



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

LUIZ EDUARDO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DO CAPIM-ELEFANTE A DOSES DE NITROGÊNIO
E DE FÓSFORO EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

MOSSORÓ

2018

LUIZ EDUARDO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DO CAPIM-ELEFANTE A DOSES DE NITROGÊNIO
E DE FÓSFORO EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como um dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.

Linha de Pesquisa: Fertilidade do solo e Adubação.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

Co-orientador: Prof. Dr. Gualter Guenther Costa da Silva.

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

C48r Cordeiro de Oliveira, Luiz Eduardo.
Resposta do capim-elefante a doses de
nitrogênio e de fósforo em condições de campo /
Luiz Eduardo Cordeiro de Oliveira. - 2018.
54 f. : il.

Orientador: Fábio Henrique Tavares de
Oliveira .
Coorientador: Gualter Guenther Costa da Silva
.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2018.

1. Adubação nitrogenada. 2. Adubação fosfatada.
3. Pennisetum purpureum.. I. Tavares de Oliveira
, Fábio Henrique , orient. II. Costa da Silva ,
Gualter Guenther , co-orient. III. Título.

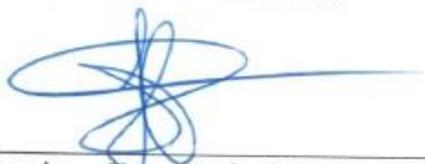
LUIZ EDUARDO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DO CAPIM-ELEFANTE A DOSES DE NITROGÊNIO
E DE FÓSFORO EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como um dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.

Aprovada em: 26 / 07 / 2018.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira (UFERSA)
Orientador e presidente da banca



Prof. Dr. Gualter Guenther Costa da Silva (UFRN)
Membro Examinador



Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)
Membro Examinador



Dra. Welka Preston Leite Batista da Costa Alves

A Deus pelo dom da vida, por sempre me guiar,
proteger e pelas lições que tenho aprendido ao
longo da minha caminhada.

A minha mãe Sônia Nicolau da S. Oliveira, ao meu
pai José Cordeiro de Oliveira, por serem meus
exemplos de força, superação e honestidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado nas horas mais difíceis, sempre me apoiando e mostrando que a fé move montanhas, por me guiar nesta jornada;

Aos meus pais, José Cordeiro de Oliveira e Sônia Nicolau da Silva Oliveira por me darem a vida, e serem sempre a minha fortaleza neste plano material.

Ao meu orientador, Fábio Henrique Tavares de oliveira, pela paciência, compreensão, motivação, disponibilidade, dedicação e competência, e, principalmente, agradeço por seu auxílio na elaboração deste trabalho;

Ao professor Gualter Guenther Costa da Silva e a professora Ermelinda Maria Mota Oliveira pelo apoio, atenção e disponibilização da estrutura do GESOLO (Grupo de Estudos em Solos) para realização das atividades do experimento.

Ao amigo Márcio Gleybson Bezerra da Silva, pelo apoio e parceria em todo o trabalho.

A Iara Beatriz pelo imenso auxílio e pela contribuição no trabalho.

A Martiliana Mayani pelo esforço e apoio incondicional durante as análises químicas.

Aos graduandos Eric, Jucier, Gabriel e Giovana pela dedicação e empenho total.

A toda equipe do GESOLO (Grupo de Estudos em Solos) e a todos os amigos que incansavelmente ajudaram na realização do experimento.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a todos os docentes que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA), pelos conhecimentos transmitidos ao longo desta jornada. Bem como, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por todo auxílio financeiro;

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, pela parceria para a realização das análises químicas.

“Vá firme na direção das suas metas, porque o pensamento cria, o desejo atrai e a fé realiza”.

Lauro Trevisan

RESUMO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) destaca-se por sua produção elevada de matéria seca (MS) por unidade de área e pelo seu bom valor nutritivo, sendo cultivado em todo o Brasil. Para a manutenção de produtividades elevadas de MS é indispensável o manejo adequado de macronutrientes, principalmente de nitrogênio (N), tendo em vista os baixos teores desse nutriente no solo em relação à necessidade da planta. Depois do N, o fósforo (P) é o nutriente que geralmente mais limita a produtividade das culturas forrageiras, por causa dos baixos teores disponíveis desse nutriente nos solos tropicais. Neste trabalho objetivou-se avaliar a produtividade do capim-elefante (cv. Cameroon) adubado com N e P aplicados em doses diferentes. O experimento de campo foi instalado em uma área da Escola Agrícola de Jundiá, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Macaíba-RN. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com onze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de N) e cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), mais um tratamento testemunha sem a aplicação de N e nem de P. Em todos os onze tratamentos foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de K₂O, 30 kg ha⁻¹ de S e 3,0 kg ha⁻¹ de Zn. Nos tratamentos referentes às doses de N aplicou-se 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto nos tratamentos referentes às doses de P aplicou-se 600 kg ha⁻¹ de N. A área experimental foi de 540 m² (15 x 36m), com quatro blocos espaçados de 1,0 m, cada bloco contendo 11 parcelas, não havendo espaçamento entre as parcelas no mesmo bloco. Cada parcela experimental media 2,8 m de largura por 3,0 m de comprimento, e continha quatro linhas de plantio de capim elefante espaçadas de 0,7 m. A área útil da parcela media 4,2 m², sendo constituída das duas linhas centrais. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do colmo, produtividade de matéria seca da parte aérea da planta, teor de N e de P na parte aérea e quantidades de N e de P exportadas pelas colheitas. Foram realizadas análises de variância e de regressão, e em seguida estimou-se as doses de N e de P₂O₅ associadas a diversos patamares de produtividade de matéria seca em cada corte, e para a produtividade acumulada nos três cortes. As doses recomendadas de N para o capim elefante variaram de 405 a 643 kg ha⁻¹ de N, para produzir de 37,4 a 39,9 t ha⁻¹ de matéria seca acumulada nos três primeiros cortes, respectivamente. Para P, as doses recomendadas variaram de 54 a 109 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para produzir de 37,9 a 40,0 t ha⁻¹ de matéria seca, acumulada nos três primeiros cortes, respectivamente.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada. Adubação fosfatada. *Pennisetum purpureum*.

ABSTRACT

Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) stands out for its high dry matter (DM) production per unit area and for its good nutritional value, being cultivated all over Brazil. For the maintenance of high yields of DM, it is indispensable the proper management of nutrients, mainly nitrogen (N), in view of the low levels of this nutrient in the soil in relation to the plant need. After N, phosphorus (P) is the nutrient that generally limits the productivity of forage crops, because of the low levels of this nutrient available in tropical soils. The objective of this work was to evaluate the productivity of elephantgrass (Cameroon cv.) Fertilized with N and P applied in different doses. The field experiment was installed in an area of the Agricultural School of Jundiá, belonging to the Federal University of Rio Grande do Norte, in Macaíba-RN. The experimental design was a randomized block with eleven treatments and four replicates. The treatments consisted of five doses of nitrogen (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ of N) and five doses of phosphorus (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅), plus a control treatment without the application of N and of P. In all eleven treatments 150 kg ha⁻¹ of K₂O, 30 kg ha⁻¹ of S and 3.0 kg ha⁻¹ of Zn were applied. 150 kg ha⁻¹ of P₂O₅ was applied in treatments for N doses, while 600 kg ha⁻¹ of N was applied in the treatments for P doses. The experimental area was 540 m² (15 x 36m), with four spaced blocks of 1.0 m, each block containing 11 plots, there being no spacing between plots in the same block. Each experimental plot measured 2.8 m wide by 3.0 m in length, and contained four elephant grass planting lines spaced 0.7 m. The average area of the plot 4.2 m², consisting of the two central lines. The evaluated variables were: plant height, stem diameter, dry matter yield of the aerial part of the plant, N content and P content in the aerial part and amounts of N and P exported by the harvests. Variance and regression analyzes were performed, and the N and P₂O₅ rates associated with several dry matter productivity levels in each cut and for the accumulated productivity in the three cuts were estimated. The recommended doses of N for elephantgrass ranged from 405 to 643 kg ha⁻¹ of N to produce 37.4 to 39.9 ha ha of accumulated dry matter in the first three cuts, respectively. For P, the recommended doses ranged from 54 to 109 kg ha⁻¹ of P₂O₅, to produce 37.9 to 40.0 t ha⁻¹ dry matter accumulated in the first three cuts, respectively.

