



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAPIM-Elefante CV. CARAJÁS ADUBADO
COM UREIA CONVENCIONAL E PROTEGIDA**

FORTALEZA

2017

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAPIM-ELEFANTE CV. CARAJÁS ADUBADO COM
UREIA CONVENCIONAL E PROTEGIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição animal e Forragicultura.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. 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)

A479c Alves, Francisco Gleyson da Silveira.

Características morfogênicas, estruturais, produção e composição química do capim-elefante cv. Carajás adubado com ureia convencional e protegida / Francisco Gleyson da Silveira Alves. – 2017.
54 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Maria Socorro de Souza Carneiro.

1. Bromatologia. 2. Componentes da biomassa. 3. Fluxo de biomassa. 4. *Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*. I. Título.

CDD 636.08

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAPIM-Elefante CV. CARAJÁS ADUBADO COM
UREIA CONVENCIONAL E PROTEGIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição animal e Forragicultura.

Aprovada em: 17/02/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof^a. Dr^a. Elzânia Sales Pereira

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Rafael Nogueira Furtado

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Luiz Barreto de Moraes Neto

Integral Agroindustrial

À Deus por ter me dado forças para superar os obstáculos e a meus pais Antônia Maria da Silveira e Francisco Natanael Alves por sempre estarem comigo e por todo o amor que tem me dado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus pela saúde, sabedoria e força que me deu para conseguir seguir em frente e por ter guiado todos os meus passos.

À Universidade Federal do Ceará por ter me dado a oportunidade de realizar um curso superior e pela oportunidade de ingressar no curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

À professora e orientadora Maria Socorro de Souza Carneiro, por todo ensinamentos passados a mim, por todo apoio, conselhos, confiança e orientação. Obrigado por ter me ajudado a trilhar meu caminho. Saiba que sou muito grato por ter você como orientadora, pois além de ser uma pessoa incrível é uma mulher forte e inspiradora.

À toda minha família por estar sempre ao meu lado, apoiando cada decisão que tomei, em especial a minha mãe Antônia Maria da Silveira, ao meu pai Francisco Natanael Alves e as minhas irmãs Geisiane Silveira Alves, Antônia Jaiane da Silveira Alves e Deicivane Silveira Alves por estarem sempre comigo mesmo quando estávamos distantes, por serem exemplos de como devemos ser e como devemos tratar as pessoas que estão ao nosso redor.

Ao professor Ricardo Loiola por ter contribuído para a realização desse trabalho e por todo apoio que me deu durante a realização do experimento.

À professora Elzânia, Rafael Furtado e ao Luiz Neto por terem aceitado o convite para participar da banca e pelas contribuições no trabalho.

À Universidade Federal do Piauí por ter permitido e dado suporte para a realização do experimento.

Ao Núcleo de Estudos em Forragicultura (NUEFO) pelo conhecimento que recebi nas reuniões que participei e pelo apoio na execução do projeto.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia por todo o conhecimento que adquiri ao longo da graduação e mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa que muito me ajudou.

Ao Jorge Alcântara por ter tido muita paciência comigo e por todos os conselhos que me deu. Por mais que eu seja uma pessoa difícil em momento algum deixou de me apoiar e de estar comigo. Muito obrigado.

Aos meus queridos amigos Bruna Félix, Jaqueline Leles, Marina Pantaleão, Rafael Rodrigues, Mayara Andrade, Raiza Silveira, Tafnes Bernardo, Érica Araújo, Walisson Silveira, Theyson Duarte, por fazerem parte da minha vida, por todos os momentos que vivemos juntos. Amo vocês, que nossa amizade seja eterna.

À Daiane, Shirlenne e Elayne pela amizade e conhecimentos passados à mim.

À Bárbara Leandro, Rute Ribeiro por terem me aguentado todo o tempo que passei em Bom Jesus, por terem me ajudado desde o início na execução do experimento, pelos momentos que passamos juntos e, principalmente, pela hospedagem que me deram. Que nossos caminhos sempre se encontrem. Obrigado por tudo.

Ao Keuven, Railane, Mario, Nayrlon, Raynnã, Paulo Roberto, Érica e Barbara Stefanny, por terem me ajudado na execução do experimento. A ajuda de vocês foi de grande importância para a execução desse trabalho.

À “tia” Diana, “tia” Rizelda, Edvaldo e Rodrigo por toda ajuda e companheirismo nos dias que morei na fazenda. Meu muito obrigado.

A todos que contribuíram de alguma maneira para que eu conseguisse realizar esse trabalho, a vocês meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características morfogênicas, estruturais, produção e composição química do capim-elefante cultivar Carajás adubado com ureia convencional e protegida. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com arranjo fatorial de 5 x 2, onde os tratamentos foram constituídos por cinco doses de nitrogênio (0; 100; 200; 400 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e duas fontes de nitrogênio (ureia convencional e ureia protegida por polímeros). Foi avaliada a taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento do colmo (TAIC), filocrono, taxa de senescência total (TST), altura, densidade populacional de perfilhos por touceira (DPPT), relação folha/colmo (F/C), relação material vivo/material morto (MV/MM), biomassa de forragem total (BFT), biomassa de lâmina verde (BLV), biomassa de colmo verde (BCV), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). A TApF, TAIF, TAIC, TST, altura, DPPT, BFT, BLV, BCV, MS, filocrono e MV/MM apresentaram incremento de 0,0002 folhas/dia; 0,0041 cm•perf⁻¹•dia⁻¹; 0,0004 cm•perf⁻¹•dia⁻¹; 0,0007 cm•perf⁻¹•dia⁻¹; 0,0148 cm; 0,0274 perf/metro linear; 0,0223 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹; 0,0094 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹; 0,1214 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹, 0,0017%, 0,0024 dias e 0,0026, respectivamente, para cada unidade de nitrogênio aplicado. Para o filocrono e TST as plantas adubadas com ureia protegida apresentaram maiores valores do que às plantas adubadas com ureia convencional, já para MM as plantas adubadas com ureia convencional apresentaram maiores teores do que as adubadas com ureia protegida. Para a relação F/C apenas na dose 400 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹ houve diferença entre as fontes, onde a ureia protegida apresentou maior relação F/C que a ureia convencional. A FDN apresentou valor máximo na dose 437,63 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹. A FDA não mostrou efeito para a interação, fontes e doses de nitrogênio. O EE apresentou diferença entre as fontes apenas para a dose 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹, onde a ureia protegida apresentou um teor mais elevado do que a ureia convencional. Para PB apenas nas doses 100 e 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹ houve diferença entre as fontes, onde dose 100 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹ a ureia convencional mostrou-se superior em relação à ureia protegida e na dose 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹ a ureia protegida apresentou maior teor na PB. As características morfogênicas, estruturais, produção e composição química do capim-elefante cv. Carajás são influenciadas positivamente com o aumento da dose de nitrogênio. Recomenda-se a utilização da ureia protegida por apresentar liberação lenta e aplicação em dose única.

Palavras-chave: Bromatologia. Componentes da biomassa. Fluxo de biomassa. *Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*.

ABSTRACT

The objective in this study was to evaluate the morphogenic, structural and production characteristics and chemical composition of Elephant-grass cultivar Carajás, fertilized with conventional and protected urea. The experimental design adopted was randomized blocks with factorial arrangement 5x2, where the treatments consisted of five nitrogen doses (0, 100, 200, 400 and 800 kg ha⁻¹ year⁻¹) and two nitrogen sources (conventional and polymer-protected urea). The leaf elongation rate (LER), leaf appearing rate (LAR), stem elongation rate (SER), phyllochron, total senescence rate (TSR), height, population density of tillers per clump (PDTC), leaf/stem ratio (L/S), live material/dead material ratio (LM/DM), total forage biomass (TFB), green leaf biomass (GLB); green stem biomass (GSB), dry matter content (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were evaluated. LAR, LER, SER, TSR, height, PDTC, TFB, GLB, GSB, DM, phyllochron and LM/DM presented increase of 0.0002 leaves/day, 0.0041 cm•tiller⁻¹•day⁻¹, 0.0004 cm•tiller⁻¹•day⁻¹, 0.0007 cm•tiller⁻¹•day⁻¹, 0.0148 cm; 0.0274 tiller/linear meter, 0.0223 ton•DM•ha⁻¹•year⁻¹, 0.0094 ton•DM•ha⁻¹•year⁻¹, 0.1214 ton•DM•ha⁻¹•year⁻¹, 0.0017%, 0.0024 days and 0.0026, respectively, for each nitrogen unit applied. For phyllochron and TSR the plants fertilized with protected urea presented higher values than plants fertilized with conventional urea, whereas for MM the plants fertilized with conventional urea presented higher contents than those fertilized with protected urea. For the L/S ratio only at 400 kg N•ha⁻¹•year⁻¹, there was difference between the sources, where protected urea presented higher L/S ratio than conventional urea. The NDF presented maximum value at the dose 437.63 kg N•ha⁻¹•year⁻¹. The ADF showed no effect on the interaction, sources or doses of nitrogen. The EE showed difference between the sources only for the dose 800 kg of N•ha⁻¹•year⁻¹, where protected urea presented a higher content than conventional urea. For PB only at doses 100 and 800 kg of N•ha⁻¹•year⁻¹ there was difference between the sources, where at the dose 100 kg of N•ha⁻¹•year⁻¹ the conventional urea was superior to the protected urea and at the dose 800 kg of N•ha⁻¹•year⁻¹ the protected urea presented higher CP content. The morphogenic, structural and production characteristics and chemical composition of elephant grass cv. Carajás are positively influenced by the increase of the nitrogen dose. The use of protected urea is recommended because of its slow release and single dose application.

Keywords: Bromatology. Biomass components. Biomass flow. *Pennisetum purpureum x P. glaucum*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados climáticos observados durante o período experimental-----26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm, antes da instalação do experimento -----	26
Tabela 2 - Valores de TAIF, TApF, Filocrono TAIC e TST do capim-elefante cv. Carajás em diferentes doses de adubação nitrogenada e Filocrono e TST em diferentes fontes de nitrogênio-----	29
Tabela 3 - Valores da relação folha/colmo do capim-elefante cv. Carajás sob diferentes fontes e doses de adubação nitrogenada-----	33
Tabela 4 -Valores da altura, DPPT, MM/MV, BFT, BLV e BCV do Capim-elefante cv. Carajás em diferentes doses de adubação nitrogenada-----	33
Tabela 5 - Valores de MS, FDN e FDA do Capim-elefante para diferentes doses de adubação nitrogenada e MM em diferentes fontes de nitrogênio-----	37
Tabela 6 - Valores de EE e PB do Capim-elefante cv. Carajás em relação a diferentes fontes e doses de nitrogênio-----	40

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

Al	alumínio
ATP	trifosfato de adenosina
BCV	biomassa de colmo verde
BFT	biomassa de forragem total
BLF	biomassa de lâmina foliar
Ca	cálcio
cm	centímetro
cmol/dm ³	centimol por decímetro cubico
CPCE	<i>Campus Professora Cinobelina Elvas</i>
CuSO ₄	sulfato de cobre
CV	coeficiente de variação
cv.	Cultivar
DVF	duração de vidas das folhas
DPPT	densidade populacional de perfilhos por touceira
EE	extrato etéreo
EPM	erro-padrão da média
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
Fil	filocrono
FVP	folha viva por perfilho
F/C	relação lâmina foliar/colmo
Ha	hectare
H+Al	hidrogênio+aluminio
H ₃ BO ₃	ácido bórico
K	potássio
KCl	cloreto de potássio
Kg	quilograma
PB	proteína bruta
Perf	perfilho
m	saturação por alumínio
mg	miligramma
mg/dm ³	milogramma por decímetro cúbico
mm	milímetro

MM	matéria mineral
MS	matéria seca
MV/MM	relação material vivo/material morto
Mg	magnésio
N	nitrogênio
NADH	dinucleotídeo de nicotinamida e adenina reduzida
NADPH	dinucleotídeo de adenina e nicotinamida fosfato reduzida
NH ₃	amônia
N	nitrogênio
ns	não significativo
NO	óxido nítrico
P	fósforo
SB	soma de bases
SFS	superfosfato simples
t	CTC efetiva
T	CTC em pH 7,0
TAlC	taxa de alongamento do colmo
TAlF	taxa de alongamento foliar
TApF	taxa de aparecimento foliar
TST	taxa de senescência total
U	ureia convencional
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UP	ureia protegida por polímeros
V	saturação de bases
%	porcentagem
° C	graus Celsius
<	menor que
>	maior que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Caracterização e descrição morfológica do capim-elefante.....	17
2.2	Adubação nitrogenada	18
2.3	Fluxo de biomassa e estrutura do dossel	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXO A - DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA.....	53
	ANEXO B - DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DE INGLÊS.....	54

1 INTRODUÇÃO

Os fatores que apresentam maior influência na produtividade animal da região tropical são as variações na qualidade e na produção de forragem em decorrência da irregularidade das chuvas. O uso de capineiras irrigadas é um dos meios alternativos para aliviar o problema da variação no desempenho animal ao longo do ano, sendo o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) uma espécie forrageira que ganha destaque na utilização para implantação de capineiras.

