UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NO CAPIM-ELEFANTE CV. ROXO EM DIFERENTES IDADES E ÉPOCAS DE CRESCIMENTO

FORTALEZA
2017

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NO CAPIM-ELEFANTE CV. ROXO EM DIFERENTES IDADES E ÉPOCAS DE CRESCIMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Área de concentração: Forragicultura.

Orientadora: Profª. Drª. Maria Socorro de Souza Carneiro

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L698a Lima, Levi Afonso Cavalcante de.
Acúmulo de macronutrientes no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento / Levi Afonso Cavalcante de Lima. – 2017.
32 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, , Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro.

1. Adubação. 2. Marcha de acúmulo. 3. Pennisetum purpureum. I. Título.

CDD

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NO CAPIM-ELEFANTE CV. ROXO EM DIFERENTES IDADES E ÉPOCAS DE CRESCIMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Área de concentração: Forragicultura.

Aprovada em: 05/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Dr. Marcos Neves Lopes (Membro)
Universidade Federal do Ceará (IFCE)

_____

Dr. Rafael Nogueira Furtado (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Paulo Afonso de Lima e Silva Junior e Maria de Fatima Cavalcante de Lima.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, a fé e perseverança.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela sua competência enquanto instituição, em me capacitar durante minha jornada acadêmica, despertando e moldando atributos profissionais e qualidades pessoais.

A professora Maria Socorro de Souza Carneiro, pela orientação, paciência, apoio, ensinamentos e tempo dedicados durante o trabalho.

Aos meus pais, Paulo Junior e Maria de Fátima, pela compreensão e paciência; pelas lutas e sacrifícios para que eu tivesse oportunidade de estudar e seguir essa vocação.

A minha noiva Alzira Jucá, pela paciência, carinho, apoio... enfim, por todo amor; e aos seus pais Evanilce e Célio.

A minha avó Elda e Minha Tia Jaqueline por todo o apoio e ensinamentos.

Aos meus irmãos Reno, Thiago, Ana Paula e Pedro;

A toda a minha família.

Ao Theyson, pelo auxilio em todas as fases do trabalho, tanto na vida acadêmica quanto fora dela, obrigado pela amizade.

Aos professores participantes da banca examinadora Profª. Drª. Maria Socorro de Souza Carneiro, Dr. Rafael Nogueira Furtado e Dr. Marcos Neves Lopes pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas do curso, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas, Walisson Marques Silveira, Suane de Oliveira Souza Brasil, Márcia Batista Torres, Kátia Michelli Pereira Santos, Tafnes Bernardo Sales, Dhones Rodrigues de Andrade, Jander Fabrício Martins Costa, por tornar essa jornada acadêmica mais agradável e pelas inúmeras contribuições.

“Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como da ciência de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos”. (Romanos 11:33)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a marcha de absorção dos macronutrientes no capim-elefante cv. roxo manejado sob diferentes idades e épocas de crescimento. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas com sete idades de rebrotação, depois da uniformização do capim-elefante cv. roxo, adotou-se cortes rente ao solo nas idades (9, 18, 27, 36, 45, 54 e 63 dias) consistindo nessas parcelas, três épocas de avaliação (chuvosa; transição e seca), que consistiram de subparcelas, e três repetições (parcelas de 3,0 x 3,5 m). A biomassa foi cortada rente ao solo, posteriormente fracionada, pesada e levada à estufa de ventilação forçada a 55 ºC, para determinação da biomassa pré-seca de forragem, cujas frações foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Durante o período experimental, avaliou-se o desenvolvimento das plantas e acúmulo de macronutrientes no capim-elefante roxo. Maiores acúmulos de macronutrientes observado nas épocas foram de potássio (K), nitrogênio (N) e fósforo (P). O acúmulo de N, P e K é mais acentuado a partir de 27 dias na época chuvosa. Na ordem decrescente dos nutrientes acumulados em todas as épocas pelo capim elefante cv. roxo foram: K, N, P, magnésio (Mg), cálcio (Ca) e enxofre (S). Recomenda-se então para um maior acúmulo de nutriente para o período de 63 dias, a distribuição do adubo parcelado de 88,2 kg ha^{-1} de N e 219,00 kg ha^{-1} de K até o final da época chuvosa.

Palavras-chave: Adubação. Marcha de acúmulo. *Pennisetum purpureum*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the macronutrient uptake rate in elephantgrass cv. Managed under different ages and times of growth. A completely randomized design with split-plot arrangement with seven regrowth ages was adopted after standardization of elephantgrass cv. (9, 18, 27, 36, 45, 54 and 63 days) consisting of three seasons of evaluation (rainy, transition and dry), which consisted of subplots, and three Replications (plots of 3.0 x 3.5 m). The biomass was cut close to the soil, then fractionated, weighed and fed to the forced ventilation oven at 55 ºC for the determination of forage pre-dry biomass, whose fractions were compared by Tukey's test ($P < 0.05$). During the experimental period, the development of plants and accumulation of macronutrients in purple elephantgrass were evaluated. Higher accumulations of macronutrients observed in the epochs were potassium (K), nitrogen (N) and phosphorus (P). The accumulation of N, P and K is most accentuated from 27 days in the rainy season. In the decreasing order of nutrients accumulated in all ages by elephant grass cv. Were K, N, P, magnesium (Mg), calcium (Ca) and sulfur (S). The distribution of fertilizer of 88.2 kg ha-1 of N and 219.00 kg ha-1 of K to the end of the rainy season is recommended for a greater nutrient accumulation for the period of 63 days.

Keywords: Fertilizing. March of accumulation. *Pennisetum purpureum*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área experimental com a distribuição das parcelas experimentais..... 21

Figura 2 – Dados climáticos do período experimental..... 22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos do solo em cada época experimental..... 23
Tabela 2 – Acúmulo de macronutrientes N e P no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento..... 24
Tabela 3 – Acúmulo de macronutrientes K e Ca no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento..... 26
Tabela 4 – Acúmulo de macronutrientes Mg e S no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento..... 28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 REVISÃO DE LITERATURA 15

2.1 Capim-elefante 15

2.2 Fatores abióticos e crescimento vegetal 16

2.2.1 Radiação Solar 16

2.2.2 Água 17

2.2.3 Nutrientes 18

2.2.4 Temperatura 19

2.3 Marcha de Absorção de Nutrientes 19

3 MATERIAL E MÉTODOS 21

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 24

5 CONCLUSÃO 30

6 REFERÊNCIAS 31

1 INTRODUÇÃO

A maioria das áreas agrícolas do Nordeste brasileiro apresenta alta incidência de luminosidade e temperatura favoráveis às plantas forrageiras, entretanto, o longo período de estiagem limita a expansão de folhas e colmos pelo processo fotossintético, além de reduzir a disponibilidade e o fluxo de nutrientes do solo para as folhas, podendo, possivelmente em função disso, reduzir a qualidade da forragem nesse período. Variações na qualidade e produção da forragem, no decorrer do ano, determinará os fatores de maior importância na produtividade, sendo então recomendado, para se adquirir um bom equilíbrio entre a necessidade e a disponibilidade de forragem, o uso de uma planta com características de valor nutritivo e produção de biomassa satisfatória para o uso em épocas de escassez.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) destaca-se por sua alta produção de biomassa por unidade de área, sendo cultivado em todo o Brasil, resistindo às condições climáticas desfavoráveis. Fatores como maturação, condições climáticas, altura de resíduo e a frequência de colheita podem influenciar na composição química como também no comportamento de acúmulo de nutrientes no capim-elafante.