Keywords: Nitrogen fertilization. Phosphate fertilization. *Pennisetum purpureum*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Produção de matéria seca de capim-elefante em função de doses de N, para os cortes 1, 2 e 3, bem como para a produção acumulada nos três cortes.....34
- Figura 2 – Produção de matéria seca de capim-elefante em função de doses de P_2O_5 , para os cortes 1, 2 e 3, bem como para a produção acumulada nos três cortes.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Doses de nutrientes referentes a cada tratamento para avaliação do rendimento do capim-elefante em função de doses de nitrogênio e de fósforo 27
Tabela 2	– Características químicas e teores de areia, silte e argila do solo da área experimental antes da instalação do experimento, avaliadas na camada de 0-20 cm..... 27
Tabela 3	– Médias de altura da planta e de diâmetro do colmo de capim-elefante, em função de doses de N 30
Tabela 4	– Médias dos teores de N na parte aérea do capim-elefante e das quantidades de N exportadas pelas colheitas do capim-elefante, em função de doses de N... 32
Tabela 5	– Médias de produção de matéria seca de capim-elefante, em função de doses de N..... 33
Tabela 6	– Produção máxima de matéria seca (MEF) observada e estimada, dose de N correspondente à máxima produção de matéria seca (DN_{MEF}) observada e estimada, e doses de N estimadas para produção de diversas frações da MEF, para os três cortes e para a produção total acumulada de matéria seca somando-se os três cortes 35
Tabela 7	– Médias de altura da planta e de diâmetro do colmo de capim-elefante, em função de doses de P_2O_5 36
Tabela 8	– Médias dos teores de P na parte aérea do capim-elefante e das quantidades de P exportadas pelas colheitas do capim-elefante, em função de doses de P_2O_5 37
Tabela 9	– Médias de produção de matéria seca de capim-elefante, em função de doses de P_2O_5 39

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Tabela 1	–	Análise de variância de altura da planta do 1º corte em função de doses de N e P.....	50
Tabela 2	–	Análise de variância de altura da planta do 2º corte em função de doses de N e P.....	50
Tabela 3	–	Análise de variância de altura da planta do 3º corte em função de doses de N e P.....	50
Tabela 4	–	Análise de variância do diâmetro do colmo do 1º corte em função de doses de N e P	51
Tabela 5	–	Análise de variância do diâmetro do colmo do 2º corte em função de doses de N e P	51
Tabela 6	–	Análise de variância do diâmetro do colmo do 1º corte em função de doses de N e P.....	51
Tabela 7	–	Análise de variância da produção de matéria seca do 1º corte em função de doses de N e P.....	52
Tabela 8	–	Análise de variância da produção de matéria seca do 2º corte em função de doses de N e P.....	52
Tabela 9	–	Análise de variância da produção de matéria seca do 3º corte em função de doses de N e P.....	52
Tabela 10	–	Análise de variância da produção de matéria seca total em função de doses de N e P.....	53
Tabela 11	–	Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 1º corte em função de doses N.....	53
Tabela 12	–	Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 2º corte em função de doses N.....	53
Tabela 13	–	Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 3º corte em função de doses N.....	54
Tabela 14	–	Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 1º corte em função de doses N.....	54
Tabela 15	–	Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 2º corte em função de doses N.....	54
Tabela 16	–	Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 3º corte em função de doses N.....	55
Tabela 17	–	Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea da 1º corte em função de doses P.....	55

Tabela 18	–	Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea do 2º corte em função de doses P.....	55
Tabela 19	–	Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea do 3º corte em função de doses P.....	56
Tabela 20	–	Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 1º corte em função de doses P.....	56
Tabela 21	–	Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 2º corte em função de doses P.....	56
Tabela 22	–	Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 3º corte em função de doses P	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. Capim-elefante	18
2.2. Nitrogênio.....	19
2.3. Adubação Nitrogenada.....	21
2.4. Fósforo	22
2.5. Adubação Fosfatada	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE	48

1. INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) destaca-se por sua produção elevada de matéria seca (MS) por unidade de área e pelo seu bom valor nutritivo, sendo cultivado em todo o Brasil, resistindo às condições climáticas desfavoráveis, como seca e frio (QUEIROZ FILHO et al., 2000). Historicamente esta planta é utilizada como capineira, destacando-se como importante reserva ou complementação da alimentação volumosa dos animais, em propriedades rurais. Além desta utilização, nos últimos anos as pesquisas têm demonstrado que o capim-elefante tem potencial para ser utilizado como biomassa alternativa para produção energética, devido principalmente a sua elevada capacidade de produção de matéria seca (MELLO et al., 2002; QUESADA et al., 2003).

Em função do elevado potencial produtivo é uma planta de alta exigência nutricional, suas deficiências nutricionais limitantes ao estabelecimento e produção têm sido associadas a fatores relacionados com acidez do solo, particularmente toxidez de Al, baixa disponibilidade de N, Ca, Mg e deficiência de P (QUESADA, 2005). A produção quantitativa e qualitativa das espécies forrageiras varia em função do tipo de solo e manejo de adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies, variedades, das estações do ano e do intervalo de cortes (ANDRADE et al., 2000).

Em 2006, no Estado do Rio Grande do Norte 29 % dos estabelecimentos agropecuários (24.352) atuavam na produção de leite (MANOEL NETO, 2017), destacando-se a região Agreste Potiguar como àquela com o maior número de produtores de leite (BRITO, 2014). Nestas propriedades a principal reserva ou complementação para alimentação do rebanho bovino leiteiro é o capim-elefante que é cultivado sem qualquer critério ou orientação relacionada ao manejo nutricional para recomendação de adubação desta forragem para referida região. Isso pode contribuir com a utilização excessiva de fertilizantes, o que seria inviável economicamente e acarretaria problemas ambientais, ou com a utilização em quantidades inferiores as demandadas pela cultura, causando perdas na produção.

A utilização adequada dos macronutrientes é relevante na produção vegetal, principalmente os nitrogenados, tendo em consideração a pobreza da disponibilidade deste nutriente no solo (FLORES et al., 2012). Devido à frequente necessidade da utilização da adubação nitrogenada na cultura do capim-elefante, a definição da dose do fertilizante, deve ser realizada de maneira criteriosa, uma vez que pode ocorrer diminuição da recuperação do nutriente com aplicação de grandes quantidades desse elemento (PRIMAVESI et al., 2004).

As baixas capacidades de adsorção de nutrientes dos solos arenosos geram perdas significativas de nutrientes por lixiviação, especialmente quando adicionados via adubação mineral (OLIVEIRA, 2008). Mesmo assim, na prática, observa-se a utilização desses solos com

reflorestamento e culturas mais exigentes como a cana-de-açúcar; neste caso, com produções sempre inferiores as obtidas em outros solos com características mais férteis.

O nitrogênio é um nutriente que influencia os processos envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, alterando a relação fonte-dreno e, conseqüentemente, a distribuição de assimilados entre os órgãos (PORTO et al., 2012).

Após o nitrogênio, o fósforo, quando ausente, é o nutriente que mais limita a produção de forragem (OLIVEIRA et al., 2007; FOLONI et al., 2008). Apesar da sua quantidade total nos solos ser relativamente alta, boa parte das vezes este não é encontrado na sua forma lábil (SANTOS et al., 2010). O P tem funções importantes no estágio inicial de desenvolvimento das plantas forrageiras. Na fase inicial, há intensa atividade meristemática devido o desenvolvimento do sistema radicular, do perfilhamento, da emissão de estolões, além de ser essencial para a divisão celular, pelo seu papel na estrutura dos ácidos nucléicos (CANTARUTTI et al., 2002). Também é crucial no metabolismo das plantas na transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese, sendo componente estrutural dos genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos.

Considerando a importância de ambos os nutrientes, N e P, para manutenção do potencial produtivo do capim-elefante para as condições edafoclimáticas do Agreste Potiguar, assim como, a inexistência de tabelas de recomendações calibradas para as condições da referida região, destaca-se a importância de trabalhos que avaliem a resposta das culturas agrícolas em função de doses de nutrientes essenciais.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a produtividade do capim-elefante (cv. Cameroon) adubado com N e P aplicados em doses diferentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim-elefante

É uma planta monocotiledônea, que apresenta o colmo como uma parte fibrosa, mais dura, que forma a casca e uma medula com feixes vasculares. Sua estrutura morfológica é bastante semelhante à do bagaço de cana-de-açúcar, o qual apresenta a seguinte composição: 65% de fibras e 35% de material não fibroso (AZEVEDO, 2003).

É uma espécie de alto potencial energético, devido à otimização da energia solar pela planta. Esta característica é típica de poáceas tropicais, de metabolismo C4, que crescem rapidamente e otimizam o uso da água, dos nutrientes do solo e da energia solar (LEMUS et al., 2002). Por apresentar um sistema radicular bem desenvolvido, pode contribuir de forma eficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo, ou o sequestro de C (carbono) no solo (URQUIAGA et al., 2006).

As capineiras são a principal reserva de forragem para a época mais crítica do ano (época da seca), sendo o capim-elefante a forrageira mais utilizada, devido ao seu elevado potencial para produção de forragem de boa qualidade (EMBRAPA, 1993). O processo de intensificação da produção de leite e carne implica no uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca. Entre essas forrageiras, destaca-se o capim-elefante, uma das mais adaptadas a esse tipo de exploração, devido ao seu elevado potencial produtivo e bom valor nutritivo. O interesse por essa gramínea aumentou ainda mais nos últimos 20 anos, quando se constatou a possibilidade de aumentar a produtividade e reduzir a área explorada com sua utilização para pastejo direto em sistemas rotativos com a utilização de insumos, como água e adubação (MOTA et al., 2010).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) é uma planta de fácil implantação, elevado vigor e produtividade, está presente em todas as regiões do Brasil. Foi introduzido no País em 1920, sendo utilizado no início como capineira, fornecido verde ou como forragem conservada sob a forma de silagem ou feno e, posteriormente, para pastejo (DEREZ et al., 1994; DESCHAMPS, 1997). Apesar desses atributos, a estacionalidade da produção, causada pela deficiência hídrica, tem provocado restrição à sua utilização, que, segundo Ferreira (1998), pode ser suprimida pelo uso de irrigação. Para Soria (2002), a irrigação, quando associada à adubação nitrogenada, pode aumentar entre 20 e 70% a produção de matéria seca das pastagens.

