhuma das variáveis avaliadas na composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna (Tabela 9). A rebrota influenciou (P<0,05) os teores de matéria seca, proteína bruta, FDN, FDA, NDT, celulose e hemicelulose. Por outro lado, o teor de lignina não foi influenciado (P>0,05), nem pela calagem, nem pela rebrota.

A composição química é capaz de fornecer indicadores do potencial produtivo de plantas forrageiras, para que se realize um manejo adequado para o melhor aproveitamento da forragem, o conhecimento das variações nos diversos estágios fenológicos é um dos fatores a ser considerado (Abreu et al., 2004).

Para os teores de matéria seca, FDN e hemicelulose, verificam-se os maiores valores na 3ª rebrota, com 23,17%, 72,88% e 37,04, respectivamente. Analisando os teores de FDA e celulose, observa-se que o valor foi maior para a 2ª e 3ª rebrota. Já, a proteína bruta e os nutrientes digestíveis totais estimado (NDT_{est}) apresentaram comportamento inverso em relação ao observado nos demais componentes, com redução na duas últimas rebrotas, concordando com os resultados verificados por Santana et al. (2010), que observaram que a medida que se realizava o corte da planta,

em cada período de crescimento havia redução no teor de proteína, onde também não houve influência dos corretivos do solo sobre a composição bromatológica da *Brachiaria*.

Esse resultado pode ser explicado por meio do estádio de maturidade, pois diferenças nas composições das forrageiras são observadas com o aumento da idade da planta, que refletem em aumento das frações indigestíveis como a FDN e o FDA, e segundo observado por Costa et al. (2007), quanto mais próxima de sua maturidade, mais ocorre diminuição do teor de água, aumentando-se assim os teores de matéria seca.

Tabela 9. Efeito da calagem e da rebrota sobre a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
MS (%)	21,32 ab	20,92 b	23,17 a	22,56 a	21,40 a	21,44 a	9,47	0,0293	0,3085	0,2989
PB (%)	11,86 a	10,33 b	10,20 b	10,97 a	10,47 a	10,95 a	7,58	<,0001	0,2517	0,0638
FDN (%)	65,53 c	70,26 b	72,88 a	69,30 a	70,93 a	68,44 a	3,50	<,0001	0,0549	0,2122
FDA (%)	33,21 b	36,69 a	35,84 a	35,36 a	35,81 a	34,57 a	5,57	0,0005	0,3131	0,6553
NDT_{est} (%)	55,78 a	53,82 b	54,29 b	54,56 a	54,32 a	55,01 a	2,02	0,0005	0,3131	0,6553
Celulose (%)	29,35 b	32,97 a	31,78 a	31,29 a	32,18 a	30,63 a	5,55	<,0001	0,1150	0,4741
Hemicelulose	32,32 b	33,58 b	37,04 a	33,94 a	35,13 a	33,87 a	3,80	<,0001	0,0530	0,0541
Lignina (%)	2,23 a	1,96 a	2,30 a	2,44 a	1,88 a	2,16 a	29,08	0,4002	0,1183	0,6682

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre o tratamento no solo e a rebrota, bem como, a avaliação desses fatores separadamente não influenciaram (P>0,05) os teores de amido no resíduo e na raiz de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna. Para os teores de açúcares solúveis totais na folha e colmo não foi observado efeito da interação (P>0,05), porém houve efeito da rebrota para ambas as variáveis (P<0,05) (Tabela 10).

A diminuição dos açúcares solúveis totais ao longo das rebrotas para folha e colmo apresenta relação com a destinação desses açúcares, produzidos durante o processo de fotossíntese, para a base do colmo (resíduo) e as raízes, na forma de amido, sendo que neste estudo, não foram observadas alterações no conteúdo de amido nesses órgãos de reserva.

De acordo com Carvalho & Moreira (2016), sob a ação da desfolhação, as plantas tendem a preservar suas taxas de amido de reserva, com consequente detrimento do investimento em parede celular, porém esse efeito é controlado à medida que ocorre a manutenção da atividade fotossintética normal, além do armazenamento dos nutrientes necessário para o início de sua rebrota.