A capacidade em absorver os nutrientes do solo, varia entre espécies, cultivar e também com o grau de competição existente no meio (luz, água, nutrientes, CO_2). Variações nos fatores abióticos como temperatura e umidade do solo influenciam consideravelmente a absorção pelas raízes e o conteúdo de nutrientes minerais nas folhas, afetando o crescimento da parte aérea. Por outro lado, o acúmulo e distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem do seu estádio de desenvolvimento. O conhecimento da absorção de nutrientes nesses estádios de desenvolvimento das plantas identifica as épocas de maior exigência dos nutrientes, embora a absorção de nutrientes seja fortemente afetada pelo clima, variedade e sistema de cultivo. De maneira geral, pode-se afirmar que os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, com variações na velocidade de absorção ao longo do ciclo e na translocação das folhas e dos caules para os órgãos reprodutivos (COELHO, 1994). Em função de se encontrar poucos trabalhos relacionados à marcha de absorção de nutrientes em regiões tropicais, considerando as variações de precipitação pluvial e visando um manejo mais adequado para capim-elefante cv. roxo, o presente trabalho foi realizado com objetivo de avaliar o acúmulo de macronutrientes do *Pennisetum purpureum* cv. roxo em sete idades de corte e em diferentes épocas do ano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) tem origem na África Tropical (RODRIGUES et al., 2001), ocorrendo desde Guiné, a oeste até Angola e Zimbábue, no sul, e Moçambique e Kênia, ao leste (TCACENCO e BOTREL, 1997), regiões que apresentam precipitações pluviométricas anual superior a 1.100 mm. Por conta do seu alto potencial produtivo e na alimentação animal como forrageira, encontra-se distribuído em diversos países e regiões (tropical e subtropical), e pode ser cultivado variando a sua altitude desde o nível do mar até 2.200 m acima do nível do mar (VILELA, 2005; FREITAS *et al*., 2010). Sua introdução no Brasil ocorreu em 1920 (SACCHET et al.,1987), tendo dezenas de cultivares em todo o país.

O capim-elefante possui hábito de crescimento cespitoso, com o porte e produção de biomassa variando de acordo com a cultivar, apresenta raízes rizomatosas, possui alta vigor de perfilhamento e dependendo do manejo, pode apresentar alta produção de perfilhos axilares, sua inflorescência é do tipo panícula e segundo Pereira (1993) pode ser classificado como precoce, intermediário ou tardio. Tendo em vista sua produção de biomassa por unidade de área ser alta, equilíbrio nutritivo, boa palatabilidade e adaptado às diversas condições edafoclimáticas, proporciona seu cultivo em todo o território brasileiro. Pode ser cultivada em terrenos com até 25% de declividade, tendo um baixo controle de erosão por conta de seu hábito de crescimento cespitoso.

Sua propagação é via vegetativa, utilizando-se colmos, pois suas sementes têm baixo valor cultural próximo de 30% e são poucos os cultivares que apresentam sementes viáveis. A escolha da cultivar é dividido em grupos de acordo com a época de florescimento, diâmetro do colmo, formato da touceira, pilosidade da planta, largura da folha e tipo de perfilhos (CARVALHO et al., 1972; BOGDAN, 1977; PEREIRA, 1993). As principais características e importância agronômica, bem como a constituição genética segundo PEREIRA (1993) definiu os grupos básicos: Grupo Anão apresentando um porte baixo (1,5 m), elevada relação folha/colmo e mais adaptada a pastejo. Grupo Cameroom tem colmos grossos, porte ereto, folhas largas e com predominância de perfilhos basilares e touceiras densas. Grupo Mercker tendo como característica um florescimento precoce apresentando um porte menor e com colmos finos, porém com uma grande produção de folhas finas. Grupo Napier apresenta cultivares com colmos grossos e folhas largas com época de florescimento

intermediário com touceiras abertas. O ultimo Grupo sendo o dos Híbridos que nada mais é que o cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, tendo como as principais o *P. purpureum e P. americanum*. Essa identificação é importante, pois nos permite uma recomendação mais próxima da ideal para o manejo e qual sistema iremos utilizar (Pastejo ou Capineira). Com isso podemos verificar que é um dos fatores importantes, que determinará a produtividade e longevidade da pastagem, juntamente com o manejo adotado é a escolha da cultivar (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983).

A introdução do capim-elefante cv. roxo no Brasil ocorreu apenas em 18 de outubro de 1975 na Estação experimental "Presidente Médici" – UNESP (GONÇALEZ, 1985). Apesar do capim-elefante ter sido introduzido na década de 20, o uso em larga escala dessa forrageira ocorreu no inicio da década de 70, tendo como influência a expansão da eletrificação rural e a utilização das máquinas agrícolas para corte e processamento de forragem (SOBCZAK,2004).

2.2 Fatores abióticos e crescimento vegetal

Em gramíneas tropicais, taxas de aparecimento, alongamento de folhas e a duração de vida das folhas são características influenciadas pelos fatores abióticos como: luz, temperatura, água e fertilidade do solo que por sua vez são afetados pelo manejo adotado: altura, índice de área foliar, frequência e intensidade de pastejo, dentre outros. Segundo Vieira e Mochel (2010) a compreensão das respostas destas variáveis às diferentes condições de manejo é essencial à formulação de práticas de manejo mais aperfeiçoadas, fundamentadas em conceitos morfofisiológicos. Muitas informações sobre a influência dos fatores abióticos na estrutura do dossel das gramíneas tropicais têm sido estudas no Brasil, o que têm gerado conhecimento sobre o crescimento das gramíneas e a dinâmica do fluxo de biomassa do pasto.

2.2.1 Radiação Solar

A luz solar é a fonte primária de toda a energia que mantém a ecosfera do nosso planeta. Através da fotossíntese, as plantas superiores, em geral, e até mesmo algas e alguns tipos de bactérias, convertem a energia física da luz solar em energia química. As plantas são seres fotoautótrofos e, portanto, dependem da aquisição de energia luminosa para o crescimento e persistência. Quando a planta está com limitações de luz, mecanismos evolutivos direcionam estratégicas adaptativas altamente plásticas para tolerar ou escapar do sombreamento causado pela vegetação vizinha (Franklin e Whitelam, 2005). Por conta disso, as plantas estão continuamente ajustando seu crescimento e desenvolvimento para aperfeiçoar

a atividade fotossintética frente à competição por luz. A fotossíntese é descrita como um processo físico-químico, mediante o qual os organismos fotossintéticos sintetizam compostos orgânicos a partir de matéria-prima inorgânica, na presença de luz solar (Larcher, 1975). A produção forrageira se baseia na transformação de energia solar em compostos orgânicos pela fotossíntese, onde o dióxido de carbono da atmosfera é combinado com a água e convertido em carboidratos com a utilização da energia solar. Por isso, a produtividade primária de um pasto é determinada basicamente pela quantidade de carbono acumulada por unidade de área de solo, por unidade de tempo. Além da quantidade de luz, outro aspecto importante da luz diz respeito à sua qualidade, especificamente à relação V/Ve (vermelho/vermelho extremo) da luz incidente em cada camada de folhas. A ativação de gemas e a produção de novos perfilhos são dadas por esta relação V/Ve da radiação incidente, relação essa que é reduzida à medida que se aumenta a área foliar do dossel (Matthew et al., 2000).

2.2.2 Água

A evapotranspiração potencial da pastagem geralmente excede a precipitação pluvial, ocasionando que a evapotranspiração real é aproximadamente igual à precipitação. Assim, a água é o fator isolado que mais limita a produção primária (Tieszen e Detling, 1983), principalmente o alongamento das hastes por afetar a taxa de expansão das células próximas dos meristemas.

A expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis a deficiência hídrica. A planta cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes dos processos de fotossíntese e divisão de células serem afetados. Por essa razão as plantas, quando não cessam a fotossíntese e a divisão de células sob deficiência hídrica, dispõem de mecanismo de crescimento compensatório quando ocorre a retomada de condições hídricas favoráveis no solo (Taiz e Zeiger, 1991).