Um fator relevante e de impacto nos índices de produção e melhoria no desempenho econômico é o uso da adubação nitrogenada. A principal fonte de nitrogênio usada no Brasil é a ureia, pois há um menor custo por unidade de nitrogênio quando comparada com outras fontes e alta concentração de nitrogênio. No entanto, essa fonte é rapidamente hidrolisada, favorecendo a perda de nitrogênio por volatilização na forma de amônia (NH_3), reduzindo a eficiência do uso pelas culturas (TASCA et al., 2011).

Para reduzir as perdas de nitrogênio e aumentar a eficiência no uso da ureia algumas estratégias vêm sendo desenvolvidas, a exemplo do uso de inibidores de urease e de nitrificação e o revestimento por polímeros. Essas estratégias proporcionam uma diminuição nas perdas de NH_3 por volatilização, já que atuam ocupando o sítio ativo da enzima urease, que é a responsável pela hidrolise da molécula. O atraso na hidrólise da ureia diminui a concentração de NH_3 perto da superfície do solo, reduzindo a volatilização e aumentando a possibilidade da chuva incorporar a ureia no perfil do solo (OKUMURA; MARIANO, 2012).

O revestimento da ureia com polímeros de cobre e boro é uma alternativa viável para diminuir as perdas de nitrogênio por volatilização. Essa redução ocorre devido ao efeito da inibição do sítio ativo da urease por meio de cátions bivalentes, na qual se destaca o cobre. De acordo com Watson (2000) o boro funciona como inibidor não competitivo da urease e fixa o nitrogênio.

O aumento da eficiência da adubação nitrogenada, diminuição nos problemas ambientais causados por altas taxas de nitrificação de amônio e nitrato, menor frequência de aplicação e redução nos custos de produção são algumas vantagens do uso da ureia protegida por polímeros (SOARES, 2011; VALDERRAMA et al., 2009).

A ureia protegida por polímeros apresenta menores perdas de nitrogênio por lixiviação e volatilização, o que permite a redução da aplicação (GUARESCHI et al., 2011). Conforme Jones et al. (2007) o revestimento controla a liberação de nitrogênio, onde os

polímeros atuam como uma membrana semipermeável que permite a água se mover através do revestimento.

Como a ureia protegida por polímero apresenta liberação lenta do nitrogênio, ela pode ser aplicada em dose única sem que a planta apresente perdas nas respostas à adubação nitrogenada. Com base nessa informação, objetivou-se com esse trabalho avaliar as características morfogênicas, estruturais, produção e composição química do capim-elefante cultivar Carajás adubado com ureia convencional e protegida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização e descrição morfológica do capim-elefante

No Brasil o capim-elefante foi introduzido na década de 1920, a partir de estacas vindas de Cuba e hoje se encontra em todas as regiões brasileiras. Sua rápida disseminação se deu devido ao seu elevado potencial na produção de matéria seca, adaptação a diversas condições edafoclimáticas, diversos sistemas e formas de exploração, rusticidade, facilidade de multiplicação, existência de várias cultivares, por apresentar resistência a pragas, doenças e seca, além de apresentar bom valor nutritivo (LAVEZZO, 1994).

O capim-elefante é uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, podendo atingir de 3 a 5 metros de altura, colmos eretos dispostos em touceiras, rizomas curtos, folhas com inserções alternas e podem alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta e ciliada. A inflorescência é na forma de panícula primária e terminal, com racemos espiciformes em forma de espigas. A panícula mede cerca de 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um conjunto de cerdas de tamanho desiguais e de coloração amarelada. Apresenta abundante perfilhamento aéreo e basilar, formando densas touceiras, mas não cobrem totalmente o solo (DERESZ, 1999).

Por ser uma espécie de clima tropical o seu melhor desempenho encontra-se em temperaturas que variam entre 25 e 40 °C, com mínima podendo chegar aos 15 °C (DALLAGNOL, 2004). Apresenta um potencial de produção de matéria seca e um grande valor nutricional, desde que seja cultivada em condições adequadas (LIMA, 2007).

Além dos fatores climáticos, a planta necessita de outros elementos para que possa atingir seu máximo potencial como, por exemplo, a fertilidade do solo. A qualidade dos nutrientes no solo pode influenciar a produtividade de matéria seca por hectare, principalmente o nitrogênio que apresenta grande influência no crescimento e ganho de produtividade. De acordo com Pontes (2013) a adaptação da cultura se dá em diferentes tipos de solo, apresenta pouca tolerância a solos com pH baixo e alto teor de alumínio.

Existe um grande número de cultivares de capim elefante e a maioria é propagada por meio vegetativo. De acordo com Xavier (2000), Yamazoe; Bôas (2003) e Santos et al. (2016), esse método apresenta algumas desvantagens como a dificuldade no transporte, baixa capacidade de brotação de algumas gemas, maior gasto com aquisição de estacas para a formação da capineira ou pastagem no intuito de evitar falhas nos sulcos, dificuldade de enraizamento e maior vulnerabilidade ao ataque de fungos em decorrência do teor de umidade

do colmo, surgindo a necessidade de desenvolver cultivares que possam ser propagadas por semente. Dentre as cultivares de capim-elefante lançadas no mercado que apresentam disseminação por semente a cultivar Carajás (*Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*) merece destaque.

O capim-elefante cultivar Carajás é oriundo de seleção de diversos acessos interespécíficos entre *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*, por três anos seguidos. Apresenta como características um porte ereto, formando touceiras densas e bastantes perfilhos, plantas com dois a três metros de altura, colmos com três a quatro centímetros de diâmetro, as folhas possuem bainhas com coloração verde-amarela e baixa pilosidade, as lâminas foliares são semieretas e de comprimento longo (MATSUDA, 2016).

2.2 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é um elemento necessário para as plantas, por participar das composições biomoleculares mais importantes como ATP, NADH, NADPH, proteínas, enzimas e clorofila, que estão relacionados à fotossíntese (HARPER, 1994; GROSS et al., 2006). A deficiência de nitrogênio apresenta como sintoma característico a clorose generalizada que se inicia pelas folhas mais velhas em decorrência da grande mobilidade desse nutriente. Essa alta mobilidade é devida às proteínas, compostos que estão em constante síntese e degradação, liberarem compostos nitrogenados permeáveis ao floema, o que confere ao nitrogênio uma boa redistribuição (TAIZ; ZEIGER, 2012).

O manejo do uso do nitrogênio tem se tornado uma prática agrícola bastante estudada, visando aumentar a sua eficiência de utilização. Esses estudos são importantes já que a grande parte do nitrogênio presente no solo está na matéria orgânica e solução do solo (MALAVOLTA, 2006). O nitrogênio pode ser absorvido na forma orgânica como amônio e nitrato (PERSSON; NASHOLM, 2003).

A adubação nitrogenada tem um grande impacto nos índices de produtividade e no potencial de melhoria no desempenho econômico da exploração pecuária, exercendo efeitos positivos na produção e valor nutritivo da forragem (ANDRADE et al., 2003). Para Paciullo et al. (1998) a adubação nitrogenada favorece a taxa de crescimento cultural por meio da rápida restauração do índice de área foliar e do incremento de taxa de assimilação.

O uso de adubação nitrogenada favorece o aumento no teor de proteína bruta na forragem, no entanto, os máximos rendimentos em proteína bruta são alcançados com doses maiores que aquelas necessárias para produzir aumento de matéria seca. Entretanto, observa-se que baixas doses de nitrogênio causam efeito apenas sobre o aumento da produção de

matéria seca (SEMPLE, 1974). Além disso, melhora a digestibilidade das plantas devido o nitrogênio promover o crescimento de tecidos novos que possuem teores elevados de proteína e baixos valores de carboidratos estruturais e lignina (CORSI, 1984). No entanto, o fornecimento de altas doses de nitrogênio, aliado a condições climáticas favoráveis, pode acelerar a maturidade da planta e aumentar a senescência das folhas, reduzindo a digestibilidade da matéria seca (VITOR et al., 2009).

Os fertilizantes nitrogenados mais usados no Brasil são nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia (CANTARELLA, 2007). O nitrato de amônio é um fertilizante nitrogenado que vem ganhando mercado nos últimos anos no Brasil devido a seu baixo custo. É formado a partir da mistura de amônia e ácido nítrico e contém cerca de 30 a 33% de nitrogênio, tanto na forma amoniacial quanto na forma nítrica. Apresenta baixa volatilização, já que não altera o pH próximo dos grânulos, mas apresenta maiores perdas por lixiviação, pois fica prontamente disponível na solução do solo (ERNANI, 2003; MESQUITA, 2007).

Um dos mais antigos adubos nitrogenados é o sulfato de amônio. Entretanto, seu alto preço por unidade de nitrogênio fez com que houvesse uma baixa procura no mercado, já que apresenta uma baixa concentração desse nutriente, aproximadamente 21% (CANTARELLA, 2007). Tem sido apontado como fonte nitrogenada que possui maior capacidade de acidificação do solo (ABREU, 2011). A vantagem do uso desse adubo é a baixa higroscopicidade (ERNANI, 2003).

A ureia se destaca como principal fonte nitrogenada por ser uma fonte de menor custo por unidade de nitrogênio quando comparada a outras fontes por apresentar alta concentração de nitrogênio. Porém, a ureia é rapidamente hidrolisada havendo grande volatilização na forma de amônia (NH_3), diminuindo a sua eficiência no fornecimento de nitrogênio para as culturas.

A aplicação da ureia na superfície do solo, sem incorporação, ocasiona perdas por volatilização de NH_3 , principalmente se o solo estiver muito úmido. Essas perdas podem variar de valores baixos (menores que 5%) até valores extremamente altos (próximo de 50% ou mais), dependendo das características específicas de cada solo e das condições climáticas durante a aplicação, pois fatores como temperatura elevadas, ventos fortes e pH próximo de 7,0 aumentam as perdas (ERNANI, 2003).

Para diminuir as perdas de nitrogênio e aumentar a eficiência da ureia várias estratégias vêm sendo desenvolvidas, a exemplo do uso de fertilizantes de liberação lenta através do uso de inibidores de urease, de nitrificação e o revestimento por polímeros (LARA-CABEZAS et al., 1997; SANGOI et al., 2003).

Essas estratégias proporcionam diminuição nas perdas de NH₃ por volatilização, já o inibidor atua ocupando o sítio ativo da enzima urease, que é a responsável pela hidrolise da molécula, e o revestimento por polímeros cria uma barreira física semipermeável que permite a liberação lenta no nitrogênio no solo (PEREIRA et al., 2009). De acordo com Okumura; Mariano (2012) a menor concentração de NH₃ próximo a superfície do solo, causada pelo atraso na hidrólise da ureia, reduz a volatilização e aumenta a possibilidade da ureia ser incorporada ao solo pela chuva.