Tabela 10. Efeitos da calagem e da rebrota nos teores de açúcares solúveis totais (AST) na folha e no colmo e amido no resíduo e na raiz de *Brachiaria brizantha* cv. Braúna

Variáveis	Rebrota			Calagem			CV[1]	*P*-valor		
	1ª	2ª	3ª	Controle	Convencional	Líquido		R	C	R_xC
AST folha (mg.g-[1])	7,49 a	6,53 ab	5,64 b	6,96 a	6,45 a	6,25 a	23,50	0,0238	0,5199	0,2976
AST colmo (mg.g-[1])	10,43 a	7,49 ab	7,21 b	9,81 a	8,03 a	7,29 a	35,03	0,0220	0,1140	0,9061
Amido raíz (mg.g-[1])	5,54 a	3,71 a	4,43 a	4,05 a	5,17 a	4,47 a	48,08	0,1407	0,4631	0,3580
Amido resíduo (mg.g-[1])	17,13 a	14,57 a	11,60 a	16,40 a	13,47 a	13,43 a	46,83	0,1534	0,4788	0,6238

[1]Coeficiente de variação em porcentagem. R = Rebrota; C = Calagem; R_xC = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

V - CONCLUSÕES

Recomenda-se a utilização do calcário convencional como principal produto para a correção da acidez e elevação da saturação por bases, visto que essas características são melhoradas, e há maior desenvolvimento das raízes das plantas que tem seu solo corrigido por este corretivo, fato esse não observado quando a fonte de calcário utilizada é o líquido.

A *Brachiaria brizantha* cv. Braúna é influenciada pela rebrota em intervalos de corte sucessivos de 21 dias, com redução de sua produtividade a cada corte, agindo principalmente na redução da proteína bruta e características morfogênicas e estruturais.

VI - REFERÊNCIAS

ABREU, J.B.R.; CÓSER, A.C.; DEMINICIS, B.B.; BRUM, R.P.; SANT'ANA, N.F.; TEIXEIRA, M.C.; SANTOS, A.M. Avaliação da produção de matéria seca, relação folha/colmo e composição químico-bromatológica de Brachiaria humidicola (rendle), submetida à diferentes idades de rebrota e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Universidade Rural: Série Ciência da Vida**, v. 24, n. 1, p. 135-141, 2004.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação**, Viçosa, 1999.

ALVES, A.O. **Estudo da fotossíntese de espécies dominantes em floresta de transição no sudoeste da Amazônia.** 2004. 77p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) -Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

ALVES, J.R. **DOSES DE CALCÁRIO LÍQUIDO EM SOLOS CULTIVADOS COM AS FORRAGEIRAS MARANDU E MOMBAÇA**. 2015. 58p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

BARBERO, L.M.; PRADO, T.F.; BASSO, K.C.; LIMA, L.A.; MOTTA, K.M., KRÜGER, B.C., NETO, L.R.M.; DA SILVA, G.A.S. Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. **Veterinária Notícias Veterinary News**, v. 19, n. 2, 2013.

BATISTA, A.H.; MOTTA, A.C.V.; REISSMANN, C.B.; SCHNEIDER, T.; MARTINS, I.L.; HASHIMOTO, M. Liming and fertilisation in Pinus taeda plantations with severe nutrient deficiency in savanna soils. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 1, p. 117-125, 2015.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Sistema radicular do capim-Marandu, considerando as combinações de doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 821-828, 2006.

BENETT, C.G.S.; YAMASHITA, O.M.; KOGA, P.S.; SILVA, K.S. Resposta da Brachiaria brizantha cv. Marandu a diferentes tipos de adubação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 13-20, 2008.

BRAZ, S.P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Degradação de Pastagens, Matéria Orgânica do Solo e a Recuperação do Potencial Produtivo em Sistemas de Baixo “Input” Tecnológico na Região dos Cerrados. Seropédica, RJ Dezembro, 2004. **Circular Técnica**, 2004.

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA L.E.M.; MESQUITA A.C. **Análise de Crescimento de Plantas.** Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.