Os efeitos da deficiência hídrica são difíceis de serem dissociados dos efeitos correspondentes de menor disponibilidade de nitrogênio que inevitavelmente se verificam nessas condições. Todavia, é importante considerar que os processos fisiológicos por meio dos quais essas limitações operam são diferentes. A deficiência hídrica limita a absorção de carbono pela limitação das trocas gasosas quando do fechamento dos estômatos, enquanto o nitrogênio limita a resposta fotossintética por limitação na concentração da clorofila (Lemaire, 2001). O efeito mais imediato é o fechamento dos estômatos (provocando redução na condutância estomática), embora com a intensificação do estresse outros mecanismos se desenvolvam. A quantidade de água absorvida e transportada tem relação direta com a

quantidade de energia solar interceptada. A água é considerada um recurso para o crescimento das plantas e um meio de dissipar o excesso de energia solar recebida pelas folhas (evitando o dessecamento foliar) como o excesso de temperatura (Lemaire, 2001). Em algumas circunstâncias, as plantas podem se beneficiar com o sombreamento, como resultado de redução na demanda de água.

Uma leve deficiência hídrica reduz a absorção de nitrogênio e outros nutrientes absorvidos por meio do processo de fluxo de biomassa (Lemaire, 1997). Essas quantidades reduzidas de nutrientes afetam diretamente então todas as características morfogênicas e, indiretamente, as estruturais do dossel. Barreto et al. (2001) avaliando clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), observaram que independente da cultivar, houve redução de 28% no comprimento da lâmina foliar, passando de 69,9 cm, nas parcelas irrigadas para 50 cm nas que sofreram estresse hídrico, porém, a deficiência hídrica não promoveu redução no perfilhamento.

Nos trópicos e subtrópicos, a temperatura e a deficiência hídrica são os principais fatores limitantes na produção de forragens (MacDowell, 1972). Assim, a deficiência hídrica, com consequente redução no aporte de nitrogênio e outros nutrientes, reduz o crescimento da parte aérea, com efeito marcante na densidade populacional de perfilhos, associado à redução na assimilação de CO_2 e na capacidade fotossintéticas das folhas. Ainda que o manejo de fatores abióticos, como água e nutrientes, provoque respostas da pastagem consideravelmente importantes, mas também a grande influencia do controle da desfolhação da pastagem.

2.2.3 Nutrientes

A absorção de nutrientes temporariamente retidos no solo, são de responsabilidade das raízes. Algumas características estruturais podem ser modificadas conforme a disponibilidade dos nutrientes para as plantas forrageiras. Um exemplo disto é segundo Hume (1991) a produção de perfilho pode ser controlada pela disponibilidade principalmente de nitrogênio e, em menor escala, fósforo e potássio, podendo acentuar o aparecimento de folhas no perfilho. A taxa de aparecimento de folhas é considerada constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais, que podem ser causadas pela disponibilidade de água e nutrientes no solo.

2.2.4 Temperatura

A temperatura é um importante fator abiótico determinante da distribuição, da adaptabilidade e da produtividade das plantas nas regiões tropicais. Por isso, a temperatura é um dos fatores ambientais que provoca efeito imediato sobre os processos bioquímicos (respiração e fotossíntese), físicos (transpiração) ou morfogênicos das plantas (Lemaire e Agnusdei, 2000). As temperaturas durante o dia devem ser ótimas para fotossíntese e o acúmulo líquido de biomassa, enquanto à noite, as temperaturas mais baixas conservam energia por meio da redução do metabolismo respiratório.

O crescimento da planta deve-se ao aumento da temperatura que proporciona mudanças bioquímicas nas células, com elevação na taxa de crescimento foliar. Em temperaturas muito baixas, segundo Hodgson (1990), a redução no crescimento tem como causa a diminuição na assimilação de CO_2. Assim, a temperatura é uma das causas da flutuação estacional da produção de biomassa, justamente, pelo comprometimento da capacidade de fotossíntese ótima da planta.

2.3 Marcha de Absorção de Nutrientes

Os nutrientes minerais desempenham função essencial e especifica no metabolismo das plantas, exercendo função estrutural, enzimática e ativação de reações enzimáticas, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal (MARSCHNER, 2005). Os nutrientes minerais, essenciais são importantes para a produção vegetal, sendo classificados de acordo com a proporção em que são exigidos e se acumulam na biomassa das plantas, podendo ser: Nitrogênio (N), Potássio (K), Fósforo (P), macronutrientes primários e o Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) macronutrientes secundários. e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl e Mo). Segundo Prado & Nascimento (2003), a dinâmica de acúmulo de biomassa ao longo do tempo retrata as necessidades da planta em relação ao nutriente especifico, a dosagem e o modo de aplicação. Os mesmos autores mencionam que outras variáveis deverão ser consideradas, como condições climáticas favoráveis, manejo de água, tratos culturais etc.

A marcha de absorção tem o intuito de avaliar segundo Marschner (1995), a relação de incremento da biomassa, quantidade de nutrientes e a idade da planta. Essa marcha de absorção permite uma aplicação de fertilizante mais correta, identificando a quantidade de nutrientes adequadas para a época de maior exigência de cada nutriente pela planta, a concentração de nutriente num determinando órgão, a quantidade que é extraída através da

colheita e as necessidades de reposição para um novo ciclo da cultura. Esse conhecimento melhora a programação de adubos e fertilizantes nas culturas, de acordo com o estagio fisiológico de máxima absorção, objetivando uma maior produtividade.

Conforme observados em literaturas, curvas de absorção de nutrientes em gramíneas têm exposto comportamento similar em rebrotação e acumulo de MS, onde o acumulo de nutrientes segue o mesmo padrão da curva de acúmulo de massa seca, geralmente apresentando três fases distintas: a primeira fase de absorção é lenta, seguida de abundante absorção até atingir o ponto máximo, seguido de um rápido declínio. De modo geral, a curva de rebrotação apresenta as três fases. Na primeira, as taxas médias de acúmulo de MS aumentam exponencialmente com o tempo, fase essa influenciada pelas reservas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas após o corte ou pastejo (Brougham, 1957). A segunda fase tem como característica apresentar taxas médias de acúmulo constantes (fase linear), nessa fase, a competição inter e intra-específica é mais relevante, principalmente quando o dossel se aproxima da completa interceptação da luz incidente. Na terceira fase inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, ocasionando uma redução na taxa de crescimento, consequência do aumento da senescência de folhas que atingiram o limite de duração de vida, e aumento do sombreamento das folhas inferiores (mais velhas) (Hodgson *et al*., 1981). Para que haja absorção, a planta deve estar em contato com o nutriente presente na solução do solo, que se dá através da interceptação radicular, durante o alongamento radicular, através dos espaços porosos do solo. Outra forma de absorção acontece por fluxo de massa, onde a planta absorve água da solução do solo, devido à transpiração, transportando nutrientes até a superfície radicular e por difusão, devido à absorção de nutrientes. Existem, portanto, três maneiras de ocorrer o contato íon-raiz: interceptação radicular, difusão e fluxo de massa. Com esses mecanismos, cria-se um gradiente de concentração, fazendo com que os nutrientes se movimentem na solução do solo em direção à superfície radicular (Marscnher, 1995). É visto que a aplicação dos fertilizantes para uma melhor resposta deve ser feita antes da fase de elevada absorção de nutrientes, o que se torna possível tão somente quando se conhece a marcha de absorção Souza et al. (2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento o foi realizado no período de maio a dezembro de 2012, em capineira (Figura 2) já estabelecida de capim-elefante (*Pennisetum purpurem*) cv. roxo, localizada no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia – NEEF, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - UFC, localizado em Fortaleza - Ceará.