Recentemente, o capim-elefante despertou o interesse dos empresários de energia, após décadas de pesquisa científica, ficou evidenciada a sua elevada produtividade e, conseqüentemente, seu potencial como fonte alternativa para a geração de energia. Enquanto que o eucalipto, a árvore

mais cultivada no Brasil para produzir celulose e carvão vegetal, (produz 7,5 toneladas de biomassa seca por hectare ao ano, em média, e até 20 toneladas nas melhores condições), o capim-elefante pode produzir de em média de 30 a 40 toneladas. Além disso, o eucalipto necessita de sete anos para atingir um tamanho conveniente para o corte, enquanto que o capim-elefante pode ser colhido duas vezes ou mais por ano, devido ao seu rápido crescimento (MAZZARELLA, 2008). O capim-elefante é altamente eficiente na fixação de CO₂ (dióxido de carbono) atmosférico durante o processo de fotossíntese para a produção de biomassa vegetal.

O capim-elefante apresenta alto potencial fotossintético e possui alta capacidade de acúmulo de biomassa. De maneira geral, as plantas que têm maior capacidade de produção são mais exigentes em fertilidade do solo. Neste contexto, em manuais de adubação utilizados no Brasil o capim-elefante é considerado como exigente em relação à fertilidade do solo e recomendado para sistemas de médio a alto nível tecnológico (CANTARUTTI et al., 1999).

2.2. Nitrogênio

O N é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila. Assim as principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do N, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas. Além disso, o N apresenta grande versatilidade nas reações de oxirredução e está presente em vários estados de oxidação, desde formas bastante reduzidas (-3), como o NH₄⁺, até oxidadas (+5), como o NO₃⁻, o que lhe confere especial importância nos ciclos biogeoquímicos e no metabolismo das plantas. Por exemplo, cerca de um quarto do gasto energético dos vegetais está relacionado com as várias reações envolvidas na redução de nitrato a amônio e a subsequente incorporação do N às formas orgânicas nas plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2005).

O ciclo do N no sistema solo-planta é bastante complexo. A maior fração do N do solo está na forma orgânica, presente na matéria orgânica em diferentes moléculas e com variados graus de recalcitrância, ou como parte de organismos vivos. Algumas formas ou frações de N têm meia vida de poucos dias, enquanto outras, de séculos. O N pode ingressar no sistema solo-planta por deposições atmosféricas, fixação biológica-simbiótica ou não, adubações químicas ou orgânicas. Por outro lado, pode sair por meio de remoção pelas culturas e variados mecanismos de perdas, que incluem lixiviação e volatilização. O ciclo do N é controlado por fatores físicos, químicos e biológicos e afetado por condições climáticas difíceis de prever e controlar. O entendimento das principais reações que regem o comportamento do N no sistema solo-planta é, portanto, fundamental para o adequado manejo da agricultura moderna (CANTARELLA, 2007).

O grande estoque de N no solo ocorre na forma orgânica, como parte de matéria orgânica do solo (MOS), tendo significativa relevância para a fertilidade do solo. A mineralização da matéria orgânica libera N inorgânico, o qual constitui a principal fonte de N para as plantas em muitos sistemas agrícolas. A MOS não é um material uniforme, portanto, o N de compostos orgânicos pode ser encontrado em formas relativamente lábeis, de ciclagem rápida, ou de moléculas bastante humificadas e recalcitrantes, havendo um gradiente entre esses extremos. A fração N total do solo que participa do ciclo de reações de mineralização e imobilização, que em algum momento resulta em formas disponíveis para as plantas, varia com o tipo de solo e manejo. Como as reações de mineralização e imobilização passam pela biomassa microbiana, esta serve como indicador de velocidade de ciclagem de N e de outros nutrientes. A porção ativa do N orgânico no solo compreende cerca de 10 a 15% do N total em solos agrícolas, incluindo a biomassa microbiana. O restante corresponde a fração passiva, que tem uma ciclagem mais lenta (STEVENSON, 1982).

Uma das formas naturais de entrada do nitrogênio no sistema solo é através da fixação biológica de N_2 (FBN), sendo essencial para transformar o N_2 , uma molécula estável e abundante na atmosfera, que não pode ser utilizada pela maioria dos microrganismos e pelas plantas, na forma inorgânica combinada NH_3 , e, a partir daí, em formas reativas orgânicas e inorgânicas vitais em sistemas biológicos. A reação de redução do N_2 a NH_3 é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como fixadores de N_2 ou diazotróficos (NOVAIS et al., 2007).

O N é um dos nutrientes requeridos em maiores quantidades pelas gramíneas forrageiras, sendo elemento estrutural e participando de vários processos metabólicos (SOUZA & FERNANDES, 2006). Vários autores têm observado influências positivas da adubação nitrogenada no capim-xaraés (FAGUNDES et al., 2006; CABRAL et al., 2012; COSTA et al., 2013), mas, a eficiência da aplicação é, isoladamente, o fator que mais contribui para a viabilidade agrícola, já que o N, após a aplicação, passa por influências do meio, podendo ser perdido por lixiviação, alcançando o lençol ou por volatilização, na forma de NH_3 .

Este elemento é empregado em grandes quantidades na agricultura moderna na forma de fertilizantes. Para a maior parte das culturas, representa o nutriente mais caro. Com o domínio dos processos industriais para a conversão do N_2 atmosférico em NH_3 , no começo do século XX, teve início a fabricação de fertilizantes sintéticos nitrogenados, que vêm sendo utilizado em larga escala (CANTARELLA, 2007).

Entre os macronutrientes, o nitrogênio e o potássio possuem um papel fundamental para a nutrição das plantas. O nitrogênio, porque é um constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila, e o potássio,

por ser o cátion em maior concentração nas plantas, sendo um nutriente com relevantes funções fisiológicas e metabólicas, como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e também absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, portanto, limitante em sistema com utilização intensiva de solos cultivados (ANDRADE et al., 2003).

2.3. Adubação Nitrogenada

A determinação de níveis críticos e das doses recomendáveis de nutrientes a serem adicionadas ao solo é de vital importância para uso racional de fertilizantes. A produção agrícola está diretamente relacionada com a disponibilidade dos nutrientes, que em determinada condição depende, além das formas químicas em que o mesmo se encontra no solo, da capacidade de absorção da cultura, do desenvolvimento do sistema radicular, do tempo de crescimento e, ainda, das condições climáticas e da disponibilidade de outros nutrientes. O nível crítico de um nutriente, tanto no solo quanto na planta, refere-se à sua concentração abaixo da qual existe alta probabilidade de resposta da produção à sua adição ao solo. A formação de pastagens nas regiões tropicais e subtropicais é quase sempre relegada às terras de baixa fertilidade, resultando no desenvolvimento lento das gramíneas. Surge, então, a necessidade de aumentar a produtividade dessas pastagens, o que requer a aplicação de fertilizantes, a fim de permitir exploração animal mais intensiva, capaz de competir com outras formas de exploração dentro dos sistemas de produção agropecuário (ANDRADE et al. 2000).

Apesar do potencial produtivo das plantas forrageiras ser determinado geneticamente, a produtividade pode ser intensificada por meio da adubação nitrogenada, podendo variar quanto à dose e espécies utilizadas (GARCEZ NETO et al., 2002). Segundo Paciullo et al., (1998) a adubação é uma atividade fundamental para o aumento da produção de biomassa. Nesse cenário, para aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio, faz-se necessário o entendimento de mecanismos de uso desse nutriente, pela planta, de modo a indicar o melhor manejo de adubação visando obter maior produtividade (MARTUSCELLO et al., 2016). Estes autores constataram aumento linear da produção de massa seca total da parte aérea do capim-elefante a medida que se elevou as doses de nitrogênio. Vitor et al. (2009), constataram que as eficiências de produção de massa seca (MS) de forragem em resposta ao suprimento de nitrogênio, foram de 8,14 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado ao longo do ano, sendo 5,71 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado durante o período chuvoso e de 2,43 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado durante o período seco. Mota et al. (2010), encontraram a maior produção de MS com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ano de N e lâmina de 100% da evapotranspiração, em comparação à aplicação de 700 kg ha⁻¹ano associada a 120% da

evapotranspiração, pode estar associada ao excesso de umidade no solo, ocasionando falta de aeração ou lixiviação dos nutrientes.