O revestimento da ureia com polímeros de cobre e boro também é uma alternativa para diminuir as perdas de nitrogênio por meio da volatilização e essa redução ocorre devido ao efeito da inibição do sítio ativo da urease por meio de cátions bivalentes, destacando-se o cobre. De acordo com Watson (2000) o boro funciona como inibidor não competitivo da urease e fixa o nitrogênio.

De acordo com Guareschi et al. (2011) a maior eficiência dos fertilizantes protegidos ocorre pela estrutura dos grânulos, os quais, ao absorverem água do solo, solubilizam os nutrientes no interior das cápsulas, liberando lentamente pela estrutura porosa na região da raiz.

A velocidade com que o nitrogênio é liberado se dá por meio da difusão pela camada que cobre o adubo e é determinada pelas características químicas da camada, espessura da proteção, temperatura ambiente e ação de microrganismos (BLAYLOCK, 2007).

O fornecimento regular e continuo de nitrogênio para as plantas, redução de perdas por volatilização e/ou lixiviação, redução na poluição ambiental pelo nitrato (NO₃), eliminação dos danos causados às plantas devido a altas concentrações de sais, podem ser consideradas as principais vantagens do uso de adubos protegidos (SHAVIV, 2001).

Trabalhos como os de Fernandes; Fraga Júnior (2010), Civardi et al. (2011), Garcia et al. (2011), Gomes et al. (2011), Rossa et al. (2011), Soratto et al. (2011), dentre outros contribuem para o melhor entendimento de fontes de ureia protegida no uso para produção agrícola.

Mota et al. (2010) relataram que o aumento das doses de nitrogênio resultou em uma maior produção de matéria seca para o capim-elefante cv. Pioneiro. Martuscello et al. (2015) estudando o capim-massai sob doses de nitrogênio concluíram que a adubação afetou de forma positiva as características morfogênicas e a produção de biomassa do capim. Mistura et al. (2007) verificaram que houve melhoria no valor nutritivo do capim-elefante com o aumento das doses de nitrogênio. Parente et al. (2012) observaram uma melhora na qualidade do capim-elefante à medida que se elevou as doses de nitrogênio. Magalhães et al. (2011) ao

estudarem a composição química do capim-braquiária sob diferentes doses de nitrogênio relataram que a adubação provoca melhoria na sua composição. Castagnara et al. (2011) observaram que algumas características estruturais foram afetadas negativamente pelo aumento das doses de nitrogênio e que houve um aumento no valor nutricional das gramíneas à medida que a quantidade de nitrogênio aplicado aumentava.

Na ocorrência de excesso de nitrogênio a planta vegeta mais e armazena menos carboidratos do que em condições normais. O excesso de NO_3^- pode ser armazenado nos vacúolos, mas NH_4^+ em excesso é tóxico e pode desacoplar a foto fosforilação oxidativa (SOUZA; CARVALHO, 2000).

Vale salientar que o fornecimento inadequado de nitrogênio pode causar estresse devido à oxidação do óxido nítrico (NO) por radicais de peróxido de hidrogênio, resultando na formação do radical hidroxila e dióxido de nitrogênio, que podem ocasionar mudanças morfológicas como a diminuição da taxa de perfilhamento, diminuir o número de folhas vivas e diminuir a produção de massa seca (MAGALHÃES et al., 2006a).

O uso da adubação nitrogenada sem controle adequado pode levar ocasionar uma contaminação ambiental por meio da acidificação do solo, contaminação por NO_3^- e por metais pesados (ZHAO et al., 2010). Assim sendo, os danos ambientais causados pela lixiviação de NO_3^- ocorrem quando a quantidade de nitrogênio aplicado é maior que a necessidade da cultura ou dos microrganismos do solo.

Por apresentar baixa interação com os minerais do solo, o NO_3^- está mais sujeito à maior lixiviação para as camadas inferiores, podendo atingir o lençol freático (SOUZA, 2012). A contaminação da água por NO_3^- vem se tornando um problema ambiental e de saúde pública, principalmente quando o nível de NO_3^- atinge níveis acima de 10 mg/l^{-1} , ocasionando problemas a saúde humana (ADDISCOTT; BENJAMIM, 2004).

2.3 Fluxo de biomassa e estrutura do dossel

O conhecimento e o entendimento do fluxo de biomassa são de grande importância para auxiliar no processo de tomada de decisão no manejo das pastagens. A dinâmica do fluxo está relacionada a formação de folhas e determinado pela morfogênese, definida como a dinâmica de geração e expansão de órgãos da planta no tempo e no espaço (LEMAIRE; CHAMPMAN, 1996). O estudo da morfogênese permite entender o crescimento e desenvolvimento das plantas (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

A morfogênese é função de três características, sendo elas a taxa de alongamento foliar, taxa de aparecimento, duração de vida das folhas. Nas gramíneas tropicais o alongamento de colmo é uma variável importante, pois altera a relação folha/colmo e interfere na produção de forragem e desempenho animal. Essas características são determinadas geneticamente e influenciadas pelo ambiente, disponibilidade hídrica, nutrientes e manejo (DURU; DUCROCQ, 2000). Os acompanhamentos dessas características podem ser usados para avaliar os efeitos do ambiente sobre a produtividade das gramíneas, além de permitir estimar o acúmulo de produção líquida (GRANT; MARIOT, 1994).

A taxa de aparecimento foliar (TApF) apresenta papel central na morfogênese, já que influencia diretamente os componentes da estrutura do pasto. Mostra uma relação direta com a densidade populacional de perfilhos, pois para cada folha formada há possibilidade do surgimento de um fitômero (NABINGER; PONTES, 2001). Logo, essa taxa ocasiona mudanças na estrutura da pastagem já que tem efeitos sobre o tamanho e densidade dos perfilhos. A TApF se mostra um fator importante no dossel, já que a folha é responsável pela captação e absorção de luz.

O inverso da TApF determina o filocrono, que é o intervalo para surgir duas folhas consecutivas, sendo estimada pelo número médio de folhas surgidas por perfilho em um determinado período de tempo e durante cada filocrono um novo fitômetro é adicionado ao colmo (WILHELM; MACMASTER, 1995).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é a variável que mais está relacionada com a produção de massa seca de forragem e expressa o comprimento médio das folhas em expansão em determinado período de tempo, sendo restrita a uma zona na base da folha em expansão que fica protegida pelo pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995). Nas regiões de divisão celular há um grande acúmulo de nitrogênio, logo esse nutriente afeta diretamente a TAIF devido ao aumento no número de células (GASTAL; NELSON, 1994).

A TAIF é variável entre espécies e cultivares, podendo ser influenciada por condições climáticas como temperatura, condições hídricas, fotoperíodo e nutrientes que afetam o desenvolvimento dos meristemas (OLIVEIRA et al., 2007).

A duração de vidas das folhas determina o número máximo de folhas por perfilhos e é expressa pelo período que existe acúmulo de lâminas foliares no perfilho sem haver perdas por senescência (OLIVEIRA et al., 2007). A partir do momento que há um equilíbrio entre taxa de formação e senescência de folhas, o perfilho atinge seu número máximo de folhas. A taxa de senescência é representada pela variação média da parte em

senescênciadas folhas de cada perfilho durante o período de avaliação e é relacionada com a taxa de alongamento foliar.

A taxa de alongamento do colmo é uma característica que ajuda no entendimento da estrutura do pasto, pois influencia diretamente na relação lâmina foliar/colmo. O desenvolvimento do colmo promove o aumento na produção de matéria seca, no entanto existem efeitos negativos no aproveitamento e valor nutricional da forragem (SANTOS, 2002).

Em gramíneas tropicais, o colmo interfere no processo de competição por luz e a quantidade e qualidade dessa luz que chega na base da planta regulam o processo de alongamento. O sombreamento diminui a relação vermelho/vermelho extremo da luz transmitida ao longo do dossel (TAIZ; ZEIGER, 2012), ocasionando mudanças na estrutura devido ao alongamento do colmo.

A utilização das características morfogênicas como ferramenta para conhecer e entender os processos morfogênicos tem sido bastante usado por pesquisadores para auxiliar no processo de tomada de decisão (FAGUNDES et al., 2006; CABRAL et al., 2012). Um dos fatores que apresenta grande influência nessas características é a adubação nitrogenada. Essas características morfogênicas combinadas com a ação dos fatores ambientais e nutricionais determinam as características estruturais como densidade populacional de perfilhos, altura, número de folhas por perfilhos, comprimento da folha e relação folha/colmo.

A persistência da pastagem depende da manutenção adequada da densidade de perfilhos, sendo essa densidade uma função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos, ou seja, a mudança na densidade de perfilhos acontece a medida que o aparecimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade, vale ressaltar que o número de folhas formadas influencia a dinâmica de perfilhamento já que para cada folha há uma gema axilar capaz de formar novos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A altura é a variável que fornece melhor indicação da produção de forragem e do desempenho animal, além de ser de fácil mensuração e um critério satisfatório para avaliação da pastagem (HODGSON, 1990).

O número de folhas vivas por perfilhos é importante para determinar o potencial de perfilhamento e é relativamente estável na ausência de deficiência hídrica e nutricional (NABINGER; PONTES, 2001). Após certo período de rebrotação os números de folhas vivas se mantêm constante, fazendo com que essa variável possa ser usada para ajudar no manejo da pastagem, além de auxiliar na melhor utilização da forragem produzida, já que permite

definir o momento de corte ou pastejo adequado, reduzindo as perdas por senescência (SILVA, 2004).

O comprimento da folha é uma característica que pode sofrer mudanças com a desfolha e estratégia de manejo, estando relacionada com a taxa de aparecimento de folhas e alongamento da lâmina foliar (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A taxa de alongamento na zona de divisão celular é responsável pela capacidade da planta em expandir suas folhas, sendo essa zona um local ativo e possui grande demanda por nutrientes, principalmente o nitrogênio (SKINNER; NELSON, 1995).

Vários trabalhos na literatura relatam o efeito positivo do nitrogênio sobre as características morfogênicas e estruturais das gramíneas tropicais como os trabalhos de Andrade et al. (2005), Martuscello et al. (2005), Oliveira et al. (2007), Silva et al. (2009), Cruz et al. (2010), Mota et al. (2011), Pereira et al. (2011), Silva et al. (2013), Silva et al. (2015), Costa et al. (2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizada no município de Alvorada do Gurgueia. A cidade apresenta latitude $8^{\circ} 22' 30''$ Sul, $43^{\circ} 50' 48''$ Oeste, com altitude de 239 m e dados pluviométricos em torno de 900 a 1200 mm por ano. O clima da região é do tipo semiárido. O experimento foi desenvolvido no período de outubro de 2015 a março de 2016.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (com quatro blocos) com arranjo fatorial 5 x 2, o qual os tratamentos foram constituídos por cinco doses de nitrogênio (equivalentes a 0; 100; 200; 400 e 800 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) e duas fontes de nitrogênio (ureia convencional e ureia protegida por polímeros de cobre e boro). O nome comercial da ureia protegida utilizada é FH Nitro Mais, desenvolvido pela empresa Fertilizantes Heringer. No total foram 16 repetições, compostas por quatro blocos e quatro cortes.

A adubação com a fonte de nitrogênio protegido por polímeros foi aplicada em dose única e a adubação com a ureia convencional foi parcelada de acordo com o número de cortes por ano e realizada após cada corte. O corte foi realizado a cada 40 dias a uma altura de resíduo de 20 cm do solo, de acordo com a recomendação da empresa MATSUDA® para o Capim-elefante cv. Carajás. Foram realizados quatro cortes durante o período de avaliação.

Como a fonte de ureia protegida por polímeros (44,6% de N) fornece 0,4% de boro e 0,15% de cobre, nos tratamentos que receberam adubação com ureia convencional (45% de N) foram aplicadas as mesmas quantidades de boro e cobre. As quantidades de boro e cobre foram calculadas, tendo como fonte de boro o ácido bórico (H_3BO_3) e como fonte de cobre o sulfato de cobre (CuSO_4), diluídas em um litro de água e aplicadas nas parcelas correspondentes.