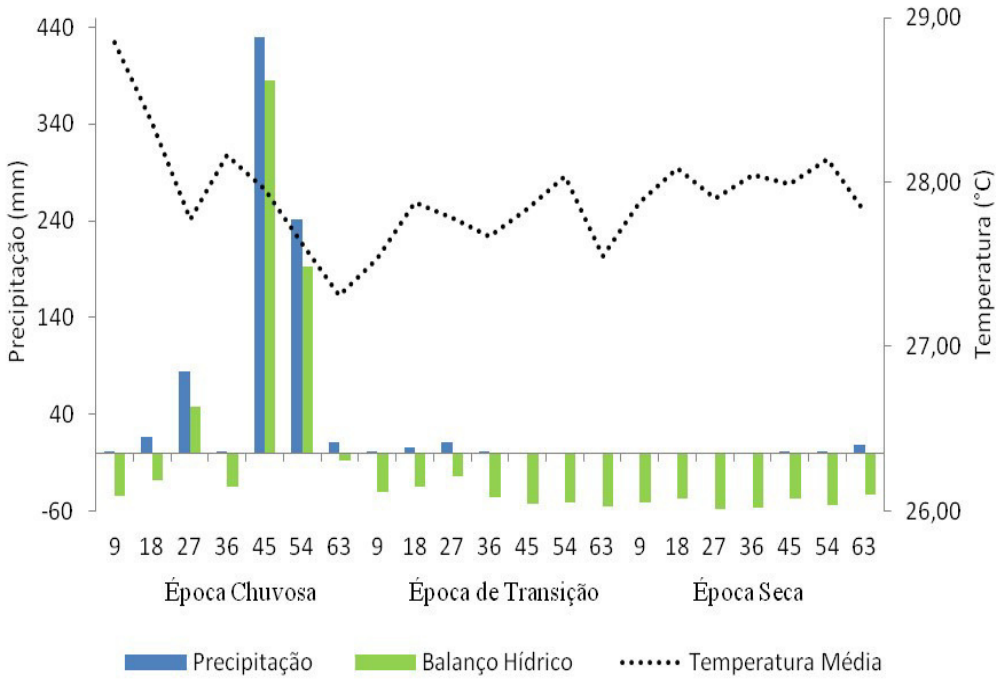
Figura 1 - Área experimental com a distribuição das parcelas experimentais

Fonte: Adaptado de MARANHÃO, 2016.

O local experimental possui um argisolo amarelo de textura arenosa e de acordo com a classificação de Köeppen, a região apresenta tipo climático Aw', tropical chuvoso. Registrou-se índice pluviométrico de 785,5; 17,3 e 10 mm no total acumulado para as épocas

chuvosa, transição e seca, ao passo que a evapotranspiração potencial da cultura revelou 39,43; 46,11 e 52,58 mm para as épocas chuvosa, transição e seca (Figura 2).

Figura 2 - Dados climáticos do período experimental



Fonte: Adaptado de MARANHÃO, 2016.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado e um arranjo em parcelas subdivididas 12 no tempo. Os tratamentos consistiram em sete idades de crescimento (9, 18, 27, 36, 45, 54 e 63 dias) após o corte de uniformização, foi submetido o primeiro corte aos 9 dias rente ao solo e nos demais cortes, em três épocas climáticas, com três repetições (unidades experimentais de 3,0 x 3,5 m). As idades foram alocadas nas parcelas e as épocas de avaliação (chuvosa; transição e seca), foram alocadas nas subparcelas.

A adubação foi realizada exclusivamente no início da época chuvosa, considerando a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-CFSEMG (1999) e os atributos químicos da análise de solo (camada: 0-20 cm): 397 mg dm^{-3} de P; 3,91 mg dm^{-3} de K; 2,80 cmolc dm^{-3} de Ca^{2+}; 1,50 cmolc dm-3 de Mg^{2+}; 0,15 cmolc dm^{-3} $Al^{3+;}$ 0,04 cmolc dm-3 de Na^{+}; 20,89 g kg^{-1} de M.O; V de 70 %; T de 6,30 cmolc dm^{-3} e pH em água de 6,0. A adubação nitrogenada correspondeu à dose equivalente de 600 kg ha^{-1} ano^{-1} de nitrogênio, tendo como fonte a ureia (45% de N). A adubação potássica correspondeu à dose equivalente de 200 kg ha^{-1} ano^{-1} de K_2O, tendo como fonte o cloreto de potássio (60% de K_2O). O

suprimento de micronutrientes correspondeu a doses equivalentes de 50 kg ha^{-1} ano^{-1} de FTE BR-12. Ao final de cada época realizaram-se análises de solo (camada: 0-20 cm) para caracterização da fertilidade do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo em cada época experimental

Época	P	K	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Na^+	S	T	M.O	SB	pH
	-------mgdm^{-3}----------		----------$cmol_c dm^{-3}$----------						g kg^{-1}	%	H_2O
Chuvosa	179	58,65	761,52	279,58	0,40	0,06	6,3	8,8	14,60	72	5,4
Transição	177	39,1	501,00	255,28	0,30	0,04	4,8	6,6	10,00	73	5,9
Seca	165	58,65	561,12	279,58	0,40	0,05	5,3	7,1	13,70	75	5,9

Fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), sódio (Na), enxofre (S), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de trocas catiônicas total (T), potencial hidrogeniônico (pH).
Fonte: Adaptado MARANHÃO, 2016.

No transcorrer das três épocas estudadas, em cada tratamento, coletaram-se amostras de biomassa de forragem total com auxílio de moldura de 1,0 x 1,0 m, é válido salientar que a fração biomassa de forragem morta não foi analisada. A amostra foi pesada, fracionada em biomassa de lâmina foliar verde e biomassa de colmo verde, posteriormente levada à estufa de ventilação forçada a 55ºC. A biomassa pré-seca foi moída e submetida à digestão úmida em solução nitroperclórica, subsequentemente a solução digerida foi diluída em 50 mL de água destilada, onde a partir dessa solução determinaram-se os macrominerais: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) por espectrofotometria atônica, conforme metodologia compilada em Silva (1999), sendo o nitrogênio (N) quantificado pelo método Kjeldahl presente em Silva e Queiroz (1990).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. A interação idade x época foi desdobrada quando significativa ($P<0,05$) pelo teste F. As épocas (chuvosa, transição e seca) foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). O efeito das idades foi avaliado por análise de regressão, no efeito principal quando não houve interação, ou no efeito condicionado quando esta ocorreu. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste "t", de Student ($P<0,05$) e no coeficiente de determinação (R^2) utilizando-se o programa SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas (EUCLIDES, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se interação (P<0,05) entre época x idade de crescimento para todas as variáveis. Até 18 dias de idade não se constatou diferença (P>0,05) entre épocas para as variáveis analisadas, exceto no K, que em na época chuvosa apresentou diferença nesse período (Tabela 2). Observou-se maior acúmulo de nitrogênio da folha N-F na época chuvosa e a partir dos 27 dias de idade em relação às épocas de transição e seca. Para o N-F, verificou-se resposta linear crescente em função das idades de crescimento para às épocas chuvosa, transição e seca, com estimativas de acúmulo na idade de 63 dias de 88,2; 19,6 e 6,0 kg ha^{-1}. Em decorrer desse comportamento a reposição de nutriente ao fim do período chuvoso é necessária para que não ocorra degradação. Esta tendência de resposta à adubação, nos períodos chuvoso, transição e seco, são as mesmas observadas para o acúmulo de forragem verde, uma vez que no cálculo da extração, o acúmulo é levado em consideração. Os resultados deste experimento indicam alta extração de nitrogênio, devido à alta exigência em nitrogênio do capim-elefante cv. roxo