O uso do nitrogênio como nutriente para os sistemas forrageiros é recomendável por aumentar a densidade da forragem e a disponibilidade de folhas. A taxa de crescimento da planta também é acelerada e assim independentemente da altura do pasto, o consumo de forragem por animal pode ser aumentado e obter ganhos satisfatórios (HERINGER; MOOJEN, 2002).

Segundo Martuscello et al. (2009) o aumento na produção de forragem com a aplicação de nitrogênio é esperado, devido ao conhecido efeito do N no acúmulo de matéria seca, pois o N é constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila. Castagnara et al. (2011), avaliando a produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada, constataram aumento na produção de matéria verde e seca, a taxa de acúmulo de matéria seca, a altura do dossel e o número de perfilhos dos capins Mombaça, Tanzânia e Mulato. Flores et al. (2013) observaram que as doses de nitrogênio e idade de corte do capim-elefante, influenciaram significativamente a relação carbono/nitrogênio (C/N) da parte aérea da forrageira, entretanto não afetou a relação colmo/folha (C/F). O aumento na produção de forragem, em resposta à adubação nitrogenada, implica também na aplicação de outros elementos, como potássio e fósforo, além da adoção de práticas adequadas de manejo (ANDRADE et al, 2000).

Na falta de um índice do N disponível no solo para tomada de decisão da dose do adubo nitrogenado aplicado durante o ciclo da cultura da forrageira, um dos métodos utilizados é avaliar o comportamento da planta. A concentração de nutrientes no tecido vegetal das forrageiras tem sua variação constatada entre espécies pertencentes a diversos gêneros, a espécies dentro de um mesmo gênero, a cultivares dentro da espécie (MONTEIRO, 2004).

2.4. Fósforo

O fósforo, assim como o boro e o silício, pertence a classificação dos nutrientes minerais que são importantes na armazenagem de energia ou na integridade estrutural. É um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, assim como os fosfolipídios que compõe as membranas vegetais. É também componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA. Entre os sintomas de deficiência de fósforo incluem crescimento reduzido em plantas jovens e uma coloração verde escura das folhas, as quais podem encontrar-se mal formadas e conter pequenas manchas necróticas. Da mesma forma que na deficiência de nitrogênio, algumas

espécies podem produzir antocianinas em excesso, conferindo as folhas uma coloração levemente arroxeada. Em comparação com a deficiência de nitrogênio, a coloração púrpura gerada pela deficiência de fósforo, não está associada à clorose. Na verdade, as folhas podem apresentar uma coloração roxa fortemente esverdeada. Sintomas adicionais de deficiência de fósforo incluem a produção de caules delgados (mas não lenhosos) e a morte das folhas mais velhas. A maturação da planta também pode ser retardada (TAIZ E ZEIGER, 2009).

De acordo com Santos e Kliemann (2005), o fósforo contribui em todos os processos morfofisiológicos das plantas, pois participa na formação da adenosina trifosfato (ATP) que é a maior fonte de energia de um organismo para desempenhar suas funções biológicas.

O P tem funções importantes na fase inicial de desenvolvimento das plantas forrageiras. No estágio inicial, há intensa atividade meristemática, em virtude do desenvolvimento do sistema radicular, do perfilhamento, da emissão de estolões, além de ser essencial para a divisão celular, pelo seu papel na estrutura dos ácidos nucléicos (CANTARUTTI et al., 2002). Também é crucial no metabolismo das plantas na transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese, sendo componente estrutural dos genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (NOVAIS et al., 2007).

O P apresenta grande efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento das forrageiras, ocorrendo principalmente na fase de estabelecimento (MOREIRA et al, 2006). Está entre os nutrientes que mais limitam a produção das forrageiras, devido sua baixa disponibilidade nos solos brasileiros, limitando a produção de forrageiras visto que a utilização de adubos fosfatados aumenta significativamente a produção das gramíneas (Lima et al. 2007). As fontes de fósforo são classificadas quanto a sua solubilidade em fontes de solubilidade lenta e rápida.

O solo poderá ser fonte de P quando ainda apresentar características nutricionais (reservas) favoráveis à planta, mesmo que insatisfatórias. O que se adiciona como fertilizante irá somar-se, sem maiores restrições, às reservas já existentes no solo. No caso do solo-dreno, haverá competição entre a planta (dreno) e o solo pelo P adicionado como fertilizante. Solo e planta, como drenos, estarão competindo entre si pelo fertilizante aplicado, e em muitos dos casos, o dreno-solo é maior que o dreno-planta (NOVAIS et al., 2007).

Uma maneira de alterar a concentração de P na solução do solo é o uso de fontes orgânicas. À semelhança do que ocorre com as fontes minerais, as fontes orgânicas poderão ser fonte (aumentar) ou ser dreno (diminuir) o P-solução. Com a mineralização dos resíduos de cultivos, ou mesmo da matéria orgânica humificada do solo, o P liberado da biomassa contribuirá para o maior conteúdo de P-solução. Por outro lado, poderá haver imobilização temporária do P da solução do solo pela sua incorporação à biomassa microbiana, aumentada pela adição de uma fonte de C,

reduzindo a relação C/P do resíduo a valores semelhantes ao da biomassa microbiana. Com isso, o P-solução volta a aumentar, com o predomínio da mineralização sobre a imobilização (NOVAIS et al., 2007).

2.5. Adubação Fosfatada

O P apresenta grande efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento das forrageiras, principalmente na sua fase de estabelecimento. Daí a importância e necessidade da adubação fosfatada por ocasião da implantação da pastagem, principalmente em sistemas intensivos de produção. Por outro lado, a contínua absorção de P pelas plantas, aliada ao fato da complexidade desse nutriente nos solos, leva ao interesse por conhecimento de tecnologias sobre adubação adequada ao crescimento inicial, suficiente para manter a produtividade da forrageira ao longo dos anos subsequentes. Tem-se observado, frequentemente, sob regime de corte ou pastejo, degradação das pastagens após quatro a cinco anos de utilização, provavelmente causada pelo decréscimo dos teores de P disponível no solo, podendo também estar associada à deficiência de nitrogênio (MOREIRA et al., 2006).

Considerando que o fósforo desempenha papel importante no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas, sua deficiência reduz a taxa de crescimento inicial e o estabelecimento das forrageiras, além de limitar sua capacidade produtiva e, conseqüentemente, das pastagens (SOUSA et al., 2004). A ausência ou a ineficiência do adubo fosfatado podem levar a planta a utilizar o fósforo em solução somente para sua manutenção, ocasionando paralisação de seu desenvolvimento (WERNER, 1984).

Para recomendação de adubação fosfatada, o conhecimento dos níveis críticos de fósforo no solo é fundamental, pois variam com a espécie de planta, o tipo de solo, a sucessão de cortes, o período de incubação e a forma de aplicação do fertilizante, entre outros. Ademais, a maioria dos solos destinados às pastagens apresenta baixo teor de fósforo e elevada capacidade de adsorção desse nutriente, o que realça a necessidade de definição correta e otimizada economicamente das técnicas de fertilização (MARTUSCELLO et al., 2009).

Entre os diversos fatores que influenciam os níveis críticos e a recomendação de adubação fosfatada, destaca-se a forma de aplicação do fertilizante no solo, a qual exerce grande efeito na disponibilidade do nutriente às plantas. Assim, quando se aplica o fertilizante no sulco em cova, a planta explora inicialmente a região do solo com alta disponibilidade do nutriente e, à medida que se desenvolve, passa a explorar volume de solo com menor disponibilidade. Nesta condição, a

resposta do vegetal pode estar relacionada aos teores de fósforo obtidos nas duas regiões e pode variar também entre culturas (LEITE, 1991; MOREIRA et al, 2006).

Os valores de níveis críticos para a implantação da pastagem poderiam ser atendidos com a aplicação localizada do fertilizante fosfatado e os níveis críticos para a manutenção da produtividade da pastagem indicariam o estado nutricional das plantas, por meio de seu monitoramento periódico. Desse modo, as recomendações de adubação para manutenção poderiam ser indicadas em tempo hábil para haver resposta significativa na produtividade da pastagem, com possibilidade de produção com máxima eficiência econômica, resultando em forragem de melhor valor nutritivo e maior longevidade da forrageira na pastagem.

As adubações fosfatadas e nitrogenadas assumem grande importância, pois seus nutrientes são os principais responsáveis pela manutenção da produtividade das gramíneas, e participam diretamente na estrutura vegetal, no tamanho das folhas e dos colmos, no aparecimento e no desenvolvimento dos perfilhos, na velocidade de crescimento e na produção da forrageira (VASCONCELOS, 2006).