CARVALHO, A.N.; MOREIRA, A.S.F.P. Efeito do corte da altura do dossel sobre metabolismo fisiológico de *Brachiaria* híbrida cultivar Cayman. (2016). Disponível em: <http://www.comunica.ufu.br/sites/comunica.ufu.br/files/conteudo/noticia/anexo_10_-_relatorio_final.pdf> Acesso em 11 jan. 2019.

CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. **A produção animal na visão dos brasileiros–pastagens. Piracicaba: FEALQ**, p. 838-852, 2001.

COSTA, K.A..P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; NEVES, B.P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F.M.T. Effect of cutting periods on Brachiaria brizantha cv. MG-5 dry mass production and bromatologic-chemical composition. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. Nitrogen doses and sources in marandu pasture: I-changes in soil chemical properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1591-1599, 2008.

COSTA, N.L. Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. **Embrapa Rondônia-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

COSTA, N.L.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; MONTEIRO, A.L.G.; OLIVEIRA, R.A. Características morfogênicas e estruturais de Trachypogon plumosus de acordo com a fertilidade do solo e o nível de desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 320-328, 2013.

DAVID, G.P.C. CALCÁRIO CONVENCIONAL E LÍQUIDO NA CORREÇÃO DO SOLO. **Eventos Científicos da Fundação Educacional de Ituverava**, v. 3, n. 3, 2018.

DETMANN, E. SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVADO, J.A.G. Métodos para análise de alimentos – INCT – **Ciência Animal**. Instituto Nacional de Ciência Tecnologia de Ciência Animal. Cap. 15, 2012.

DIFANTE, G.S.; JÚNIOR, D.N.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENA, K.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. Carbohydrate chemistry. New York: **Academic Press**, p.477-520. 1962.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Diferimento de pastagens: estratégias e ações de manejo. In: **VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens**. 2009. p. 65-88.

GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; AFFONSO, F. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Hortic. bras**, v. 20, n. 4, 2002.

GUARÇONI, A. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 327 - 336, 2017.

HEINRICHS, R.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.M.; MALAVOLTA, E. Soil chemical atributes and common bean yield as affected by lime and manganese rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1157-1164, 2008.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v.57, n.12, p.1332-1334, 1979.

JUNIOR, J.D.G.S.; MONTEIRO, F.A.; JUNIOR, J.L. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 6, 2, p. 1985-1991, 2004.

LEITE, G.H.M.N.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; COGO, N.P. Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 30, n. 4, p. 685-693, 2006.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas**, n. 121, p. 1-10, 2008.

MANTOVANELLI, B.C.; SANTANA, A.C.A.; REZENDE, J.S.; DANTAS, M.K.L.; OLIVEIRA, E.C.A. CALCÁRIO LÍQUIDO E CONVENCIONAL NA CORREÇÃO DA ACIDEZ ATIVA DE SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 125-139, 2019.

MIGUEL, P.S.B.; GOMES, F.T.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, C.A.; OLIVEIRA, A.V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, v. 24, n. 1, p. 13-29, 2010.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. ***Analytical Chemistry***, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, v. 38, p. 755-771, 2001.

NASCENTE, A.S.; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 597-606, 2015.

OLIVEIRA, I.P.; CUNHA, R.; SANTOS, R.S.M.; FARIA, C.D.; CUNHA, G.F. Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da Brachiaria brizantha cv. Marandu em latossolo com diferentes históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 57-64, 2000.

OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 36, n. 6, p. 1715-1728, 2007.

SANCHES, A.B. **Efeitos do Silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim-Braquiarão [Brachiaria brizantha (hoechst ex A. Rich.) Stapf. cv. MARANDU sob intensidades de pastejo**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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**, p. 377-382, 2010.

SILVA, M.A.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; STUCHI, E.S.; ANDRIOLI, I. Aplicação superficial de calcário em pomar de laranjeira pêra em produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 606-612, 2007.

SOUSA, L.F.R.A. **Calagem no desenvolvimento inicial do cajueiro e genótipos tolerantes ao alumínio**. 2017. 76p. Dissertação (Mestrado em ciência do solo) - Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza.

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.; HECKTHEUER, L.H.H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. ***Journal of Plant Physiology***, v.144, n.3, p.307-313, 1994.