Tabela 2 – Acúmulo de macronutrientes N e P no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento

		Idade de Crescimento (dias)								
Variável	Época	9	18	27	36	45	54	63	Equações	R^2
N-F	Chuvosa	0,032^A	2,698^A	11,521^A	79,836^A	56,660^A	74,779^A	76,907^A	$\hat{y}$ = -16,78 +1,67 *x	0,77
	Transição	0,063^A	0,751^A	2,053^B	2,697^B	14,106^B	16,186^B	21,268^B	$\hat{y}$ = -7,06 + 0,42 *x	0,88
	Seca	0,066^A	0,420^A	1,719^B	2,379^B	3,676^C	3,335^C	7,578^C	$\hat{y}$ = -1,60 +0,12*x	0,85
N-C	Chuvosa	0,003^A	0,348^A	0,824^A	22,690^A	22,188^A	55,745^A	56,863^A	$\hat{y}$ = - 20,58 + 1,20*x	0,87
	Transição	0,017^A	0,089^A	0,304^A	0,351^B	2,772^B	4,140^B	8,681^B	$\hat{y}$ = -2,89 + 0,14*x	0,75
	Seca	0,022^A	0,044^A	0,155^A	0,209^B	0,655^C	0,393^C	0,535^C	$\hat{y}$ = - 0,10 +0,011*x	0,74
N-FV	Chuvosa	0,035^A	3,045^A	12,345^A	76,439^A	78,848^A	130,524^A	133,769^A	$\hat{y}$ = - 41,09 + 2,87*x	0,92
	Transição	0,080^A	0,840^A	2,357^B	3,048^B	16,878^B	20,329^B	29,949^B	$\hat{y}$ = - 9,95 + 0,57*x	0,87
	Seca	0,088^A	0,464^A	1,874^B	2,588^B	4,332^C	3,728^C	8,113^C	$\hat{y}$ = - 1,70 + 0,13*x	0,87
P-F	Chuvosa	0,200^A	1,440^A	4,407^A	10,041^A	7,591^A	9,972^A	8,254^A	$\hat{y}$ =-5,25+0,54*x+0,005*x^2	0,87
	Transição	0,359^A	1,329^A	2,341^B	2,520^B	5,197^B	5,750^B	5,834^B	$\hat{y}$ = - 0,68 + 0,11*x	0,94
	Seca	0,492^A	1,181^A	1,693^C	2,136^C	2,460^C	3,037^C	5,127^C	$\hat{y}$ = - 0,32 + 0,07*x	0,89
P-C	Chuvosa	0,151^A	1,581^A	2,508^A	12,824^A	11,944^A	21,812^A	22,424^A	$\hat{y}$ = - 6,22 + 0,46*x	0,92
	Transição	0,453^A	1,167^A	1,878^A	2,376^B	5,733^B	8,029^B	10,423^B	$\hat{y}$ = - 2,50 +0,19*x	0,92
	Seca	0,846^A	1,111^A	1,993^A	2,278^B	3,528^C	3,217^C	3,798^C	$\hat{y}$ = - 0,10 + 0,06*x	0,93
P-FV	Chuvosa	0,351^A	3,021^A	6,916^A	22,865^A	19,535^A	31,784^A	30,678^A	$\hat{y}$ = -6,60 + 0,64*x	0,91
	Transição	0,821^A	2,496^A	4,219^B	4,896^B	10,930^B	13,779^B	16,257^B	$\hat{y}$ = - 3,18 + 0,30*x	0,95
	Seca	0,978^A	2,292^A	3,686^B	4,414^B	5,988^C	6,254^C	8,925^C	$\hat{y}$ = - 0,22 + 0,14*x	0,97

Nitrogênio (N, kg ha^{-1}), fósforo (P, kg ha^{-1}), potássio (K, kg ha^{-1}), nitrogênio na folha (N-F, kg ha^{-1}), nitrogênio no colmo (N-C, kg ha^{-1}), nitrogênio na biomassa de forragem verde (N-FV, kg ha^{-1}), fósforo na folha (P-F, kg ha^{-1}), fósforo no colmo (P-C, kg ha^{-1}), fósforo na biomassa de forragem verde (P-FV, kg ha^{-1}) idade (ID); médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem (p>0,05) pelo teste de Tukey. Significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade; R^2: coeficiente de determinação.

Houve incremento diário de N-C de 1,2013; 1,1451; 0,0109 kg ha^{-1} nas épocas chuvosa, transição e seca respectivamente. O acúmulo de N-FV responde ao somatório das variáveis (N-F) e (N-C) obtendo os valores diários de 2,860; 0,5679; 0,1312 kg ha^{-1} respectivamente no experimento, evidenciando a resposta linear a adubação de N no incremento decrescente de biomassa do capim-elefante cv. roxo. Houve um maior incremento de N na biomassa de lamina foliar, que a de colmo evidenciando sua mobilidade na planta em todas as épocas. A resposta das plantas forrageiras à adubação nitrogenada é relatada com muita frequência na literatura (ALVIM et al., 2000; MARTINS et al., 2000; ALVIM & BOTREL, 2001; BRAGA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2007).

Na variável fósforo na folha P-F, na época chuvosa apresentou ajuste quadrático, com ponto de máximo acúmulo na idade de 54 dias na equação nas demais variáveis P-C e P-FV tiveram respostas lineares de incremento de P-FV na idade de 54 dias. A variação de incremento começou a partir da idade de 45 dias, em todas as variáveis (BLV), (BCV), (BFV). Porém na época chuvosa pode se observar a diferenciação a partir dos 27 dias na variável (BLV) que teve como estimativa de incremento nessa idade de 20,59 kg ha^{-1} na época chuvosa. Foi observado também, um maior acúmulo de P na variável (BCV) em relação à (BLV) obtendo valores na idade de 63 dias 23,00 kg ha^{-1} para época chuvosa, isso se da provavelmente por conta de seu transporte e distribuição pelo xilema, sendo na época chuvosa o maior incremento, seguido de transição e seca para a variável (BCV). Evidenciando a influência da água no incremento do P no capim elefante roxo. Nesse contexto, Werner (1986) demonstra que P, dentre os nutrientes essenciais, apresenta grande efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento das forrageiras, principalmente na sua fase de estabelecimento. Os decréscimos dos valores de níveis críticos de P na parte aérea da planta, após o primeiro corte, também foram constatados por Fonseca *et al*. (1992) e Guss *et al*. (1990 a, b). Isso demonstra que de fato ocorre um decréscimo no requerimento de P pelas plantas após a fase de estabelecimento, conforme também foi demonstrado por Santos et al. (2002). Como o solo já estava com a quantidade necessária de P para o capim elefante roxo, não evidencia a falta de água o fator limitante para o acúmulo de P, podendo então apresentar efeito residual do P no capim elefante que foi utilizado no decorrer das épocas transição e seca.

A absorção do K-F respondeu linearmente na variável em todas as épocas e idades, tendo na idade de 63 dias na época chuvosa acúmulo estimado de 219,00 kg ha^{-1}, na época de transição respondeu linear crescente e na época seca houve uma diminuição de incremento de K-F na idade 54 dias, seguida de uma grande absorção a partir daí. A resposta

do K-C foi linear em todas as épocas e idades, já a variável K-FV na época chuvosa teve resposta à equação quadraticamente, tendo seu ponto de máximo acúmulo os 55 dias. Nas outras épocas transição e seca o K-FV teve resposta linear, com diferenciação de absorção de K nas épocas a partir do dia 27, e apresentando maior acúmulo de K em época chuvosa, seguida de seca e por ultimo transição. Mas a partir da idade de 45 dias essa absorção passou a ter maior acúmulo na chuvosa, transição e seca como pode ser visto na (Tabela 3).