Antes da implantação do experimento foi coletada uma amostra de solo, representativa da área, para análise e caracterização química. A mesma foi encaminhada ao Laboratório de Solos da Universidade Federal do Piauí - *Campus Professora Cinobelina Elvas* (UFPI - CPCE), no município de Bom Jesus, no Piauí. Os valores obtidos nas análises de solo estão descritos na Tabela 1. Com base nos resultados foi realizada a correção e adubação do solo de acordo com Vilela et al. (2002). A correção do solo foi feita com calcário dolomítico (PRNT 80%) para levar os níveis de saturação do solo para 60%, para adubação aplicou-se 20,8g de fósforo por metro linear (superfosfato simples, 18% de P_2O_5) e 3,44 g de potássio por metro linear (cloreto de potássio, 48% de K_2O).

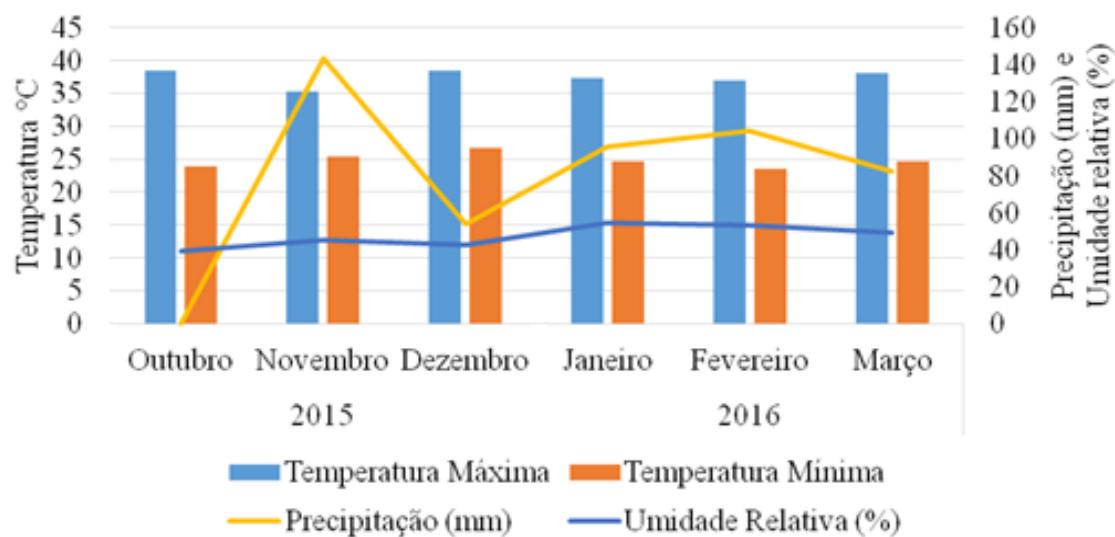
Tabela 1 - Atributos químicos da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm, antes da instalação do experimento

pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m
	---mg dm ⁻³ ---					-----cmol dm ⁻³ -----				%	%
5,40	9,6	21,19	2,4	0,6	0,0	3,5	3,1	3,1	6,5	46,8	0,0

pH em água, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC em pH 7,0 (T), saturação de bases (V) e saturação por alumínio (m).

Os dados climáticos observados durante o período de avaliação encontram-se na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos observados durante o período experimental



A área experimental foi constituída de uma capineira de capim-elefante cv. Carajás estabelecida no ano de 2013. O plantio foi realizado em linha e para cada metro linear foram utilizados 0,64 g de sementes da gramínea, conforme recomendações da empresa MATSUDA®. Em outubro de 2015 foi realizado o corte de uniformização a 20 cm acima da superfície do solo, aplicando-se os tratamentos e a irrigação com lâmina de água de 10 mm a cada três dias em cada parcela. O controle das plantas indesejáveis foi feito de acordo com a necessidade da cultura por meio de capina manual.

A área experimental foi formada por quatro blocos constituídos por nove parcelas cada bloco. Cada parcela experimental tinha 4 m² (4 m de comprimento e 1 m de largura), com cinco linhas de plantas por parcelas e para coleta de dados utilizou-se as plantas da linha

central. As parcelas eram separadas por espaços não cultivados de um metro entre as parcelas de cada bloco e dois metros entre blocos.

Para as mensurações das variáveis do fluxo de biomassa foi identificada, aleatoriamente, uma touceira em cada parcela e nesta foram marcados três perfis com anéis coloridos. As avaliações tiveram início três dias após o corte e foram repetidas a cada três dias. Foram registrados o aparecimento, alongamento e senescência das lâminas foliares e o alongamento dos colmos.

O comprimento da lâmina foliar expandida foi realizado por meio da medição da sua lígula até o seu ápice. O comprimento da lâmina foliar emergente foi feito do seu ápice até a lígula da última folha exposta. Obteve-se o comprimento da porção senescente a partir da diferença entre o comprimento total da lâmina foliar e da sua porção ainda verde. O comprimento do colmo foi obtido por meio da distância da sua lígula até a base do perfilho. A partir dos dados obtidos foram calculados os seguintes índices: taxa de alongamento foliar (TALF); taxa de aparecimento foliar (TApF); taxa de alongamento do colmo (TAIC), referente ao alongamento médio diário das bainhas e colmo verdadeiro do perfilho; taxa de senescência foliar total (TST) e filocrono.

As medições da estrutura do dossel ocorreram antes da realização de cada corte, quando foram feitas as seguintes avaliações: altura do dossel, medindo-se a altura de 10 pontos aleatórios dentro de cada parcela experimental, com auxílio de uma trena retrátil; densidade populacional de perfis por touceira, contando-se o número de perfis vivos presentes em uma touceira da linha central de cada parcela; relação lâmina foliar/colmo (F/C), obtido pela divisão do peso seco das lâminas foliares pelo peso seco de colmo e bainha; a relação material vivo/material morto (MV/MM), obtido por meio da divisão do peso seco da biomassa verde pelo peso da biomassa morta.

A biomassa de forragem total (BFT), biomassa de lâmina foliar (BLF), biomassa de colmo verde (BCV) foram estimadas a partir de amostras coletadas em um metro linear, separadas em material vivo, material morto e em seguida o material vivo foi separado em lâmina foliar e colmo. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até peso constante e pesadas novamente. A partir do peso fresco total e das frações foram quantificadas as biomassas.

As amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, utilizando-se peneira de 1 mm, para posteriores análises da composição química. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), nitrogênio total, matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por

Silva e Queiroz (2002). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o teor de nitrogênio total por 6,25.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. O desdobramento das interações foi realizando quando estas foram significativas ($p<0,05$) pelo teste de F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Na análise de regressão, a escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático utilizando significância de $p<0,05$ utilizando-se o software SISVAR[®] versão 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o fluxo de biomassa não houve interação ($p>0,05$) para nenhuma variável avaliada. As doses mostraram efeito ($p<0,0001$) para todas as características, já as fontes apresentaram efeito apenas para TST ($p=0,0385$) e filocrono ($p=0,078$).

A TALF apresentou comportamento linear positivo à medida que as doses de nitrogênio aumentaram (Tabela 2). O comportamento apresentado é atribuído ao efeito do nitrogênio nos processos fisiológicos da planta e à maior produção de células. De acordo com Skinner; Nelson (1995), o alongamento foliar é restrito à zona de divisão na base da folha em expansão, sendo essa zona um local de grande demanda por nutrientes. Para Gastal; Nelson (1994) é na zona de divisão que se encontra a maior deposição de nitrogênio, o que pode explicar a resposta positiva da TALF à adubação nitrogenada.

Tabela 2 - Valores de TALF, TApF, Filocrono TAIC e TST do capim-elefante cv. Carajás em diferentes doses de adubação nitrogenada e Filocrono e TST em diferentes fontes de nitrogênio

Variáveis	Doses de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)					EPM	Valor de F
	0	100	200	400	800		
TALF ($\text{cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	4,69 $\hat{Y}=5,5581+0,0041x R^2=0,82$	6,29	6,88	7,59	8,44	0,14	<0,0001*
TApF ($\text{folha}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	0,16 $\hat{Y}=0,1792+0,0002x R^2=0,91$	0,19	0,23	0,29	0,33	0,003	<0,0001*
Fil (dia)	6,77 $\hat{Y}=6,6071-0,0024x R^2=0,88$	6,58	5,88	5,28	4,88	0,11	<0,0001*
TAIC ($\text{cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	0,27 $\hat{Y}=0,2516+0,0004x R^2=0,98$	0,26	0,34	0,44	0,59	0,02	<0,0001*
TST ($\text{cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	0,72 $\hat{Y}=0,8903+0,0007x R^2=0,75$	1,02	1,14	1,24	1,35	0,02*	<0,0001*
FONTE							
	U	UP		EPM	Valor de F		
Fil (dia)	5,75b	6,02a		0,07	0,0078*		
TST ($\text{cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	1,07b	1,11a		0,01	0,0385*		

TALF: taxa de alongamento foliar; TApF: taxa de aparecimento foliar; TAIC: taxa de alongamento das hastes; TST: taxa de senescência; Fil: filocrono. U: ureia convencional; UP: ureia protegida. Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade. EPM: erro-padrão da média. * significativo a 5% de probabilidade.

A TALF pode ser considerada uma medida importante no fluxo de biomassa por se correlacionar positivamente com o aumento na produção de forragem, pois à medida que a TALF aumenta há incremento na produção de folhas e uma maior área fotossinteticamente ativa, promovendo um maior acúmulo da biomassa seca (MARTUSCELLO et al., 2006). Pode-se verificar no presente estudo que houve incremento de $0,0041 \text{ cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ para

cada unidade de nitrogênio aplicado, com variação, conforme a equação, de 5,56 a 8,84 cm•perf⁻¹•dia⁻¹ nas doses de 0 e 800 kg de nitrogênio, respectivamente.

Pereira et al. (2011) relataram comportamento linear e positivo para o capim-marandu adubado com diferentes doses de nitrogênio (0; 80; 160; 320 kg•ha⁻¹). De maneira semelhante, Strozzi (2014) avaliando capim-marandu submetido a diferentes doses de nitrogênio observaram comportamento linear crescente à medida que se aumentaram as doses. Martuscello et al. (2015) e Costa et al. (2016) também perceberam efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a TApF, observando incremento na TApF à medida que as doses de nitrogênio foram aumentadas.

A TApF apresentou comportamento linear positivo para as doses de nitrogênio, mostrando um aumento de 0,0002 folhas por dia para cada unidade de nitrogênio aplicado (Tabela 2). De acordo com a equação a TApF variou de 0,18 folha•perf⁻¹•dia⁻¹ no tratamento sem adubação e 0,34 folha•perf⁻¹•dia⁻¹ para a dose 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹. O efeito da adubação nitrogenada sobre a TApF pode estar relacionado a diferença na quantidade de nitrogênio aplicado, pois quando a planta é submetida a uma alta disponibilidade de nitrogênio há um aumento no estímulo de crescimento da gramínea, além de proporcionar uma maior taxa de alongamento foliar, consequentemente, aumentando a TApF (OLIVEIRA et al., 2007).

Andrade et al. (2005) estudando o capim-elefante em diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300 e 400 kg•ha⁻¹•ano⁻¹) sob irrigação encontraram valores que variaram entre 0,11 e 0,15 folha•perf⁻¹•dia⁻¹ para as doses 100 e 400 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹, respectivamente, valores inferiores ao encontrado no presente estudo. Lobo et al. (2014) avaliando parâmetros morfogênicos do capim-elefante cv. Pioneiro submetido a doses de nitrogênio observaram um comportamento linear positivo, onde houve um acréscimo de 0,001 folha•perf⁻¹•dia⁻¹ para cada quilograma de nitrogênio aplicado e encontraram um incremento de 41% da dose 100 para a dose 400 kg•ha⁻¹•ano⁻¹. Ao avaliar o capim-massai manejado sob diferentes doses de nitrogênio, Martuscello et al. (2015) também observaram efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a TApF.