Apesar da reconhecida importância da adubação fosfatada por ocasião do estabelecimento da pastagem, são escassos os trabalhos na literatura que evidenciam seu efeito residual sobre as produções dos anos subsequentes. Para recomendação de adubação fosfatada, o conhecimento dos níveis críticos de fósforo no solo é fundamental, pois variam com a espécie de planta, o tipo de solo, a sucessão de cortes, o período de incubação e a forma de aplicação do fertilizante, entre outros. A maioria dos solos destinados às pastagens apresenta baixo teor de fósforo e elevada capacidade de adsorção desse nutriente, o que realça a necessidade de definição correta e otimizada economicamente das técnicas de fertilização (MARTUSCELLO et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi instalado em uma área da Escola Agrícola de Jundiá, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Macaíba-RN. As coordenadas geográficas da área experimental são 5° 53' 35.12" de latitude sul e 35° 21' 47.03" de longitude oeste. O clima local é uma transição entre os tipos As e BSw da classificação de Köppen, com temperaturas elevadas ao longo de todo o ano (média anual de 27°C, máxima de 32°C e mínima de 21°C). A precipitação média anual é de 1.071 mm, com período chuvoso de março a julho (IDEMA 2013).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de N) na presença de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na presença de 600 kg ha⁻¹ de N, mais um tratamento testemunha sem aplicar nenhuma dose de N e nem de P₂O₅, mas aplicando-se as doses dos demais nutrientes iguais aos outros tratamentos. As parcelas de todos os tratamentos foram adubadas com 150 kg ha⁻¹ de K₂O, 30 kg ha⁻¹ de S, 1,0 kg ha⁻¹ de B, 3,0 kg ha⁻¹ de Zn e 0,5 kg ha⁻¹ de Cu (Tabela 1). Os fertilizantes comerciais utilizados nas adubações desse experimento foram ureia, sulfato de amônio, superfosfato triplo, cloreto de potássio e FTE BR-12 como fonte de micronutrientes.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico, com textura arenosa e topografia suavemente inclinada (BELTRÃO et al., 1975). Antes do plantio do capim elefante, realizou-se uma amostragem da camada de 0-20 cm do solo da área experimental, coletando-se 20 amostras simples, que foram homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta, na qual foram avaliadas diversas características químicas e físicas (Tabela 2).

Cada parcela experimental media 2,8 m de largura por 3,0 m de comprimento, e continha quatro linhas de plantio de capim elefante espaçadas de 0,7 m. A área útil da parcela media 4,2 m², sendo constituída das duas linhas centrais.

Inicialmente fez-se o preparo do solo com a gradagem leve utilizando o trator, em seguida a marcação da área com a delimitação do espaço total do experimento e as marcações dos blocos e parcelas, a abertura manual dos sulcos com o auxílio de enxada. As doses de P₂O₅, S, B, Zn e Cu foram aplicadas 100% no fundo do sulco antes do plantio, juntamente com 10 % da dose de N utilizada para cada tratamento e 10 % da dose de K₂O utilizada.

Os 90% restantes das doses de N e de K₂O foram parceladas em doses iguais aplicadas em seis épocas: 30 e 60 dias após o plantio, 15 e 45 dias após o primeiro corte, 15 e 45 dias após o segundo corte. A ureia, o sulfato de amônio e o cloreto de potássio utilizados nessas adubações de cobertura foram aplicados em sulcos paralelos às linhas de plantio.

Tabela 1 - Doses de nutrientes referentes a cada tratamento para avaliação do rendimento do capim-elefante em função de doses de nitrogênio e de fósforo

Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B	Zn	Cu
	----- kg ha ⁻¹ -----						
1	0	150	150	30	1,0	3,0	0,5
2	200	150	150	30	1,0	3,0	0,5
3	400	150	150	30	1,0	3,0	0,5
4	600	150	150	30	1,0	3,0	0,5
5	800	150	150	30	1,0	3,0	0,5
6	600	0	150	30	1,0	3,0	0,5
7	600	50	150	30	1,0	3,0	0,5
8	600	100	150	30	1,0	3,0	0,5
9	600	150	150	30	1,0	3,0	0,5
10	600	200	150	30	1,0	3,0	0,5
11	0	0	150	30	1,0	3,0	0,5

Tabela 2 - Características químicas e teores de areia, silte e argila do solo da área experimental antes da instalação do experimento, avaliadas na camada de 0-20 cm de profundidade⁽¹⁾

pH H ₂ O	M.O	N _{total}	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	Areia	Silte	Argila
	--- g kg ⁻¹ ---		---- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- g kg ⁻¹ -----		
5,9	2,64	0,7	1,0	32,8	5,3	0,4	1,2	0,05	0,83	940	40	20

⁽¹⁾ Análises realizadas de acordo com Donagema et al. (2014).

A cultivar de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) utilizada no experimento foi a Cameron, que apresenta plantas de porte ereto, colmos grossos, predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio ou ausente e touceiras densas (LOPES, 2004).

O plantio foi efetuado com a distribuição dos colmos inteiros de capim-elefante, dispostos nos sulcos segundo o sistema pé com ponta, cortados após a colocação no fundo do sulco, em rebolos de aproximadamente 70 cm de comprimento. Ao longo do tempo de condução do experimento no campo, sempre que necessário, foi feita irrigação complementar do capim elefante por aspersão convencional, de modo que a cultura não teve problemas de déficit hídrico.

O cultivo do capim elefante foi conduzido durante o período de 260 dias, entre os meses de dezembro de 2016 e agosto de 2017, sendo que o primeiro corte foi efetuado aos 110 dias após o plantio, o segundo corte aos 75 dias após o primeiro corte e o terceiro corte foi aos 75 dias após o segundo corte. Entre as plantas colhidas na área útil de cada parcela, foram selecionadas 20 plantas representativas da parcela para avaliação da altura da planta e do diâmetro do colmo.

Nas colheitas do capim elefante, a parte aérea de todas as plantas da área útil de cada parcela foram cortadas ao nível do solo para obtenção da quantidade de matéria seca produzida em cada parcela. Após a pesagem, todas as plantas colhidas foram trituradas em forrageira e depois homogeneizadas. Em seguida, foram coletadas amostras desse material triturado para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C. Após atingirem peso constante, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e em seguida submetidas às análises químicas para quantificação dos teores de N e de P na parte aérea da planta, seguindo metodologia de TEDESCO et al. (1995).

Após a coleta e tabulação dos dados, os mesmos foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o software SISVAR v. 5.3 (FERREIRA, 2010). Para cada característica avaliada, o quadrado médio do resíduo da análise de variância foi utilizado como erro experimental para testar a significância dos coeficientes dos modelos de regressão a serem ajustados.

Em seguida, estimou-se as doses de N e de P₂O₅ associadas à diversos patamares de produtividade de matéria seca acumulada nos três cortes. Feito isso, chegou-se às estimativas das doses recomendadas de N e de P para a produtividade satisfatória da cultura do capim elefante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da planta aumentou com o aumento da dose de N em todos os cortes, ajustando-se a modelo raiz quadrada aos dados do primeiro corte e o modelo de regressão linear simples aos dados dos demais cortes (Tabela 3). No primeiro corte, a altura da planta aumentou de 235 cm até o valor de aproximadamente 300 cm, com a aplicação de apenas 200 kg ha⁻¹ de N. As doses acima de 200 kg ha⁻¹ de N não tiveram mais efeito na altura da planta (Tabela 3).

Também foi observado o declínio da altura da planta entre os cortes, com diminuição média de 15% na altura da planta do primeiro para o segundo corte, e de 21% do primeiro para o terceiro corte. Do segundo para o terceiro corte, a altura da planta diminuiu em apenas 7% (Tabela 3). Essa diminuição da altura da planta entre os cortes foi observada para todas as doses de N, podendo estar relacionada com a fisiologia da planta e com o intervalo de corte, que foi maior entre o plantio e o primeiro corte, chegando aos 110 dias. Esse maior intervalo de tempo para realização do primeiro corte é necessário para que o sistema radicular da planta se desenvolva bem, proporcionando boa rebrota nos cortes seguintes.

Os valores médios de altura da planta obtidos no experimento foram 288 cm, 245 cm e 227 cm no primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente (Tabela 3), diferentes dos valores encontrados por Santos et al. (2014), que foram de 418 cm, 404 cm e 272 cm, para o primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente. Porém, as maiores alturas verificadas por esses autores estão relacionadas a maiores intervalos de dias de um corte para outro (180 dias do plantio para o primeiro corte, 190 dias do primeiro para o segundo e 180 dias do segundo para o terceiro corte), quando comparados aos intervalos de dias de um corte para outro praticados neste trabalho (110, 75 e 75 dias). Rossi (2010) observou que a altura média atingida pela cv. Cameroon-Piracicaba foi de 340 cm. Segundo Santos et al. (2014), variedades de capim-elefante podem alcançar alturas elevadas dependendo das condições de clima e manejo. Kannika et al. (2011), avaliando a altura do capim-elefante com diferentes intervalos de corte, verificaram que aos 12 meses de idade o capim atingiu 5 m de altura.

O manejo realizado levando em consideração a altura da planta está diretamente ligado à finalidade de utilização da cultura. Alguns trabalhos citados foram realizados com o objetivo de utilização da biomassa do capim-elefante para a geração de energia, que está sendo uma tendência atual de utilização do capim-elefante. No entanto, se a finalidade do cultivo for para a alimentação animal, um manejo com alturas elevadas acarretará em perda considerável dos valores nutricionais desta planta forrageira.