Tabela 3 - Acúmulo de macronutrientes K e Ca no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento

		Idade de Crescimento (dias)								
Variável	Época	9	18	27	36	45	54	63	Equações	R^2
K-F	Chuvosa	$3,280^A$	$19,712^B$	$55,186^A$	$160,211^A$	$143,747^A$	$200,256^A$	$191,815^A$	$\hat{y} = -71,17+6,77*x+0,04*x^2$	0,92
	Transição	$4,547^A$	$20,521^B$	$24,496^C$	$37,148^C$	$89,738^B$	$103,540^B$	$109,075^B$	$\hat{y} = -22,30+2,20*x$	0,92
	Seca	$11,360^A$	$39,396^A$	$40,249^B$	$48,213^B$	$58,725^C$	$51,391^C$	$90,477^C$	$\hat{y} = -8,57+1,11*x$	0,82
K-C	Chuvosa	$2,212^A$	$30,348^A$	$43,339^A$	$205,669^A$	$185,621^A$	$477,993^A$	$452,998^A$	$\hat{y} = -32,71+1,40*x+0,11*x^2$	0,9
	Transição	$5,343^A$	$15,350^A$	$18,829^B$	$30,296^B$	$88,436^B$	$96,460^B$	$167,149^B$	$\hat{y} = -42,20+2,85*x$	0,86
	Seca	$6,493^A$	$16,472^A$	$28,790^B$	$36,096^B$	$57,129^C$	$40,924^C$	$72,105^C$	$\hat{y} = -2,30+1,09*x$	0,87
K-FV	Chuvosa	$5,492^A$	$50,060^A$	$98,525^A$	$365,880^A$	$329,368^A$	$678,249^A$	$644,813^A$	$\hat{y} = -103,90+8,17*x+0,07*x^2$	0,91
	Transição	$9,890^A$	$35,872^A$	$43,325^C$	$67,443^C$	$178,174^B$	$200,000^B$	$276,223^B$	$\hat{y} = -64,45+5,01*x$	0,92
	Seca	$17,853^A$	$55,868^A$	$69,039^B$	$84,309^B$	$115,855^C$	$92,315^C$	$162,582^C$	$\hat{y} = -6,28+2,20*x$	0,87
Ca-F	Chuvosa	$0,091^A$	$1,200^A$	$2,816^A$	$2,268^A$	$4,151^C$	$5,734^B$	$5,557^A$	$\hat{y} = -0,70+0,11*x$	0,93
	Transição	$0,125^A$	$0,931^A$	$1,731^B$	$2,025^C$	$4,451^B$	$5,244^C$	$2,664^C$	$\hat{y} = -2,10+0,21*x+0,002*x^2$	0,73
	Seca	$0,122^A$	$0,470^A$	$1,484^B$	$2,642^B$	$3,055^A$	$2,797^A$	$5,000^B$	$\hat{y} = -0,76+0,08*x$	0,91
Ca-C	Chuvosa	$0,023^A$	$0,402^A$	$0,527^A$	$1,604^A$	$0,979^A$	$2,641^A$	$2,496^A$	$\hat{y} = -0,53+0,10*x$	0,85
	Transição	$0,087^A$	$0,311^A$	$0,371^B$	$0,204^B$	$0,926^B$	$0,912^B$	$0,824^C$	$\hat{y} = -0,05+0,02*x$	0,73
	Seca	$0,041^A$	$0,164^A$	$0,231^C$	$0,273^B$	$0,338^C$	$0,347^C$	$0,842^B$	$\hat{y} = -0,09+0,01*x$	0,77
Ca-FV	Chuvosa	$0,114^A$	$1,602^A$	$3,343^A$	$3,872^A$	$5,130^B$	$8,375^A$	$8,053^A$	$\hat{y} = -1,23+0,20*x$	0,95
	Transição	$0,212^A$	$1,242^A$	$2,101^B$	$2,230^C$	$5,377^A$	$6,156^B$	$3,488^C$	$\hat{y} = -2,14+0,23*x-0,002*x^2$	0,74
	Seca	$0,162^A$	$0,634^A$	$1,716^B$	$2,915^B$	$3,393^C$	$3,144^C$	$5,842^B$	$\hat{y} = -0,85+0,01*x$	0,91

Potássio (K, kg ha^{-1}), potássio na folha (K-F, kg ha^{-1}), potássio no colmo (K-C, kg ha^{-1}), potássio na biomassa de forragem verde (K-FV, kg ha^{-1}), cálcio na folha (Ca-F, kg ha^{-1}), cálcio no colmo (Ca-C, kg ha^{-1}), cálcio na biomassa de forragem verde (Ca-FV, kg ha^{-1}) idade (ID); médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey. Significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade; R^2: coeficiente de determinação.

Essa influência de maior incremento de K na época seca referente à de transição pode ser atribuído pela maior utilização desse nutriente pela planta nesse período de maior estresse hídrico afetando a fotossíntese foliar e a condutância estomática, ou seja, como os estômatos se fecham durante as fases inicias do estresse hídrico ocorre um aumento na eficiência da utilização da água, sendo mais CO_2 absorvido por unidade de água transpirada, devido ao fechamento estomático que inibe a transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2004). É um

nutriente que não faz parte de qualquer composto nas plantas, mas de forma livre regula e participa de muitos processos essenciais tais como fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas, formação de amido e síntese protéica.

O K foi requerido pelo capim elefante roxo em uma grande quantidade, apresentando uma ordem de exigência maior que N e P quando consideram os três elementos absorvidos pela planta. Indo de acordo com Filgueira (2000) e Marschner (1995) onde o K é considerado o primeiro nutriente em ordem de extração nas culturas, pela sua contribuição na formação e translocação de carboidratos, uso eficiente de água pela planta, equilíbrio na aplicação de N, além de facilitar a absorção de outros nutrientes como o Ca. Portanto o incremento de macronutriente principais apresentou a seguinte sequencia decrescente K, N e P.

O acúmulo do Ca-F respondeu linearmente nas épocas chuvosa e seca, na época de transição a resposta à equação de ajuste quadrática com ponto de máxima absorção de (55,18). Foi observado na variável do Ca-C a resposta linear na equação para todas as épocas, houve diferenciação de acúmulo de Ca em relação às épocas chuvosa, transição e seca a partir do dia 27, tendo variações de picos de acúmulo respectivamente de 0,80; 0,40 e 0,20 kg ha^{-1} nos acúmulos diários. O incremento do Ca-FV teve resposta linear na época chuvosa, na de transição respondeu com equação quadrática ($\hat{y}$ = - 2,1402 +0,2271***X – 0,0019*** $X^{2)}$ com ponto de máxima de (59,76) dias, e na época seca a resposta foi linear crescente com estimativa de acúmulo na idade 63 dias de 10,0 kg ha^{-1}. O Ca por ser pouco móvel na planta e depender de água para translocar e armazenar carboidratos e proteínas, teve maior incremento na variável Ca-F na época chuvosa, outro ponto que podemos analisar é um maior incremento de cálcio na época seca, provavelmente por conta de sua importância no desenvolvimento de raízes, captação de água e nutrientes em horizontes mais profundos.

Marschner (1995) confirma esse comportamento do Ca que além de pouco móvel na planta mantém a integridade da membrana plasmática, pode reduzir significativamente o crescimento de raízes quando não fornecido. A presença de íons de cálcio na solução ao redor das raízes mantém a seletividade dos mecanismos de transporte de íons e a ausência de água e Ca pode inibir severamente a absorção de outros íons.