O filocrono comportou-se de forma linear decrescente para as doses de nitrogênio, sendo observado maior valor no tratamento sem adubação (Tabela 2), mostrando uma redução de 0,0024 cm•perf⁻¹•dia⁻¹ para cada aumento de um quilograma de nitrogênio. A diminuição do filocrono com a adubação nitrogenada é devido ao efeito do nitrogênio sobre o crescimento da planta, o que confere grande capacidade de rebrota, pois após um corte ou

desfolhação uma recuperação do aparato fotossintético mais rápida pode acarretar em uma sobrevivência da comunidade vegetal (MARTUSCELLO et al., 2006).

Vários autores relataram resultados semelhantes ao encontrados nesse estudo, a exemplo de Martuscello et al. (2015) que verificaram valores de filocrono variando de 12,48 dias para plantas que não foram adubadas e 9,08 dias para plantas com a máxima dose de nitrogênio (240 mg/dm^{-3}). Lobo et al. (2014), observaram valores de 8,65; 6,52; 6,04; 5,89 dias para as doses de nitrogênio 100, 200, 300 e 400 kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, respectivamente, para o capim-elefante cv. Pioneiro. Silva et al (2015) encontraram valores para o filocrono de 10,8 e 8,6 dias para as doses 0 e 96 kg N/ha^{-1} corte, respectivamente, para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Pereira et al. (2011) relataram redução do filocrono para o capim-marandu adubado com doses crescentes de nitrogênio.

O filocrono apresentou efeito para as diferentes fontes de nitrogênio (Tabela 2). A ureia protegida apresentou maior valor do filocrono quando comparada com a ureia convencional. O fato da ureia convencional apresentar uma liberação de nitrogênio mais rápida pode ter influenciado no menor número de dias para o surgimento de duas folhas consecutivas, pois o nitrogênio liberado pode ser mais rapidamente utilizado pela planta para reduzir o intervalo de tempo para surgimento de duas folhas consecutivas.

Para a TAlC observou-se comportamento linear positivo, podendo ser verificado aumento de $0,0004 \text{ cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ para cada unidade de nitrogênio aplicado (Tabela 2). Esse comportamento pode ser explicado pelo fato do nitrogênio estimular a divisão e expansão celular nos meristemas e no processo de diferenciação celular a região meristemática é dividida em duas, onde as células da porção superior dão origem a lâmina foliar e as da porção inferior originam a bainha. (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004)

Outro fator que pode ter estimulado o alongamento do colmo foi o auto sombreamento, pois em condições de baixa intensidade luminosa as gramíneas tropicais podem priorizar a produção de colmo para permitir que a luz chegue na base do dossel (HODGSON; DA SILVA, 2002). Essa resposta é um indicativo que o nitrogênio além de influenciar na produção e alongamento das folhas, estimula o crescimento do colmo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lobo et al. (2014) que verificaram efeito positivo das doses de nitrogênio sobre a TAlC em capim-elefante cv. Pioneiro, mostrando um aumento de $0,001 \text{ cm}\cdot\text{perf}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ quando houve incremento de um quilograma de nitrogênio. Iwamoto et al. (2015) também observaram efeito positivo do nitrogênio sobre a TAlC para o capim-tanzânia. Porto et al. (2014) avaliando capim-buffel concluíram que a taxa de crescimento do colmo correspondeu a um incremento de 31% quando se aumentou a dose

de nitrogênio. Martuscello et al. (2015) constataram que a TAlC do capim-massai aumentou linearmente com o aumento das doses de nitrogênio.

A TST comportou-se de forma linear crescente para as doses de nitrogênio, (Tabela 2), com valores variando, conforme a equação de regressão, de 0,89 a 1,45 $\text{cm} \cdot \text{perf}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ para plantas sem adubação e plantas que receberam a maior dose de nitrogênio, respectivamente, mostrando incremento de 0,0007 $\text{cm} \cdot \text{perf}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ para cada unidade de nitrogênio. Isso aconteceu pelo fato de que quando a planta é submetida a ausência de adubação nitrogenada permanece com baixa TST como uma maneira de conseguir sobreviver em decorrência da diminuição do seu metabolismo (MARTUSCELLO et al., 2006). Além do mais, o efeito positivo do nitrogênio sobre a TAlF pode ter influenciado a TST, pois proporcionou maior sombreamento das folhas mais velhas, acelerando a sua senescência e morte.

Martuscello et al. (2005) estudando o capim-xaraés também observaram efeito significativo do nitrogênio sobre a TST, os quais encontraram valores variando de 0,36 $\text{cm} \cdot \text{dia}^{-1}$ em plantas que não receberam adubação e 0,77 $\text{cm} \cdot \text{dia}^{-1}$ em plantas que receberam 120 mg de N/dm⁻³. Pereira et al. (2011) relataram que a adubação nitrogenada afetou positivamente a TST em *Panicum maximum* cv. Mombaça. Gomes et al. (2007) encontraram valores para TST em capim-aruana de 0,94 e 1,05 nos tratamentos sem adubação e com 750 kg de N/ha⁻¹, respectivamente.

A TST também demonstrou influência das fontes de nitrogênio (Tabela 2). Observou-se que as plantas adubadas com ureia protegida apresentaram maior taxa de senescência quando comparadas às plantas adubadas com ureia convencional. Essa resposta ocorreu, provavelmente, devido o nitrogênio proveniente da ureia protegida ser de liberação lenta e ter sido utilizado de forma mais eficiente, acelerando o processo de senescência já que o nitrogênio influencia positivamente a taxa de senescência das folhas (MARTUSCELLO et al., 2015).

Para as características estruturais houve efeito ($p=0,0164$) para a interação entre fontes e doses de nitrogênio apenas para a relação F/C. As fontes de nitrogênio não mostraram diferença ($p>0,05$) em nenhuma variável, mostrando que as fontes não interferem nas respostas das plantas. As doses diferiram ($p<0,0001$) para altura, DPPT e MV/MM.

A relação F/C apresentou comportamento linear decrescente para ambas as fontes (Tabela 3). O aumento no alongamento do colmo (Tabela 2) com a elevação das doses de nitrogênio pode explicar essa resposta, pois com o aumento das doses de nitrogênio houve maior participação da fração colmo na planta. Além do mais, pode-se observar que o

incremento na produção de biomassa de colmo foi maior do que na produção de biomassa de lâmina verde (Tabela 4), implicando em maior produção de colmo do que de folha com o aumento da adubação nitrogenada. Apenas na dose 400 kg N•ha⁻¹ ano⁻¹ houve diferença ($p<0,0164$) entre as fontes, na qual a ureia protegida apresentou maior relação F/C que a ureia convencional. Essa resposta ocorreu, provavelmente, devido o nitrogênio da ureia convencional foi liberado de forma mais rápida e com isso a perda de nitrogênio por volatilização foi maior, diminuindo a eficiência de uso do nitrogênio pela planta.

Tabela 3 - Valores da relação folha/colmo do capim-elefante cv. Carajás sob diferentes fontes e doses de adubação nitrogenada

FONTE	DOSES de N (kg•ha ⁻¹ •ano ⁻¹)					EPM	Valor de F
	0	100	200	400	800		
U	2,93a	2,88a	2,42a	2,14b	1,72a		
	$\hat{Y}=2,855406-0,001323x \quad R^2=8643$					0,79	0,0164
UP	2,93a	3,05a	2,96a	2,41a	1,91a		
	$\hat{Y}=2,948297-0,001548x \quad R^2=0,8334$						

F/C: relação folha/colmo. U: ureia convencional; UP: ureia protegida Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade; EPM: erro-padrão da média. * significativo a 5% de probabilidade para as doses.

Bonfim-da-Silva; Monteiro (2006) e Castagnara et al. (2011) também observaram efeito linear decrescente em gramíneas tropicais com o aumento nas doses de adubação nitrogenada, já Paciullo et al. (1998) e Martuscello et al. (2005) observaram resposta linear positiva.

A altura apresentou comportamento linear crescente para as doses de nitrogênio (Tabela 4), com incremento de 0,0148 cm para cada unidade de nitrogênio aplicado. Pode-se observar, através da equação, valores variando de 64,91 a 76,75 cm para as plantas que não receberam adubação e para as plantas que receberam 800 kg de nitrogênio. Esse fato se deve ao efeito positivo do nitrogênio como componente estrutural de moléculas e enzimas que estão envolvidas no processo de desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA et al. 2006).

Tabela 4 - Valores da altura, DPPT, MM/MV, BFT, BLV e BCV do Capim-elefante cv. Carajás em diferentes doses de adubação nitrogenada

VARIÁVEIS	DOSES de N (kg•ha ⁻¹ •ano ⁻¹)					EPM	Valor de F
	0	100	200	400	800		
ALTURA (cm)	64,02	66,07	68,32	72,51	75,83	0,79	<0,0001*
	$\hat{Y}=64,911406+0,014789x \quad R^2=0,9485$						
DPPT	77,00	81,28	88,31	92,75	99,78	2,49	<0,0001*
	$\hat{Y}=79,5914+0,0274x \quad R^2=0,9201$						
MV/MM	9,39	9,69	9,14	8,37	7,6	1,44	<0,0001*

		$\hat{Y} = 9,6104 - 0,0026x$	$R^2 = 0,9275$
BFT ($t \cdot MS \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$)	26,57	36,78	39,16 43,77 47,54 $\hat{Y} = 32,0879 + 0,0223x$ $R^2 = 0,7775$
BLV ($t \cdot MS \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$)	18,28	19,7	21,85 23,66 25,98 $\hat{Y} = 19,0851 + 0,0094x$ $R^2 = 0,9311$
BCV ($t \cdot MS \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$)	9,51	12,8	15,53 17,44 20,16 $\hat{Y} = 11,4393 + 0,0121x$ $R^2 = 0,8709$

DPPT: densidade populacional de perfilho por touceira; MV/MM: relação material vivo/material morto. BFT: biomassa de forragem verde; BLV: biomassa de lâmina verde; BCV: biomassa de colmo verde. EPM: erro-padrão da média. * significativo a 5% de probabilidade

Comportamento semelhante ao encontrado nesse estudo foi relatado por Vitor et al. (2008) ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada em capim-elefante cv. Napier. Mota et al. (2011) observaram um comportamento quadrático em capim-elefante cv. Pioneiro submetido a adubação nitrogenada, alcançando maior altura na dose de 428,57 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹. Magalhães et al. (2006b) avaliando o capim-elefante cv. Napier em diferentes doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg•ha⁻¹•ano⁻¹) também relataram um comportamento linear crescente.

A DPPT se comportou de forma linear crescente à medida que as doses de nitrogênio foram elevadas (Tabela 4). Podendo ser observado, por meio da equação, valores entre 79,59 e 101,51 perfilhos por metro linear para o tratamento sem adubação e com 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹, respectivamente. As plantas que não receberam adubação ou receberam adubação em menor quantidade tiveram o perfilhamento prejudicado, pois em condições de restrição nutricional a redução na emissão de novos perfilhos é um dos primeiros mecanismos de adaptação desenvolvidos pela gramínea (GOMIDE; GOMIDE, 1999). O efeito positivo do aumento das doses de nitrogênio sobre a TApF (Tabela 2) também pode explicar a resposta observada na DPPT, pois o potencial de perfilhamento está relacionado com a gemas axilares presente nas folhas (SILVEIRA et al., 2010).

Vitor et al. (2008) avaliando o capim-elefante cv. Napier submetido a diferentes doses de nitrogênio relataram que o perfilhamento foi influenciado de maneira positiva pelas doses de nitrogênio. Mota et al. (2011) estudando o capim-elefante cv. Pioneiro sob diferentes doses de nitrogênio e lâminas de irrigação observaram que a emissão de novos perfilhos foi estimulado pela adubação nitrogenada juntamente com as lâminas de água. Vitor et al. (2014) relataram a influência linear e positiva da adubação nitrogenada sobre o número de perfilhos em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Silva et al. (2013) observaram que capim-marandu houve efeito linear e positivo das doses de nitrogênio sobre a densidade de perfilhos.