Tabela 3 – Médias de altura da planta e de diâmetro do colmo de capim-elefante em função de doses de N, avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de N	Altura da planta			Diâmetro do colmo		
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte
kg ha ⁻¹	----- cm -----			----- mm -----		
0	235	199	198	15	16	11
200	298	216	215	19	19	13
400	300	233	223	20	21	14
600	303	283	243	20	20	16
800	302	295	255	21	21	15
Média	288	245	227	19	19	14
ANOVA ⁽¹⁾	**	**	**	**	**	**
b₀	235,0	193,25	198,50	15,26	15,51	11,16
b₁: X^{0,5}	6,0624	-	-	0,3590	0,3473	0,0858
b₂: X	-0,1329	0,1294	0,0701	-0,0065	-0,0055	0,0026
b₃: X²	-	-	-	-	-	-
R²	0,99	0,95	0,99	0,96	0,96	0,86

⁽¹⁾** e * =efeito de doses de N significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de N .

Semelhante ao que aconteceu com a altura da planta, o diâmetro do colmo também aumentou com o aumento da dose de N aplicada ao solo (Tabela 3). Para essa variável, ajustou-se o modelo raiz quadrada aos dados dos três cortes. No primeiro corte, o diâmetro do colmo aumentou de 15 cm até o valor de aproximadamente 20 cm, com a aplicação de apenas 200 kg ha⁻¹ de N. As doses acima de 200 kg ha⁻¹ de N praticamente não influenciaram mais nos valores de diâmetro do colmo (Tabela 3). Para essa mesma cultivar de capim elefante, Santos et al. (2014) encontraram valores de diâmetro do colmo que variaram de 14,3 a 19,9 mm, com média geral de 16,5 mm. Por outro lado, Daher et al. (2000) observaram uma média de 11,5 mm para o diâmetro do colmo de clones de capim-elefante em Campos dos Goytacazes-RJ. Em ambos os trabalhos, a média geral para os valores de diâmetro do colmo foi menor que a média geral de 17,3 mm, verificada neste trabalho.

Do primeiro para o segundo corte o diâmetro médio do colmo da planta não diminuiu, mas do segundo para o terceiro corte o decréscimo foi de 26% (Tabela 3). Assim como aconteceu para a altura da planta, essa diminuição do diâmetro do colmo do segundo para o terceiro corte foi

observada para todas as doses de N, podendo estar mais relacionada com a fisiologia da planta do que com outros fatores.

Não houve efeito de doses de N aplicadas ao solo na concentração de N na parte aérea da planta no segundo e terceiro cortes, mas no primeiro corte verificou-se um acréscimo muito pequeno no teor de N na planta em função do aumento das doses de N (Tabela 4). Não foi verificada tendência de diminuição ou de acréscimo do teor de N na planta de um corte para outro (Tabela 4). Convém salientar que essa variável é muito sujeita aos efeitos de diluição e de concentração do nutriente no tecido vegetal, em função da variação do acúmulo de matéria seca na parte aérea em decorrência da adubação nitrogenada. Assim, a ausência ou pequena variação nos teores de N na planta não significa que a adubação nitrogenada não tenha aumentado o crescimento, o acúmulo de N na parte aérea da planta e a produtividade do capim-elefante.

Quando se avalia a exportação de N pela colheita, que é uma variável dependente do teor de N na parte aérea da planta e da produtividade de matéria seca, constata-se o efeito positivo da adubação nitrogenada (Tabela 4). Em todos cortes, e no somatório dos cortes, a exportação de N pela colheita do capim-elefante aumentou com o aumento das doses de N, com média de 374 kg ha^{-1} de N exportados na colheita do primeiro corte, 197 kg ha^{-1} de N exportados no segundo corte e 228 kg ha^{-1} de N exportados no terceiro corte (Tabela 4).

No primeiro corte, a maior exportação de N pela colheita ($509,11 \text{ kg ha}^{-1}$) foi observada quando se aplicou 600 kg ha^{-1} de N (Tabela 4). Flores et al. (2012), testando adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado, observaram que a dose de 150 kg ha^{-1} de N foi responsável pela exportação de $471,42 \text{ kg ha}^{-1}$ de N pela colheita. Com exceção do primeiro corte, no qual a maior exportação de N foi verificada para a dose de 600 kg ha^{-1} de N, nos demais cortes a maior exportação de N foi alcançada com a dose de 800 kg ha^{-1} de N (Tabela 4). Fagundes et al. (2007) avaliaram a influência da adubação nitrogenada para a produção de matéria seca de capim-elefante cv. Guaçu, e observaram aumento da extração de N pelo capim-elefante com o aumento das doses de N aplicadas, com acúmulo de N na matéria seca acima de 300 kg ha^{-1} de N para a dose de 240 kg ha^{-1} de N.

Mesmo sem aplicar nenhuma dose de N ao solo, o capim elefante exportou 208 kg ha^{-1} de N no primeiro corte, 150 kg ha^{-1} de N no segundo corte e 124 kg ha^{-1} de N no terceiro corte (Tabela 4). Esses 482 kg ha^{-1} de N exportados vieram da mineralização da matéria orgânica do solo, dos resíduos vegetais da vegetação espontânea incorporada ao solo antes do plantio e da provável contribuição da fixação biológica de N_2 da atmosfera. Morais et al. (2011) observaram contribuições da FBN acima de 50% da exigência de N em capim-elefante. Noutro trabalho, Morais et al. (2009) observaram acúmulo de 217 kg ha^{-1} de N no capim-elefante cultivar Cameroon com corte realizado

Tabela 4 – Médias dos teores de N na parte aérea do capim-elefante e das quantidades de N exportadas pelas colheitas do capim-elefante em função de doses de N, avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de N	Teor de N na parte aérea			Exportação de N pela colheita			
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte	Total
kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----			
0	18,67	20,80	18,67	208,23	149,81	123,62	481,66
200	19,27	19,28	21,60	320,55	160,69	207,88	689,12
400	21,00	17,73	23,63	380,62	156,81	231,00	768,43
600	26,70	24,53	26,73	509,11	251,10	277,79	1.038,00
800	25,37	21,90	25,40	450,96	268,17	301,59	1.020,72
Média	22,20	20,85	23,21	373,89	197,31	228,38	799,59
ANOVA⁽¹⁾	**	ns	ns	**	**	**	**
b₀	18,53	-	18,42	200,15	147,68	124,32	477,15
b₁: X^{0,5}	-0,1244	-	-	-	-	4,7208	-
B₂: X	0,0146	-	0,0199	0,7264	0,0056	0,0550	1,0838
b₃: X²	-	-	-0,00001	-0,00049	0,0002	-	-0,00046
R²	0,83	-	0,95	0,93	0,88	0,99	0,95

⁽¹⁾** e * =efeito de doses de N significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de N.

aos 12 meses após o plantio. Quesada (2005) encontrou acúmulo de N próximo a 270 kg ha⁻¹ de N com corte da planta aos 15 meses de cultivo de capim-elefante cultivado em um Planossolo com teor de N total no solo de 0,48 g dm⁻³, ambos sem aplicação de N mineral.

As análises de variância e de regressão revelaram efeito significativo positivo do aumento das doses de N na produtividade de matéria seca da parte aérea da planta em todos os cortes e, conseqüentemente, na produtividade acumulada de matéria seca considerando o somatório dos três cortes (Tabela 5).

A produtividade média de matéria seca obtida no 1º corte (16,7 t ha⁻¹) foi superior às produtividades médias obtidas no 2º corte (9,5 t ha⁻¹) e no 3º corte (9,8 t ha⁻¹) (Tabela 5). Essa maior produtividade observada no 1º corte em relação aos demais cortes pode ser explicada pelo maior tempo entre o plantio e o 1º corte, que foi de 110 dias, enquanto o intervalo de tempo entre o 1º corte e o 2º corte, e o 2º corte e o 3º corte, foi de apenas 75 dias.

Tabela 5 – Médias de produtividade de matéria seca de capim-elefante em função de doses de N, avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de N	Produtividade de matéria seca			
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	Total
kg ha ⁻¹	----- t ha ⁻¹ -----			
0	11,21	7,23	6,64	25,10
200	16,83	8,33	9,64	34,80
400	17,99	8,68	9,80	36,45
600	19,13	10,25	12,17	39,75
800	18,14	12,48	10,60	41,25
Média	16,66	9,49	9,77	35,47
ANOVA ⁽¹⁾	**	**	**	**
b₀	11,18	6,91	6,68	25,18
b₁: X	-0,0108	0,0062	-0,0041	-0,0051
b₂: X^{0,5}	0,5629	-	0,2518	0,7097
b₃: X²	-	-	-	-
R²	0,98	0,93	0,99	0,99

⁽¹⁾** e * =efeito de doses de N significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de N .