Analisando os acúmulos dos nutrientes Mg e S na (Tabela 4) todas a variáveis responderam linearmente. Foi observado maior acúmulo de Mg-F em relação as épocas e para a época chuvosa e a partir dos 27 dias de idade em relação às épocas de transição e seca. Para o Mg na BLV, verificou-se resposta linear crescente em função das idades de crescimento para às épocas chuvosa, transição e seca, com estimativas de acúmulo na idade de 63 dias de 10,0; 5,0 e 3,7 kg ha^{-1}. O Mg-FV em incremento correspondem ao somatório das variáveis Mg-F e Mg-C obtendo os valores 0,3842; 0,1321; 0,0873 kg ha^{-1} de acúmulo diário no experimento, evidenciando a resposta linear de absorção no incremento decrescente de biomassa nas épocas. Houve maior acúmulo de Mg-C na época chuvosa em relação ao de Mg-F a partir dos 45 dias, comportamento esse pode esta relacionado com a competição com o K e Ca.

Tabela 4 – Acúmulo de macronutrientes Mg e S no capim-elefante cv. Roxo em diferentes idades e épocas de crescimento

		Idade de Crescimento (dias)								
Variável	Época	9	18	27	36	45	54	63	Equações	R^2
Mg-F	Chuvosa	0,136^A	1,376^A	3,407^A	7,734^A	6,541^A	9,203^A	8,306^A	$\hat{y} = -0,90 + 0,20*x$	0,86
	Transição	0,218^A	0,757^B	2,024^B	1,933^B	3,845^B	4,918^B	3,772^B	$\hat{y} = -0,50 + 0,08*x$	0,85
	Seca	0,238^A	0,650^B	1,250^C	1,890^B	3,061^C	2,554^C	3,842^C	$\hat{y} = -0,40 + 0,10*x$	0,93
Mg-C	Chuvosa	0,066^A	0,963^A	1,736^A	6,896^A	6,841^A	10,102^A	10,106^A	$\hat{y} = -2,40 + 0,20*x$	0,93
	Transição	0,221^A	0,580^A	0,829^B	0,747^B	2,379^B	2,702^B	2,456^B	$\hat{y} = -0,37 + 0,05*x$	0,85
	Seca	0,141^A	0,312^A	0,523^B	0,665^B	1,133^C	1,025^C	1,318^C	$\hat{y} = -0,06 + 0,02*x$	0,95
Mg-FV	Chuvosa	0,202^A	2,339^A	5,143^A	14,629^A	13,382^A	19,305^A	18,412^A	$\hat{y} = -3,34 + 0,38*x$	0,91
	Transição	0,439^A	1,336^A	2,853^B	2,680^B	6,223^B	7,620^B	6,227^B	$\hat{y} = -1,51+0,18*x+0,001*x^2$	0,87
	Seca	0,380^A	0,962^A	1,773^C	2,555^B	4,193^C	3,579^C	5,160^C	$\hat{y} = -0,55 +0,09*x+0,0001*x^2$	0,94
S-F	Chuvosa	0,026^A	0,259^A	0,579^A	0,769^A	1,330^A	1,208^A	2,353^A	$\hat{y} = -0,00 +0,01*x$	0,93
	Transição	0,038^A	0,188^A	0,338^B	0,336^B	0,164^B	1,197^A	0,099^C	$\hat{y} =-0,26+0,03*x + 0,0003*x^2$	0,21
	Seca	0,022^A	0,066^A	0,085^C	0,154^C	0,045^C	0,064^B	0,196^B	$\hat{y} = -0,02 +0,002*x$	0,35
S-C	Chuvosa	0,005^A	0,101^A	0,141^A	1,018^A	1,407^A	1,802^A	3,809^A	$\hat{y} = -1,11 + 0,06*x$	0,84
	Transição	0,039^A	0,070^A	0,069^A	0,025^B	0,389^B	0,206^B	0,414^B	$\hat{y} = -0,04 + 0,002*x$	0,67
	Seca	0,017^A	0,036^A	0,027^A	0,030^B	0,092^C	0,033^C	0,207^C	$\hat{y} = -0,07 + 0,004*x$	0,69
S-FV	Chuvosa	0,031^A	0,361^A	0,720^A	1,472^A	2,737^A	3,011^A	6,162^A	$\hat{y} =-0,50+0,05*x+0,002*x^2$	0,96
	Transição	0,077^A	0,258^A	0,407^B	0,361^B	0,553^B	1,403^B	0,513^B	$\hat{y} = -0,22 + 0,03*x$	0,48
	Seca	0,039^A	0,102^A	0,112^C	0,185^C	0,136^C	0,096^C	0,404^C	$\hat{y} = -0,10 + 0,003*x$	0,59

Magnésio (Mg, kg ha^{-1}), enxofre (S, kg ha^{-1}), magnésio na folha (Mg-F, kg ha^{-1}), magnésio no colmo (Mg-C, kg ha^{-1}), magnésio na biomassa de forragem verde (Mg-FV, kg ha^{-1}) enxofre na folha (S-F, kg ha^{-1}), enxofre no colmo (S-C, kg ha^{-1}), enxofre na biomassa de forragem verde (S-FV, kg ha^{-1}), idade (ID); médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem (p>0,05) pelo teste de Tukey. Significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade; R^2: coeficiente de determinação.

Marschner (1995) sugere que a absorção competitiva destes cátions como K^+ e Ca^+ competem efetivamente com Mg^{2+} e diminuem grandemente sua absorção e distribuição para parte aérea da planta, quando potássio e calcário são aplicados. Comprovando esse comportamento Alex Carvalho et al. (2000) observou o decréscimo na fração lâmina foliar de 0,19 para 0,10 dag/kg, entre a menor e maior dose de K, nos teores de magnésio com a adubação potássica. Corroborando que, aplicações maciças de adubo potássico devem ser evitadas para prevenir a absorção de luxo e evitar a interferência na absorção de magnésio e cálcio pela planta (GOMIDE, 1986).

Na absorção do S-F observou resposta linear com acúmulo diário de 0,0054 kg ha^{-1}, na época de transição teve modelo de regressão quadrático com ponto de máxima absorção aos 52 dias, já na época seca resposta linear crescente com 0,0019 kg ha^{-1} de incremento diário. Nas variáveis S-C e S-FV responderam linearmente tanto na época (chuvosa, transição e seca) quanto em idade, tendo incremento diário de 0,0638; 0,0081; 0,0025 kg ha^{-1}. Na biomassa de forragem verde S-FV em incremento correspondem ao somatório das variáveis S-F e S-C obtendo os valores 0,102; 0,0149; 0,0044 kg ha^{-1} por dia. O S-C teve um maior acúmulo na época chuvosa, tendo em vista sua maior absorção ser relacionada à presença de água, essa absorção diferencia em relação às épocas de transição e seca a partir da idade de 45 dias. Em literaturas o S é o macronutriente secundário, portando menos absorvidos em relação aos demais nutrientes (N,P,K,Mg,Ca) isso se confirmou nesse experimento, onde na ordem decrescente dos nutrientes absorvidos o S foi o quem apresentou o menor incremento na biomassa do capim elefante cv roxo.

Mesmo o S sendo um macronutriente secundário é considerado um elemento essencial para as plantas, tendo em muitas plantas cultivadas, apresentando uma extração muitas vezes superior a do fósforo P, como nas culturas do algodão, cana, feijão e do café (VITTI e HEIRINCHS, 2007; STIPP e CASARIN, 2010). A principal forma de S absorvida pelas plantas é a forma oxidada (SO_4^{2-}). Nos compostos orgânicos, a principal forma de S nas plantas aparece na forma reduzida correspondente ao sulfeto (S^{2-}); portanto, para que ocorra a assimilação, o sulfato absorvido deve ser previamente reduzido, tal como ocorre com o nitrato.