Para a relação MV/MM observou-se comportamento linear decrescente com o aumento nas doses de nitrogênio (Tabela 4). Foram observados, através da equação, valores entre 9,61 e 7,51 para MV/MM nos tratamentos que não houve adubação e no que recebeu maior dose de nitrogênio, respectivamente. Esse era um resultado esperado, pois com o aumento nas doses de nitrogênio houve uma maior taxa de senescência (Tabela 2), o que pode ser explicado pela maior renovação de tecidos nas plantas à medida que as doses de nitrogênio aumenta, ocasionando uma morte mais rápida dos tecidos mais velhos.

Lopes et al. (2007) avaliando o capim-aruana em diferentes níveis de adubação (0; 125; 250 e 375 mg N/dm⁻³) não encontraram efeito do aumento das doses de nitrogênio para a relação MV/MM. Já Pompeu et al. (2010) estudando o capim-aruana verificaram resposta linear positiva com o aumento da adubação nitrogenada, o que pode estar relacionado ao maior incremento da produção de folha verde e uma baixa quantidade de material morto.

As variáveis BFT, BLV e BCV apresentaram significância apenas para as doses de nitrogênio. Não houve efeito de interação ($p>0,05$) e nem entre as diferentes fontes de nitrogênio. Assim sendo, as fontes não apresentaram respostas diferentes para a produção do capim-elefante cv. Carajás quanto à sua produtividade. É importante salientar que para fonte de ureia protegida com polímeros foi realizado apenas uma única aplicação, fato que confere menor custo com mão de obra para manutenção da capineira.

Para a BFT observou-se aumento linear de acordo com as doses de nitrogênio (Tabela 4), sendo encontrado, através da equação de regressão, valores que variaram de 32,09 a 49,93 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹ para o tratamento sem adubação e 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹, respectivamente. O efeito da adubação nitrogenada sobre a TAlF, TAlC, DPPT, BLV e BCV podem explicar o incremento da BFT à medida que a dose de nitrogênio foi aumentada. Apesar da BFT mostrar-se positiva com a elevação das doses de nitrogênio, o incremento na BFT ao aumentar a dose de 400 para 800 kg de nitrogênio é baixo (8,6%), o que pode justificar o não uso da maior dose de nitrogênio.

O aumento da produção na massa seca de forragem devido à adubação nitrogenada é justificado pelos efeitos do nitrogênio no processo de formação de tecido e órgãos nas plantas, ocasionando incrementos nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas (VITOR et al., 2009). De acordo com Paciullo et al. (1998) o nitrogênio estimula o desenvolvimento de primórdios foliares, aumento do número de folhas emergentes e vivas por perfilho e estimula o perfilhamento, influenciando diretamente no aumento da produção de forragem. Fagundes et al. (2006) relataram que em doses de adubação nitrogenadas mais altas a massa seca de forragem total é maior devido ao

desenvolvimento do tecido vegetal e acelerado crescimento das células ocasionado pelo nitrogênio.

Fagundes et al. (2007) relataram que o capim-elefante cv. Napier apresentou comportamento linear positivo com a aplicação de nitrogênio, observando valores que variaram de 14,294 a 36,748 kg•MS•ha⁻¹. Vitor et al. (2009) estudando o capim-elefante cv. Napier em diferentes doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg•ha⁻¹), observaram que a maior produção foi obtida com a dose de 700 kg de N•ha⁻¹, encontrando 29.049,04 kg•MS•ha⁻¹. Mota et al. (2010) avaliando o capim-elefante cv. Pioneiro submetidos a diferentes lâminas de irrigação (0, 20, 40, 80, 100 e 120%) e doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg de N•ha⁻¹) observaram que a produção de massa seca aumentou de forma linear de acordo com as lâminas de irrigação e as doses, obtendo maior valor (6.4445,72 kg•MS) na lâmina d'água de 100% de evapotranspiração e dose 500 kg de N•ha⁻¹ ano⁻¹ e o pior resultado (2.539,08 kg•MS) na lâmina de irrigação 0% de evapotranspiração e dose 100 kg de N•ha⁻¹.

A BLV comportou-se de forma linear crescente de acordo com o aumento das doses de nitrogênio (Tabela 4), podendo ser observado um incremento de 0,0094 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹ para cada unidade de nitrogênio aplicado. O fato da TAlF e TAfP terem sido influenciadas positivamente pelo aumento nas doses de nitrogênio (Tabela 2) justifica a maior produção de BLV nas maiores doses, pois houve uma maior produção de folhas.

A produção BLV é importante para o crescimento das plantas forrageiras, pois a lâmina foliar é o componente mais fotossinteticamente ativo. Vale salientar que o componente foliar é de grande importância para a nutrição animal, já que apresenta relação direta com a qualidade nutricional da planta e apresenta maior digestibilidade.

Fagundes et al. (2007) avaliando o capim-elefante cv. Napier submetido à adubação nitrogenada (100, 200 e 400 kg•ha⁻¹•ano⁻¹) relataram valores de BLV variando de 4.839 a 11.643 kg•ha⁻¹ de matéria seca. Souza (2011) estudando o capim-mulato II (*Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria brizantha*) em diferentes doses de nitrogênio (0, 150, 300, 450, 600 kg•ha⁻¹) encontrou resposta quadrática com produção máxima na dose 436,69 kg de N•ha⁻¹. Silva et al. (2013) e Oliveira et al. (2014) também observaram um comportamento quadrático da BLV para gramíneas tropicais quando se aumentaram as doses de nitrogênio.

Para a BCV observou-se um comportamento linear positivo à medida que se aumentou as doses de nitrogênio (Tabela 4) com incremento de 0,0121 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹ para cada unidade de nitrogênio aplicado. Essa resposta se explica pelo fato do aumento nas doses

de nitrogênio ter provocado um incremento na TALC (Tabela 2) o que ocasionou uma maior participação da fração colmo na planta, contribuindo positivamente para o aumento na produção da biomassa de colmo, indicando o efeito positivo do nitrogênio sobre o aumento na massa seca de colmo. No presente estudo pode-se observar, por meio da equação de regressão, uma produção de colmo variando de 11,44 a 21,12 t•MS•ha⁻¹•ano⁻¹ para o tratamento sem adubação e 800 kg de N•ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Martuscello et al. (2009) avaliando gramíneas tropicais submetidas à adubação nitrogenada observaram que a produção de MS de colmo apresentou resposta linear positiva as doses de nitrogênio. Fagundes et al. (2007) em capim-elefante cv. Napier submetido a adubação nitrogenada encontraram valores para BCV variando de 9.866 a 26.866 kg de MS•ha⁻¹. Souza (2011) observou que para o capim-mulato II submetido a adubação nitrogenada ocorreu resposta quadrática para matéria seca do colmo, com incremento máximo na dose 424,71 kg de N•ha⁻¹ e produção de 6,46 g de colmo por planta. Oliveira et al. (2014) avaliando o capim-marandu encontraram efeito significativo e comportamento linear crescente para as doses de nitrogênio, onde houve um incremento de 20,06 kg•ha⁻¹ de matéria seca de colmo para cada quilograma de nitrogênio aplicado.

Para a composição química houve efeito para a interação entre fontes e doses de nitrogênio apenas nas variáveis EE ($p=0,0381$) e PB ($p<0,0001$). Para as variáveis MS ($p<0,0001$) e FDN ($p=0,0009$) houve efeito apenas para as doses. Já a MM observou-se efeito ($p=0,0050$) apenas para as fontes de nitrogênio.

O teor de MS apresentou comportamento linear positivo com o aumento das doses de nitrogênio (Tabela 5), podendo ser observado incremento de 0,0017% para cada unidade de nitrogênio aplicado. Essa resposta aconteceu devido ao nitrogênio acelerar o metabolismo e antecipar a maturidade da planta e com isso há um acúmulo maior de fotoassimilados e transformação destes em órgãos das plantas (MENDONÇA; ROCHA, et al., 1985). O incremento da MS à medida que as doses de nitrogênio foram elevadas pode ser explicado, também, pelo efeito linear da adubação nitrogenada observado na altura das plantas (Tabela 4), pois juntamente com o aumento na altura ocorre desenvolvimento de novos tecidos que contribuem para o acúmulo de MS na planta (SOUZA, 2015).

Tabela 5 - Valores de MS, FDN e FDA do Capim-elefante para diferentes doses de adubação nitrogenada e MM em diferentes fontes de nitrogênio

VARIÁVEIS	DOSES de N (kg•ha ⁻¹ •ano ⁻¹)					EPM	Valor de F
	0	100	200	400	800		
MS (%)	18,95	19,28	19,16	19,63	20,32	0,20	<0,0001*

	$\hat{Y} = 18,9675 + 0,0017x \quad R^2 = 0,9637$						
FDN (%)	61,11	63,24	66,18	64,16	63,93	0,51	0,0009*
	$\hat{Y} = 61,7405 + 0,0175x - 0,000020x^2 \quad R^2 = 0,6201$						
FDA (%)	34,99	35,77	36,00	35,55	36,28	0,45	0,3374 ns
	$\hat{Y} = 35,72$						
	FONTE					EPM	Valor de F
MM (%)	U 10,39a		UP 9,39b			0,25	0,0050*

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; FDN: fibra em detergente neutro. U: ureia convencional; UP: ureia protegida por polímeros. Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade. EPM: erro-padrão da média. *: significativo a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Macedo et al. (2012) estudando a composição química do sorgo sob diferentes doses de nitrogênio, na qual relataram que o teor de MS se comportou de forma linear crescente com o incremento de nitrogênio. Magalhães et al. (2006b) avaliando a influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante cv. Napier não observaram diferença significativa sobre o teor de MS. Oliveira et al. (2015) encontraram redução no teor de MS à medida que aumentavam as doses de nitrogênio para o capim-digitária.

Para FDN observou-se um comportamento quadrático com valor máximo na dose 437,63 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹ de nitrogênio e teor máximo de 65,57% (Tabela 5). De acordo com Vitor et al. (2009) o estímulo de crescimento de tecidos novos, com menores teores de carboidratos estruturais na MS, ocasionado pela adubação nitrogenada pode levar a redução no teor de FDN da planta. Essa resposta da FDN também pode ser explicada em decorrência da elevação do alongamento e produção das folhas com o aumento das doses de nitrogênio (Tabela 2), pois essas possuem menor teor de carboidratos estruturais, conforme relatado por Cecato et al. (2004) e Magalhães et al. (2011).

Fagundes et al. (2007) encontraram valores médios de 61,7% em capim-elefante cv. Napier, resultado inferior ao encontrado nesse trabalho. Mistura et al. (2006) constataram valor médio de 77,03% para planta inteira de capim-elefante. Magalhães et al. (2009) avaliando a influência da adubação nitrogenada em três cultivares de capim-elefante, obtiveram valores médios de 71,32%, 71,11% e 69,48% para as cultivares Napier, Pioneiro e Roxo, respectivamente. Parente et al. (2012) relataram valores de FDN variando de 76,40 a 78,69 para o capim-elefante sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg•ha⁻¹•ano⁻¹). Mota et al. (2010) observaram uma redução no teor de FDN em capim-elefante cv. Pioneiro à medida que a adubação nitrogenada aumentava.

A resposta da FDA em relação ao aumento nas doses de nitrogênio não era esperada, pois como houve uma menor participação das folhas e maior de colmo, reduzindo a F/C (Tabela 3), portanto, esperava-se que os teores de FDA aumentassem. Como relatado por Mistura et al. (2007), a fração colmo apresenta maior conteúdo de lignina do que a fração lâmina foliar, o que contribui para o aumento do teor de FDA na planta.

Macedo et al. (2012) não encontraram efeito significativo da adubação nitrogenada sobre as a FDA para o sorgo submetido à diferentes doses de nitrogênio. Fagundes et al. (2007) constataram que para o capim-elefante cv. Napier a adubação nitrogenada não influenciou a FDA. Andrade et al. (2003) avaliado a cv. Napier sob diferentes doses de adubação nitrogenada também não verificaram efeito das doses de nitrogênio sobre a FDA. Magalhães et al. (2011) relataram um efeito linear negativo da adubação nitrogenada sobre a FDA em capim-braquiária.