A obtenção de maior produtividade de matéria seca da planta no primeiro corte, em comparação aos demais cortes, também foi verificada por outros autores (Santos et al., 2014; Oliveira, 2012; Morais et al., 2009). Isso está muito relacionado ao maior tempo de crescimento da planta no período compreendido entre o plantio e o primeiro corte, que geralmente é maior que os intervalos de tempo compreendidos entre um corte e outro. As produtividades médias acumuladas de matéria seca nos três cortes obtidas neste trabalho, embora sejam elevadas, ainda foram inferiores às produtividades verificadas nos trabalhos de Santos et al. (2014), Oliveira (2012) e Morais et al. (2009). A explicação para isso é que esses autores cultivaram o capim elefante em solos de maior fertilidade que a verificada no Neossolo Quartzarênico utilizado neste trabalho (Tabela 2). Além disso, esses autores cultivaram o capim elefante no campo por um período de tempo bem maior que os tempos de cultivo praticados neste trabalho.

O modelo de regressão que se ajustou melhor aos dados de produtividade de matéria seca foi o modelo raiz quadrada para o 1º corte, 3º corte e produtividade total, e o linear simples para o 2º

corte (Figura 1). Esses modelos raiz quadrada ajustados mostram um grande incremento na produtividade de matéria seca, quando a dose de N varia de zero a 200 kg ha⁻¹ de N. A partir da dose de 200 kg ha⁻¹ de N esse incremento continua, mas ele é de menor magnitude (Figura 1).

De acordo com o modelo ajustado aos dados de produtividade de matéria seca acumulada nos três cortes (Figura 1), esta aumentaria até atingir o máximo de 49,9 t ha⁻¹, com a aplicação de 4.841 kg ha⁻¹ de N (Tabela 6). Todavia, esses valores estimados são muito elevados e estão fora do espaço experimental de doses de N aplicadas (máximo de 800 kg ha⁻¹ de N) e de produtividades observadas (máximo de 41,3 t ha⁻¹).

Certamente, a dose de N a ser recomendada para a produção satisfatória do capim elefante, com base neste trabalho, deve ser igual ou inferior a 800 kg ha⁻¹, desde que essa dose recomendada de N esteja associada a patamares elevados de produtividade. Considerando as doses de N estimadas para alcançar vários percentuais da produtividade máxima estimada (Tabela 6), as doses de N recomendadas para a produção satisfatória do capim elefante variaram de 405 a 643 kg ha⁻¹ de N, para produzir de 37,4 a 39,9 t ha⁻¹ de matéria seca nos três primeiros cortes, respectivamente.

Os resultados obtidos neste trabalho (Tabela 5, figura 1) foram inferiores aos encontrados por Magalhães et al. (2006), que pesquisando a influência da adubação nitrogenada no rendimento forrageiro do capim-elefante, obteve 18,9, 19,2 e 18,6 t ha⁻¹ de matéria seca para as doses de 150, 300 e 400 kg ha⁻¹, respectivamente. Porém, neste trabalho, as produtividades de matéria seca obtidas foram superiores às encontradas por Gonçalves & Costa (1986), que encontraram produtividades de 8,44 t ha⁻¹, 6,54 t ha⁻¹ e 5,11 t ha⁻¹, respectivamente para o 1º corte (84 dias), 2º corte (70 dias) e 3º corte (56 dias). Neste trabalho, as produtividades de matéria seca da parte aérea também foram superiores às obtidas por Queiroz Filho et al. (2000).

Ao contrário do que foi verificado em relação à adubação nitrogenada (Tabela 3), no primeiro e no segundo corte, nem a altura da planta e nem o diâmetro do colmo foram influenciados pela adubação fosfatada. Apenas no terceiro corte foi observado que o aumento das doses de P₂O₅ aplicadas aumentou a altura da planta e o diâmetro do colmo do capim elefante (Tabela 7). Assim como foi verificado nos tratamentos de doses de N (Tabela 3), nos tratamentos referentes à adubação fosfatada foi verificado que as médias de altura da planta e de diâmetro do colmo foram maiores no primeiro corte e diminuíram no segundo e terceiro cortes (Tabela 7).

Santos et al. (2014), avaliando características produtivas de capim elefante cv. Cameron sob doses de fósforo e de nitrogênio, observaram que o maior valor de altura da planta verificada no experimento foi de 292 cm, e que para o diâmetro do colmo os valores variaram entre 18 e 19 cm.

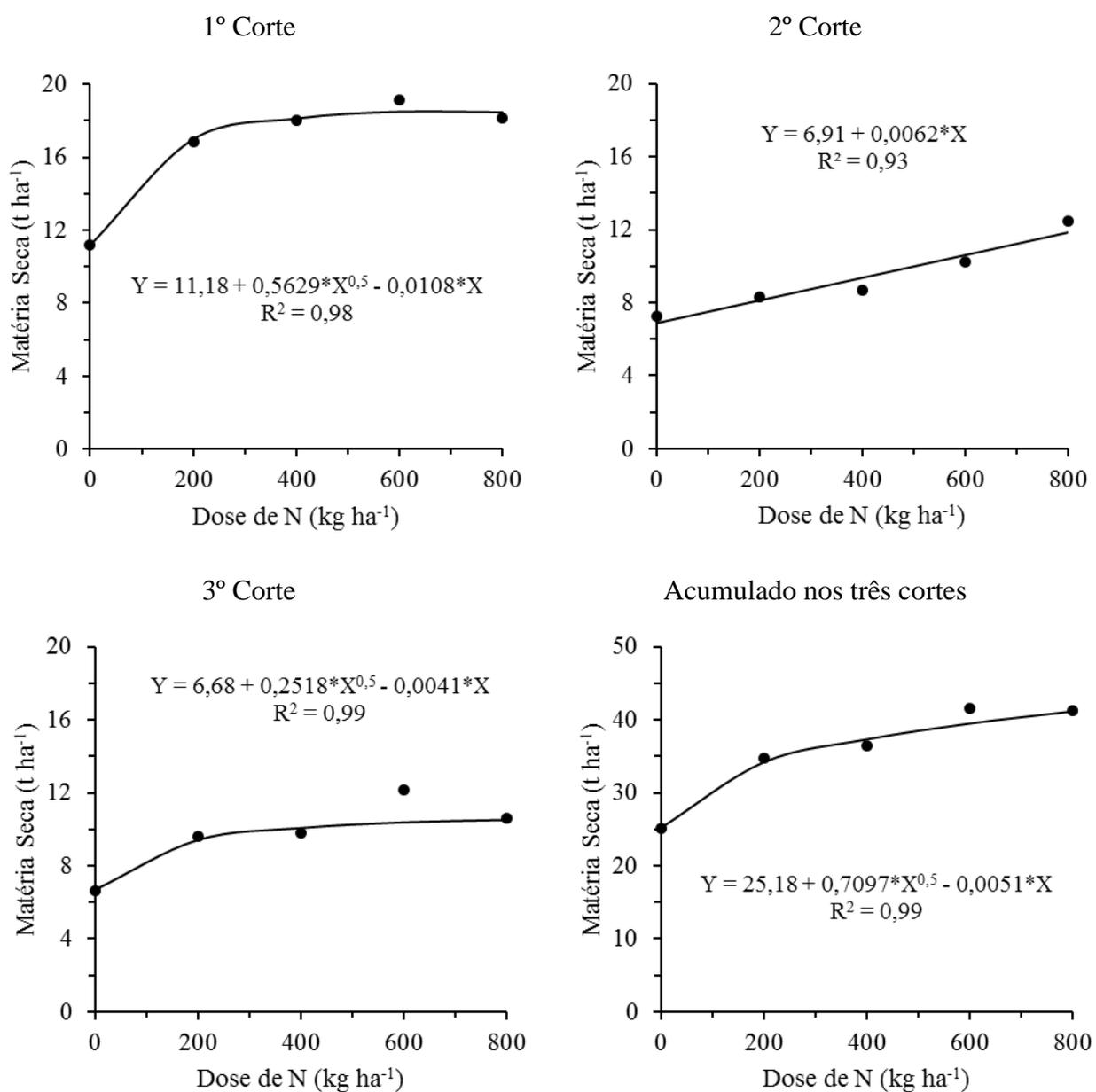


Figura 1 – Produtividade de matéria seca de capim-elefante em função de doses de N, para o 1º, 2º e 3º cortes, bem como para a produtividade acumulada nos três cortes.

Tabela 6 – Produtividades máximas observadas (Obs.) e estimadas (Est.) de matéria seca acumulada nos três cortes (PRODMÁX), doses observadas (Obs.) e estimadas (Est.) de N e de P₂O₅ correspondentes às PRODMÁX (D_{PRODMÁX}) e doses de N e de P₂O₅ estimadas para alcançar vários percentuais da PRODMÁX estimada⁽¹⁾

Nutriente	PRODMÁX		D _{PRODMÁX}		Doses de N e de P ₂ O ₅ estimadas para alcançar vários percentuais da PRODMÁX estimada					
	Obs.	Est.	Obs.	Est.	70%	75%	80%	85%	90%	95%
	----- t ha ⁻¹ -----		---- kg ha ⁻¹ ----		----- kg ha ⁻¹ -----					
Nitrogênio	41,3	49,9	800	4.841	238 (34,9)	405 (37,4)	643 (39,9)	978 (42,4)	1.468 (44,9)	2.253 (47,4)
Fósforo	42,6	42,1	200	322	0,0 (30,1)	1,3 (31,6)	8,6 (33,7)	24,4 (35,8)	53,7 (37,9)	109,0 (40,0)

⁽¹⁾ Os números entre parênteses se referem aos valores estimados de produtividade de matéria seca, dados em t ha⁻¹.