Em relação aos macronutrientes Mg e S, pode-se notar que o acúmulo apresentou a seguinte sequencia decrescente Mg>S. Onde esses nutrientes responderam linearmente ao incremento de biomassa e até 18 dias de idade não se constatou diferença (P>0,05) entre épocas para as variáveis analisadas.

5 CONCLUSÃO

O capim-elefante cv. roxo manejado em regime de sequeiro na região litorânea apresenta ordem de acúmulo de macronutrientes K>N>P>Mg>Ca>S.

Maiores exigências nutricionais e acumulados no capim elefante cv roxo foram K, N e P.

Recomenda-se então para um maior acúmulo de nutriente para o período de 63 dias, a distribuição do adubo parcelado de 88,2 kg ha^{-1} de N e 219,00 kg ha^{-1} de K até o final da época chuvosa.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, G., PORTELA, J.S., OLIVEIRA, O.L.P. 1993. **Efeito de adição de grãos de sorgo moído e do murchamento sobre a qualidade de silagens de capim-lefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).** *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(1):1-11.

ALCÂNTARA, P.B., BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 1983, 150p.

ANDRADE, ALEX CARVALHO et al. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio**. *R. Bras. Zootec.*, Dez 2000, vol.29, no.6, p.1589-1595. ISSN 1516-3598

ANDRADE, I.F., SALGADO, J.G.F. 1992**. Efeito da época de vedação de capim-elefante *(Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon sobre sua produção e valor nutritivo**. *R. Soc. Bras. Zootec*., 21(4):637-646.

BARRETO, G.P., LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F. AND DUBEUX JUNIOR, J.C.B. 2001. **Avaliação de clones de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum) e de um híbrido com milheto (Pennisetum glaucum) submetidos a estresse hídrico**. Parâmetros morfogênicos. Rev. Bras. Zootecn., 30: 1-6.

BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder crops**. Longman, New York, 1977, 475p.
BROUGHAM, R. M. **Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pature plants**. Australian Journal Agriculture Research, v. 9, p. 39-52, 1957.

CARVALHO, M.M., MOZZER, O.L., ENRICH, E.L., CONTIJO, V.P.M. **Competição de variedades de híbridos de Capim elefante (Pennisetum purpureum) em um solo Hidromórfico de Sete Lagoas, Minas Gerais**. Pesq. Agrop. Bras., v.7, p.39–45, 1972.

COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.). **Quimigação**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, EMBRAPA, 1994. p.201- 228.
COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**-5ª Aproximação. 5. ed. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

COLOZZA, M.T.; KIEHL, J.C.; WERNER, J.C. & SCHAMMASS, E.A. **Repostas de Panicum maximum cv. Aruana a doses de nitrogênio**. B. Ind. Animal, 57:21-32, 2000.

FRANKLIN, K.A.; WHITELAM, G.C. **Phytochromes and shade-avoidance responses in plants**. Annals of Botany, Exeter, v. 96, n. 2, p. 169– 175, 2005.

FREITAS, V. F.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; DIAS, F. M. capítulo1, capim-elefante:origem, taxonomia e caracterização. **Livro capim-elefante fundamentos e perspectivas**, pag 15-28, 2010.

GOMIDE, J.A. 1986. Adubação fosfatada e potássica de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ. p.155-64.

GONÇALEZ, D. A. **Boletim de Indústria Animal**. V.42, n.1, p.141-142, 1985.

HODGSON, J. 1990. **Grazing management: science into pratice**. John Wiley, Longman Scientific and Technical. New York. 203 pp.

HODGSON, J. **Variations in the surface characteristics of the sward and short-term rate of herbage intake by calves and lambs**. Grass and Forage Science, v.36, p.49-57, 1981.

HUME, D.E. 1991. **Leaf and tiller production of praire grass (Bromus willdenowwii) and two ryegrass (Lolium)** species. Ann. Bot.,67: 111- 121.

LARCHER, W. 1975. **Physiological plant ecology**. Spring-Verlag. Berlin. 252 pp.

LEMAIRE, G. 1997. **The physiological of grass growth under grazing: tissue turnover.** In: Simpósio Internacional de Produção Animal em Pastejo. Viçosa. Anais... UFV. Viçosa. pp.117- 144.

LEMAIRE, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: **Dynamic aspescts of forage plant populations in grazed swards**. In: Gomide, J.A., Mattos, W.R.S., Da Silva, S.C. (Eds.). International Grassland Congress, 19, São Pedro, Proceedings... São Pedro: FEALQ, 2001. pp. 29-37.

LEMAIRE, G. AND AGNUSDEI, M. 2000. **Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization**. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A. (Eds). Grassland ecophysiology and grazing ecology. CAB International. Wallingford. pp. 265-288.

MACDOWELL, F.D.H. 1972. **Phototactic action spectrum for whitefly and the question of color vision**. Can. Entomol., 104: 299-307.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Londres, Academic Press, 1995. p.347-364.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MATTHEW, C., ASSUERO, S.G., BLACK, C.K. and HAMILTON, N.R.S. 2000. **Tiller dynamics of grazed swards**. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Carvalho, P.C. de F. and Nabinger, C. (Eds.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. CABI Publishing. Wallingford. pp. 127-150.

MATTHEW, C., ASSUERO, S.G., BLACK, C.K. AND HAMILTON, N.R.S. 2000. **Tiller dynamics of grazed swards**. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Carvalho, P.C. de F. and Nabinger, C. (Eds.). Grassland ecophysiology and grazing ecology CABI Publishing. Wallingford. pp. 127-150.

PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais**... Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.

SANTOS, H. Q.; FONSECA, D. M.; CANTARUTTI, R. B. **Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 26, p. 173-182, 2002.

SILVA, I. P.; SILVA, J. A. A. **Métodos estatísticos aplicados a pesquisa cientifica: uma abordagem para profissionais da pesquisa agropecuária.** Recife, Imprensa Universitária da UFRPE, 209p., 1999.

SILVEIRA, CRISTIANE PREZOTTO AND MONTEIRO, Francisco Antonio **Influência da**

adubação com nitrogênio e cálcio nas características morfológicas e produtivas das raízes de capim-tanzânia cultivado em solução nutritiva. *R. Bras. Zootec.*, Jan 2011, vol.40, no.1, p.47-52. ISSN 1516-3598

SOBCZAK, M.F.**Manejo Agroecológico do Capim-elefante sob Pastejo, Consorciado com Culturas de Ciclo Estival e Hibernal**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM –RS), 2004.

STIPP, S. R.; CASARIN, V. **A importância do enxofre na agricultura brasileira**. Informações Agronômicas, n. 129, p. 14-20, 2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. 1991. **Plant physiology**. The Benjamim/Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City. California.

TCACENCO, F.A., BOTREL, M.A. **Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante**. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, M.J., XAVIER, D.F., et al. (Eds) Capim elefante: produção e utilização. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa-SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, 1997, p.1- 30.

TIESZEN, L.L. and DETLING, J.K. 1983. Productivity of grassland and tundra. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegelere, H. (Eds.). Encyclopedia of plant physiology. **Ecosystem processes: mineral cycling, productivity and man's influence**. Springer-Verlag. Berlin. Vol. 12 D. pp. 173-203.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2013.

VIEIRA, M. M. M; MOCHEL FILHO, W.J.E. **Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel**. Revista: Arch. Zootec. 59: 15-24. 2010.

VILELA, H. **Descrição das espécies forrageiras**. In VILELA, H. Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação. Viçosa: Aprenda fácil, 2005. Cap.3, p. 71-252.

VITTI, G. C.; HEIRINCHS, R. **Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização de nitrogênio e do enxofre: Uma visão holística**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (ed.) Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba. p. 109-157, 2007.

WERNER, J.C. 1986. **Adubação de pastagens**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 49p.