A resposta da MM para as doses de nitrogênio ocorreu, provavelmente, devido ao aumento nas doses de nitrogênio não ter interferido no tamanho das raízes, pois a planta deve ter priorizado o crescimento da parte aérea (MARTUSCELLO et al., 2009). Já para as fontes a ureia convencional apresentou um maior teor que a ureia protegida (Tabela 5). Esse resultado, possivelmente, aconteceu devido ao maior enraizamento das plantas adubadas com ureia convencional, pois de acordo com Barros (2010) o aumento no teor de MM está relacionado a resposta da planta em aumentar o sistema radicular, aumentando assim a absorção de nutrientes. Entretanto, não foi feito nenhuma análise nas raízes das plantas para confirmar essa justificativa.

Santos et al. (2001) avaliando capim-elefante cv. Roxo encontraram média para o MM de 2,68%, inferior ao encontrado nesse trabalho. Parente et al. (2012) estudando o capim-elefante sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg•ha⁻¹•ano⁻¹) encontraram valor médio para MM de 5,34%.

Para o EE as duas fontes apresentaram comportamento quadrático (Tabela 6). Houve diferença significativa entre as fontes apenas para a dose 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹, cuja ureia protegida apresentou um teor mais elevado quando comparado com a ureia convencional. De acordo com Barros (2010) esse comportamento pode ocorrer pelo fato da adubação nitrogenada induzir um aumento na quantidade de pigmentos na planta e como a ureia convencional apresenta maior volatilização esse aumento na pigmentação deve ter sido prejudicado, reduzindo o teor de EE na planta.

Santos et al. (2003) encontraram valores de 0,37% de EE para o capim-elefante cv. Pioneiro e 0,48% de EE para o cv. Mott, valores inferiores ao encontrado nesse estudo.

Martins-Costa et al. (2008) avaliando o capim-elefante encontraram valores de EE de 1,24% aos 45 dias e adubado com 100 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹.

Tabela 6 - Valores de EE e PB do Capim-elefante cv. Carajás em relação a diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fontes	EE (%)					EPM	Valor de F
	0	100	200	400	800		
U	2,91a	2,84a	2,90a	2,99a	2,71b		
	$\hat{Y} = 2,8567 + 0,0006x - 0,000001x^2 R^2 = 0,6959$					0,14	0,0381
UP	2,91a	2,99a	2,88a	2,82a	3,39a		
	$\hat{Y} = 2,983442 - 0,0010x + 0,000002x^2 R^2 = 0,9222$						
Fontes	PB (%)					EPM	Valor de F
	Doses de N (kg•ha ⁻¹ •ano ⁻¹)						
U	0	100	200	400	800		
	12,09a	12,74a	13,69a	14,31a	15,45b		
	$\hat{Y} = 12,4506 + 0,0040x R^2 = 0,9362$					0,20	<0,0001
UP	12,09a	11,73b	13,86a	14,82a	16,56a		
	$\hat{Y} = 12,0110 + 0,0060x R^2 = 0,9089$						

EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; U: ureia convencional; UP: ureia protegida. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade; EPM: erro-padrão da média.

Os valores de PB apresentaram comportamento linear positivo para as duas fontes (Tabela 6). Esse comportamento pode ser explicado pelo fato do nitrogênio ser componente de muitos compostos que são essenciais para o crescimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2012). No presente estudo os teores de PB encontrados não limitariam a atividade microbiana do rúmen, pois teores de PB abaixo de 7% reduzem a digestão por causa do suprimento inadequado de nitrogênio para os microrganismos ruminais, diminuindo a população desses microrganismos, logo a digestibilidade e ingestão de matéria seca seria prejudicada (VAN SOEST, 1964).

Na dose 100 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹ a ureia convencional mostrou-se superior em relação à ureia protegida, isso ocorreu provavelmente por causa da rápida liberação de nitrogênio da ureia convencional, fazendo com que o nitrogênio liberado ficasse mais prontamente disponível para a planta. Já na dose 800 kg de N•ha⁻¹•ano⁻¹ a ureia protegida apresentou maior teor na PB, isso aconteceu possivelmente devido à ureia protegida liberar o nitrogênio de forma mais lenta, reduzindo as perdas por volatilização e favorecendo a

utilização mais eficiente pela planta, logo a concentração nitrogênio na planta foi maior contribuindo para a elevação no teor de PB.

Pires (2014), estudando o capim-massai submetido à diferentes fontes de nitrogênio, observou efeito positivo da ureia protegida em comparação com a ureia convencional, pois a liberação gradativa do nitrogênio proporcionou uma elevação no teor de PB da planta. Soratto et al. (2010) avaliando diferentes fontes de nitrogênio verificaram que a fonte com inibidor de nitrificação proporcionou maiores valores de nitrogênio do que o sulfato de amônia e ureia extrusada, entretanto não diferiu da ureia convencional.

Valderrama et al. (2014) estudando diferentes fontes de nitrogênio para adubação do milho, não encontraram diferença significativa para o teor de nitrogênio foliar, fato observado para a maioria das doses aplicadas no presente estudo, o que demonstra que as diferentes fontes não influenciaram o valor nutricional da planta. Esses mesmos autores relataram que as doses de nitrogênio demonstraram efeito linear positivo para o teor de nitrogênio foliar.

Mistura et al. (2007) relataram efeito linear crescente para o teor de proteína bruta em capim-elefante manejado sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) na época das águas, com valores variando de 10,32 a 13,32%. Parente et al. (2012), observaram diferença significativa para o teor PB em capim-elefante submetido a doses crescentes de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), comportando-se de forma linear positiva. Maranhão et al. (2009) avaliando duas cultivares de braquiárias encontraram efeito linear das doses de nitrogênio sobre a PB dessas gramíneas.

5 CONCLUSÃO

As características morfogênicas, estruturais, produção e composição química do capim-elefante cv. Carajás são influenciadas positivamente com o aumento da dose de nitrogênio.

Recomenda-se a utilização da ureia protegida por apresentar liberação lenta e aplicação em dose única.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. R. M.; SIQUEIRA, F. C. J.; OLIVEIRA, B. M.; SILVA, M. A. S.; CARVALHO, M. T. M. Dinâmica do nitrato, amônio e potencial hidrogeniônico em resposta a diferentes fontes de nitrogênio na cultura do feijoeiro comum irrigado em spd. *Anais.... In: 10º CONAFE - Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão*, 2011, Goiânia, 2011.
- ADDISCOTT, T. M.; BENJAMIN, N. Nitrate and human health. ***Soil use and management***, n.2, v.20, p.98-104, 2004.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; NASCIMENTO JR., D.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H.; REIS, S. T. Características morfogênicas e estruturais do Capim-elefante ‘Napier’ adubado e irrigado. ***Ciência e Agrotecnologia***, Lavras, v. 29, n. 1, p. 150-159, 2005.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). ***Ciênc. agrotec.*** Edição Especial, p.1643-1651, 2003.
- BARROS, I. C. **Composição bromatológica de cultivares do capim buffel em diferentes estações do ano submetidos à adubação nitrogenada.** Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros- Unimontes, 63 P. 2010.
- BLAYLOCK, A. O futuro dos fertilizantes nitrogenados de liberação controlada. ***Informações agronômicas***, v.120, p.8-10, dez. 2007.
- BONFIM-DA-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v.35, n.04, p.1289-1297, 2006.
- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E. TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. ***R. Bras. Zootec.***, v.41, n.4, p.846-855, 2012.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In. NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). ***Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo***. Viçosa, MG: SBCS, p.1017, 2007.
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; DEMINICIS, B. B.; BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada ***Arch. Zootec.*** v.60, n.232, p931-942, 2011.
- CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). ***Acta Scientiarum. Animal Sciences***, v.26, n.3, p.409-416, 2004.

CIVARDI, E.A.; SILVEIRA NETO, A.N.; RAGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.52-59, 2011.

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum*, Jacq.** 1984. 155p. Dissertation (Doctor of Philosophy) – The Ohio State University, Ohio, 1984.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. S. Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação. **Nucleus**, v13, n.2, p.173-182, 2016.

CRUZ, R. S.; SANTOS, A. C.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; CARAÇA, D. C.; DINIZ, J. P. Produtividade do Capim-Cameroon estabelecida em duas classes de solos e submetido a doses crescentes de nitrogênio no norte tocantinense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.4, p.393-399, 2010.

DALLAGNOL, M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; NASCIMENTO, J. A. L. et al. Produção de forragem de capim-elefante sob clima frio. Curva de crescimento e valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1110-1117, 2004.

DERESZ, F. Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, **Embrapa-CNPGL**, 29p. (Circular técnica 54). 1999.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Ontogenetic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira.** 1. ed. Lages: Graphel, v.1, 76p. 2003.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; MOREIRA, L. M. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante cv. Napier sob pastejo rotativo. **B. Indústr. anim.**, v.64, n.2, p.149-158, 2007.

FERREIRA, D.F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERNANDES, A.L.T. & FRAGA JÚNIOR, E.F. Doses de fontes nitrogenadas convencionais e nitrogênio polimerizado na produtividade e maturação do cafeiro irrigado. **FAZU em Revista**, n.7, p.37-41, 2010.

GARCIA, A.L.A.; PADILHA, L.; GARCIA, W.R.; MENDES, A.N.G.; CARVALHHO, C.H.S. Efeito da ureia com inibidor de urease no crescimento de mudas de cafeiro (*Coffea arábica* L.). **Coffee Science**, v.6, n.1, p.1-7, 2011.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v.105, p.191-197, 1994.

GOMES, C.A.; LIMAS DIAS, K.G.; COGO, F.D.; ORFÃO, P.A.S.; CEREDA, G.J.; TOLEDO, G.C. Fertilizante de liberação gradativa em cafeeiros em produção. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.5, n.2, p.35-39, 2011.

GOMES, F.H.T.; POMPEU, R.C.B.F.; LOPES, M.N.; CANDIDO, M. J.D.; AQUINO, B. F. Acúmulo de forragem de capim-aruana com níveis crescentes de N. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2006. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.675-680, 1999.

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

GRANT, S. A. e MARRIOT, C. A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **J. Agric. Sci.** 122(1): 1-6. 1994.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J., BENNETT. J. M., SINCLAIR, T. R., *et al.* **Physiology and determination of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, Chapt.11A. p.285-302. 1994.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, p.180-202. 2002.

HODGSON, J. **Grazing Management**: Science into practice. **Longman Scientific and Technical**, logma Group, U. K., p. 203, 1990.

IWAMOTO, B. S.; CECATO, U, RIBEIRO, O. L.; MARI, G. C.; PELUSO, E. P.; LOURENÇO, D. A. L. Características morfogênicas do capim-tanzânia fertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 181-193. 2015.

JONES, C. A. **Management of urea fertilizer to minimize volatilization**. **Montana State University** Extension Service. Bozeman, Montana. 12p. 2007.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G.; MOTTA, S. A. Volatilização de NNH_3 na cultura do milho: I. Efeito parcial da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **R. Bras. Ci. Solo**, 21: 481-187, 1997.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.169-275. 1994.

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

LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C; VÁSQUEZ, H. H.; ARAÚJO, A. C.; LISTA, F. N.; COSTA, D. P. B. Produção de matéria seca, proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1518-1523, 2007.

LOBO, B. S.; SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; MONÇÃO, F. P.; PEREIRA, D. A.; RIQUEIRA, J. P. S.; OLIVEIRA, P. M.; MOTA, V. A. C.; ALVES, D. D. Parâmetros morfogênicos e produtividade do capim-Pioneiro submetido a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3305-3318. 2014.

LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; GOMES, F. H. T.; CANDIDO, M. J. D.; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Componentes da biomassa de capim-aruana sob regime de corte com quatro níveis de adubação nitrogenada. **Anais.... 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Jaboticabal. 2007.

MACEDO, C. H. O.; SANTOS, E. M.; DA SILVA, T. C.; DE ANDRADE, A. P.; DA SILVA, D. S.; DA SILVA, A. P. G.; DE OLIVEIRA, J. S. Produção e composição bromatológica do sorgo (*sorghum bicolor*) cultivado sob doses de nitrogênio **Archivos de Zootecnia**, vol. 61, núm. 234, junio, pp. 209-216, 2012.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SOUSA, R. S.; SILVA, F. F.; BONOMO, P.; VELOSO, C. M.; MAGALHÃES, D. M. A.; PEREIRA, J. M. Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.4, p.893-907 out_dez, 2011.

MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; BARROS, N. N.; MATTEI, D. A. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 37, núm. 1, pp. 91-96. 2006b.

MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; COSTA, N. L. PINTO, M. S. C.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-elefante. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, n.4, p. 1-13, 2009.

MAGALHÃES, J. R.; MODOLO, L. V.; SOUZA, S. R.; FRESCHE, L.; FRANÇA, M. G. C.; SILVA, F. L. I. M. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 432 p. 2006a

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

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** Maringá, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MARTINS-COSTA, R. H. A.; CABRAL, L. S.; BHERING, M.; ABREU, J. G.; ZERVOUDAKIS, J. T.; RODRIGUES, R. C.; OLIVEIRA, Í. S. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.,** v.9, n.3, p. 397-406, jul/set, 2008.

MASTUSCELLO, J. A.; FARIA, D. J. G.; CUNHA, D. N. F. V.; FONSECA, D. M. Adubação nitrogenada e participação de massa seca em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. xaraés e *Panicum maximum x Panicum infestum* cv. massai. **Ciênc. agrotec.,** Lavras, v. 33, n. 3, p. 663-667, 2009.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. SANTOS, P.M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P.; CUNHA, D. N. F. V.; BATISTA, A. C. S.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Cienc. anim. bras.** v.16, n.1, p. 1-13, 2015.

MATSUDA. *Pennisetum purpureum X Pennisetum glaucum (Caim Elefante Carajás).* 2016. Disponível em: <<http://www.matsuda.com.br/Matsuda/Web/sementes/Default.aspx?varSegmento=Sementes&idproduto=S10102607143653&lang=pt-BR>>. Acesso em: 22/09/2016.

MENDONÇA, J.F.B.; ROCHA, G.P. Rendimento do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroom) em diferentes idades de corte. **Ciência Prática,** Lavras, v.9, n.1, 23-29, 1985.

MESQUITA, L. A. V. In: Nitrato de amônio. **Informações agronômicas,** nº 120, Dezembro, 24p. Piracicaba- SP. 2007.

MISTURA, C; FAGUNDES, J.L; FONSECA, L.M; MOREIRA, C.L.M; JÚNIOR, D.M; JÚNIOR, J.R. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca: **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 35, n.2, p.372-379, 2006.

MISTURA, C.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; MORAIS, R. V.; QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre

a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. T.; ROCHA JUNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

MOTA, V. J. G.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M. MARTINS, C. E.; COSES, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período chuvoso no norte de Minas Gerais. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.4, p.908-922 out/dez, 2011.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: ODILON GOMES PEREIRA; JOSÉ ANTÔNIO OBEID; DILERMANDO MIRANDA DA FONSECA; DOMICIO DO NASCIMENTO JÚNIOR. (Org.). **Anais...** II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. 1ed. VIÇOSA: SUPREMA, GRÁFICA E EDITORA LTDA, v. 1, p. 289-346, 2004.

OKUMURA, R.S.; MARIANO, D. C. Aspectos agronômicos da ureia tratada com inibidor de urease. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava-PR, v.8, p. 403 – 414. 2012.

OLIVEIRA, A. B. B.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÇAES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; MEHL, H. U.; SANTOS, F. J. S.; SILVA, E. M.; COSTA, C. A. A.; COSTA, N. L. Produtividade do capim-digitária (*Digitaria spp.*) sob diferentes doses de nitrogênio. **PubVet** v. 9, n. 2, pág. 70-75, 2015.

OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; MATOS NETO, U.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007.

OLIVEIRA, H. M. R.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, L. B. T.; ARAÚJO, A. S.; RODRIGUES, M. O. D.; SILVEIRA JUNIOR, O. Características agronômicas do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetido a doses de nitrogênio. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Amazônia Oriental, **Anais... Trabalhos completos**, Gurupi-TO, 2014.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1069-1075, 1998.

PARENTE, H. N.; BANDEIRA, J. R.; RODRIGUES, R. C.; PARENTE, M. O. M.; TOSTA, X. M.; SILVA JUNIOR, O. R. Crescimento e valor nutritivo do capim-elefante submetido à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.2, n.2, p.132-141, Dezembro, 2012.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33 n.6, p.1685-1694, 2009.

PEREIRA, V. V.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; BRAZ, T. G. S.; SANTOS, M. V.; CECON, P. R. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.12, p.2681-2689, 2011.

PERSSON, J.; NASHOLM, T. Regulation of amino acid uptake by carbon na nitrogen in *Pinus sylvestris*. **Planta**, n.217, p. 309-315, 2003.

PIRES, C. A. **Eficiência do revestimento e de doses de ureia nas características estruturais, acúmulo e valor nutritivo da forragem do capim-massai**. 2014, 80f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro. 2014.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GOMES, F. H. T.; LACERDA, C. F.; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Características morfofisiológicas do capim-aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.4, p. 1187-1210 out/dez, 2010.

PONTES, G. M. **Avaliação da produtividade de biomassa de capim-elefante e sorgo sacarino no estado do Ceará para uso energético**. 2013, 103 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Economia de São Paulo, 2013.

PORTE, E. M. V.; VITOR, C. M. T.; ALVES, D. D.; LIMA, M. V. G.; SILVA, M. F. Características morfogênicas de cultivares do capim buffel submetidos à adubação nitrogenada. **Agropecuária científica no semiárido** V. 10, n. 1, p. 14 - 21, 2014.

ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; NOGEURIA, A.C.; REISSMANN, C.B.; GROSSI, F.; RAMOS, M.R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorífera*. **Floresta**, v.41, n.3, p.491-500, 2011.

SANGOI, L. ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduo e tipo de solo, em laboratório. **Ci. Rural**, 33: 87-692, 2003.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. Composição química do capim-elefante cv. roxo cortado em diferentes alturas. **Rev. bras. zootec.**, v.30 N.1. p.18-23, 2001.

SANTOS, L. H. T.; GOMES, V. M.; SEIXAS, A. A. Propagação do capim-pioneiro com o uso de mudas pré- brotadas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. único, n. 26, p. 1-9, 2016.

SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; FARIA, I.; FREITAS, E. V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da mata de Pernambuco. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: Um desafio**, 2002. 347p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

SEMPLE, A. T. **Avances em pasturas cultivadas y naturales**. 1^a ed. Ed. Hem. Sur. Buenos Aires, Argentina, 504 p. 1974.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, n. 1, p. 1-49, 2001.

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; MARANHÃO, C. M.A.; PATÊS, N. M. S.; SANTOS, L. C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **R. Bras. Zootec.** vol.38 no.4. 2009.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan-mar, 2013.

SILVA, E. M.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; OLIVEIRA, A. B. B.; SANTOS, F. J. S.; COSTA, N. L.; BEZERRA, E. E. A. Características morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. **PubVet** Maringá, v. 9, n. 6, p. 262-270, 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p, 2002.

SILVA, G.R. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. Fortaleza: UFC, 114p. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 2004.

SILVEIRA, M. C. T; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA CUNHA, B. A. L.; DIFANTE, G. S.; PENA, K. S.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. Effect of cutting interval and cutting height on morphogenesis and forage accumulation of guinea grass (*Panicum maximum*). **Tropical Grasslands**, v.44, p. 103-108, 2010.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SOARES, D. A. **Eficiência da Adubação Nitrogenada no feijoeiro sob sistema de plantio direto**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2011.

SOUZA, J. A. **Lixiviação do nitrato e a volatilização da amônia em latossolo cultivado com café sob diferentes fontes de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa (UFV). 86p., 2012.

SOUZA, L. J. N. **Morfogênese do capim faixa-branca submetido a adubação nitrogenada**. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Sergipe. 2015. 43f. 2015.

SOUZA, R. J; CARVALHO, J. G. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.905-916, 2000.

SOUZA, T. C. **Características morfogênicas, estruturais e produtivas do capim-mulato II submetido a diferentes doses de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, PE, 63 f. 2011.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 511-518, out-dez, 2010.

SARATTO, R.P.; SILVA, A.H.; CARDOSO, S.M.; MENDONÇA, C.G. Doses e Fontes alternativas de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.62-70, 2011.

STROZZI, G. **Características positivas, fisiológicas e bromatológicas do capim-marandu sob doses de nitrogênio e pastejo por ovinos**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2014. 71 f. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2012.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D A. GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de uréase. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:493-502, 2011.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. MINHOTO.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 659-670. 2014.

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

VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G.; MACEDO, M.C.M. **Calagem e adubação para pastagens**. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, Embrapa Cerrados, p. 367-382. 2002.

VITOR, C. M. T.; COSTA, P. M.; VILLELA, S. D. J.; LEONEL, F. P.; FERNANDES, C. F.; BALMEIDA, G. O. Características estruturais de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* stapf cv. Basilisk sob doses de nitrogênio. **B. Indústr. Anim.**, v.71, n.2, p.176-182, 2014.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J. I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de

pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

VITOR, C. M. T.; MARTINS, C. E.; COSER, A. C.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J. I. Perfilhamento, altura do dossel e cobertura do solo em pastagem de capim-elefante adubados com nitrogênio e irrigado. **B. Indústr. anim.**, N. Odessa, v.65, n.2, p.147-154, abr./jun. 2008.

WATSON, C.J. Urease activity and inhibition: principles and practice. London: **The International Fertilizer Society**, 40 p. 2000.

WHILHELM, W. W., MacMASTER, G. S. Importance of the phytocron in studying development and growth in grasses. **Crop Sci.**, v.35. n.1, p.1-3. 1995.

YAMAZOE, G. & VILAS BÔAS, O. **Manual de Pequenos Viveiros Florestais**, Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, p.120. 2003.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: Princípios e Técnicas de Propagação Vegetativa**. Viçosa, MG: UFCV. 56 p. 2000.

ZHAO, G. Z.; LIU, Y. Q.; TIAN, Y.; SUN, Y. Y.; CAO, Y. Preparation and properties of macromolecular slow-release fertilizer containing nitrogen, phosphorus and potassium. **Journal of Polymer Research**, n.1, v. 17, p. 119-125. 2010.

ANEXO A - DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA

Eu, **JÉSSICA GABRIELLE DE MENEZES LIMA**, declaro, para os devidos fins, que realizei a revisão de dissertação “CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAPIM-ELEFANTE CV. CARAJÁS ADUBADO COM UREIA CONVENCIONAL E PROTEGIDA”, de Francisco Gleyson da Silveira Alves, consistindo na correção gramatical, adequação do vocabulário, inteligibilidade do texto e correção de acordo com as normas técnicas vigentes.

Fortaleza, 20 de fevereiro de 2017.

Jéssica Gabrielle de Menezes Lima
JÉSSICA GABRIELLE DE MENEZES LIMA
Graduada em Letras – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Registro MEC nº. 113403/2015

ANEXO B - DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DE INGLÊS

Eu, **JÉSSICA GABRIELLE DE MENEZES LIMA**, declaro, para os devidos fins e para fazer prova junto a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que realizei a revisão de inglês do ABSTRACT contido na dissertação intitulada “CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAPIM-Elefante CV. CARAJÁS ADUBADO COM UREIA CONVENCIONAL E PROTEGIDA”, de autoria de Francisco Gleyson da Silveira Alves, consistindo em correção gramatical, adequação do vocabulário e inteligibilidade do texto.

Por ser verdade, firmo a presente,

Fortaleza, 20 de fevereiro de 2017.

Jéssica Gabrielle de Menezes Lima
JÉSSICA GABRIELLE DE MENEZES LIMA
Graduada em Letras – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Registro MEC nº. 113403/2015