Tabela 7 – Médias de altura da planta e de diâmetro do colmo de capim-elefante em função de doses de P₂O₅, avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de P ₂ O ₅	Altura da planta (m)			Diâmetro do colmo (cm)		
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte
kg ha ⁻¹	----- cm -----			----- mm -----		
0	302	257	211	19	19	14
50	301	267	227	20	20	14
100	303	299	235	21	20	15
150	302	276	247	20	20	15
200	297	297	249	21	21	15
Média	301	279	234	20	20	15
ANOVA⁽¹⁾	ns	ns	**	ns	ns	*
b₀	-	-	214,45	-	-	13,95
b₁: X^{0,5}	-	-	-	-	-	-
b₂: X	-	-	0,1940	-	-	0,0070
b₃: X²	-	-	-	-	-	-
R²	-	-	0,95	-	-	0,72

⁽¹⁾** e * =efeito de doses de P₂O₅ significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de P₂O₅.

Quanto aos teores de P na parte aérea do capim elefante do primeiro corte, com média de $0,85 \text{ g kg}^{-1}$, estes não sofreram influência da adubação fosfatada (Tabela 8). No segundo e terceiro cortes, os teores de P na parte aérea da planta foram muito baixos para a dose zero de P_2O_5 ($0,20$ e $0,27 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente) mas aumentaram com o aumento das doses de P_2O_5 aplicadas ao solo, ajustando-se o modelo raiz quadrada para os dados do segundo corte e o quadrático para o terceiro corte (Tabela 8).

Martuscello et al. (2009) também observaram aumento nos teores de P na planta do capim elefante em função do aumento das doses de P_2O_5 aplicadas. Tanto no primeiro corte como no segundo corte, esses autores verificaram médias de teores de P na planta ($1,0 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose zero de P_2O_5 e $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose 300 kg ha^{-1} de P_2O_5) superiores aos obtidos neste trabalho. Por outro lado, Moreira et al. (2006) encontraram teores de P nas plantas do primeiro corte iguais a $0,7 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose zero de P_2O_5 , e de $1,7 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Tabela 8 – Médias dos teores de P na parte aérea do capim-elefante e das quantidades de P exportadas pelas colheitas do capim-elefante em função de doses de P_2O_5 , avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de P_2O_5 kg ha ⁻¹	Teor de P na parte aérea			Exportação de P pela colheita			Total
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
	----- g kg ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----			
0	0,83	0,20	0,27	12,35	1,67	1,33	15,35
50	0,83	0,51	0,34	15,96	4,88	3,23	24,07
100	0,89	0,49	0,44	16,12	5,19	4,86	26,17
150	0,82	0,56	0,55	13,04	5,54	7,36	25,94
200	0,88	0,54	0,78	17,09	6,92	7,77	31,78
Média	0,85	0,46	0,48	14,91	4,84	4,91	24,66
ANOVA⁽¹⁾	ns	ns	**	ns	ns	**	**
b₀	-	0,20	0,28	-	1,75	1,51	15,58
b₁: X^{0,5}	-	0,0545	-	-	0,4307	-	1,0716
b₂: X	-	-0,0022	0,00059	-	-0,0065	0,0340	-0,0023
b₃: X²	-	-	0,000009	-	-	-	-
R²	-	0,97	0,99	-	0,96	0,97	0,93

⁽¹⁾** e * = efeito de doses de P_2O_5 significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de P_2O_5 .

Os dados para as quantidades de P exportadas pelas colheitas do capim elefante seguiram a mesma tendência dos dados dos teores de P na parte aérea da planta, sem efeito da adubação fosfatada no primeiro corte e um efeito positivo no segundo e terceiro cortes, principalmente quando a dose aumentou de zero para 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 8). Em média, o capim elefante exportou 14,91 kg ha⁻¹ de P na colheita do primeiro corte, 4,84 kg ha⁻¹ de P no segundo corte e 4,91 kg ha⁻¹ de P no terceiro corte, dando o total de 25 kg ha⁻¹ de P exportados nos três cortes, o que equivale a aproximadamente 57 kg ha⁻¹ de P₂O₅ exportados.

No primeiro corte, os maiores valores para a produtividade de matéria seca (Tabela 9) e para os teores de P na parte aérea da planta, foram responsáveis pela maior exportação de P por ocasião da colheita do primeiro corte, em relação aos demais cortes (Tabela 8). Como a adubação fosfatada foi feita por ocasião do plantio, e o intervalo de tempo entre o plantio e a colheita do primeiro corte foi maior (110 dias), constatou-se maior exportação de P no primeiro corte, em relação aos demais cortes (Tabela 8).

No primeiro corte, seguindo a mesma tendência observada para as demais variáveis analisadas (Tabelas 7 e 8), a adubação fosfatada também não influenciou significativamente a produtividade de matéria seca do capim elefante (Tabela 9). No segundo e terceiro cortes, os maiores acréscimos de produtividade de matéria seca foram observados quando a dose de P₂O₅ variou de zero a 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 9, Figura 2).

A produtividade média de matéria seca diminuiu 42 % do primeiro para o segundo corte, mas do segundo para o terceiro corte a produtividade de matéria seca praticamente não diminuiu (Tabela 9). Essa maior produtividade do capim elefante no primeiro corte provavelmente está mais relacionada com o maior suprimento de nutrientes para a planta proveniente do solo e dos adubos aplicados, bem como ao maior ciclo de crescimento da planta durante o primeiro corte, que foi de 110 dias.

Martuscello et al. (2009), estudando níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea no estabelecimento de capim-elefante, obteve produção inferior às encontradas neste trabalho, a produção com a maior dose aplicada (300 kg ha⁻¹) foi 8,7 t ha⁻¹ e maior produção foi com de 9,3 t ha⁻¹ utilizando a dose 120 kg ha⁻¹ e adotando intervalo entre cortes de aproximadamente 60 dias. Martuscello et al. (2009) utilizando doses de P iguais a 0, 60, 120, 200 e 300 kg h⁻¹, verificaram aumento da produção de matéria seca com o aumento das doses de P aplicadas, obtendo-se 8,7 t ha⁻¹ de MS com a maior dose (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅). No entanto, a maior produtividade (9,3 t ha⁻¹ de MS) foi verificada com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no primeiro corte, ambos foram menores do que os valores encontrados neste experimento para o primeiro corte, onde verificou-se uma

produtividade de 19,0 t ha⁻¹ de MS com a dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20,7 t ha⁻¹ de MS com a dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

A produtividade de matéria seca do capim elefante nos três primeiros cortes aumentou com o aumento das doses de P₂O₅ aplicadas, ajustando-se o modelo raiz quadrada aos dados de matéria seca acumulada nos três cortes (Figura 2). Sem adubar o solo com P, a planta já produziu aproximadamente 30 t ha⁻¹ de matéria seca, mas na menor dose de P₂O₅ aplicada (50 kg ha⁻¹ de P₂O₅) a produtividade aumentou aproximadamente 30 %, passando de 29,93 t ha⁻¹ para 38,54 t ha⁻¹ (Tabela 9). Com o aumento da dose de P₂O₅ aplicada, a produtividade continuou aumentando até alcançar o valor máximo estimado de 42,1 t ha⁻¹ de matéria seca, correspondente à dose estimada de 322 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 6). Como essa dose de 322 kg ha⁻¹ de P₂O₅ está acima da maior dose utilizada neste trabalho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), as simulações realizadas com o modelo de regressão ajustado permitem que se recomendem doses de P₂O₅ para a cultura do capim elefante que variem entre 53,7 e 109,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para produzir entre 37,9 e 40,0 t ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 9 – Médias de produtividade de matéria seca de capim-elefante em função de doses de P₂O₅, avaliadas no 1º, 2º e 3º cortes, e estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão (raiz quadrada, linear e quadrático) ajustados

Dose de P ₂ O ₅	Produção de matéria seca			Total
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
kg ha ⁻¹	----- t ha ⁻¹ -----			
0	14,76	8,19	6,98	29,93
50	19,02	10,24	9,28	38,54
100	17,92	10,63	11,02	39,57
150	16,61	11,56	11,28	39,45
200	19,30	11,22	12,08	42,58
Média	17,79	10,37	10,13	38,29
ANOVA ⁽¹⁾	Ns	*	**	**
b₀	-	8,29	7,05	30,09
b₁: X	-	0,0390	0,0500	-0,037364
b₂: X^{0,5}	-	-	-	1,34134
b₃: X²	-	-0,000121	-0,00013	-
R²	-	0,96	0,99	0,98

⁽¹⁾** e * =efeito de doses de P₂O₅ significativo a 1 e a 5%, respectivamente. ns = efeito não significativo de doses de P₂O₅.

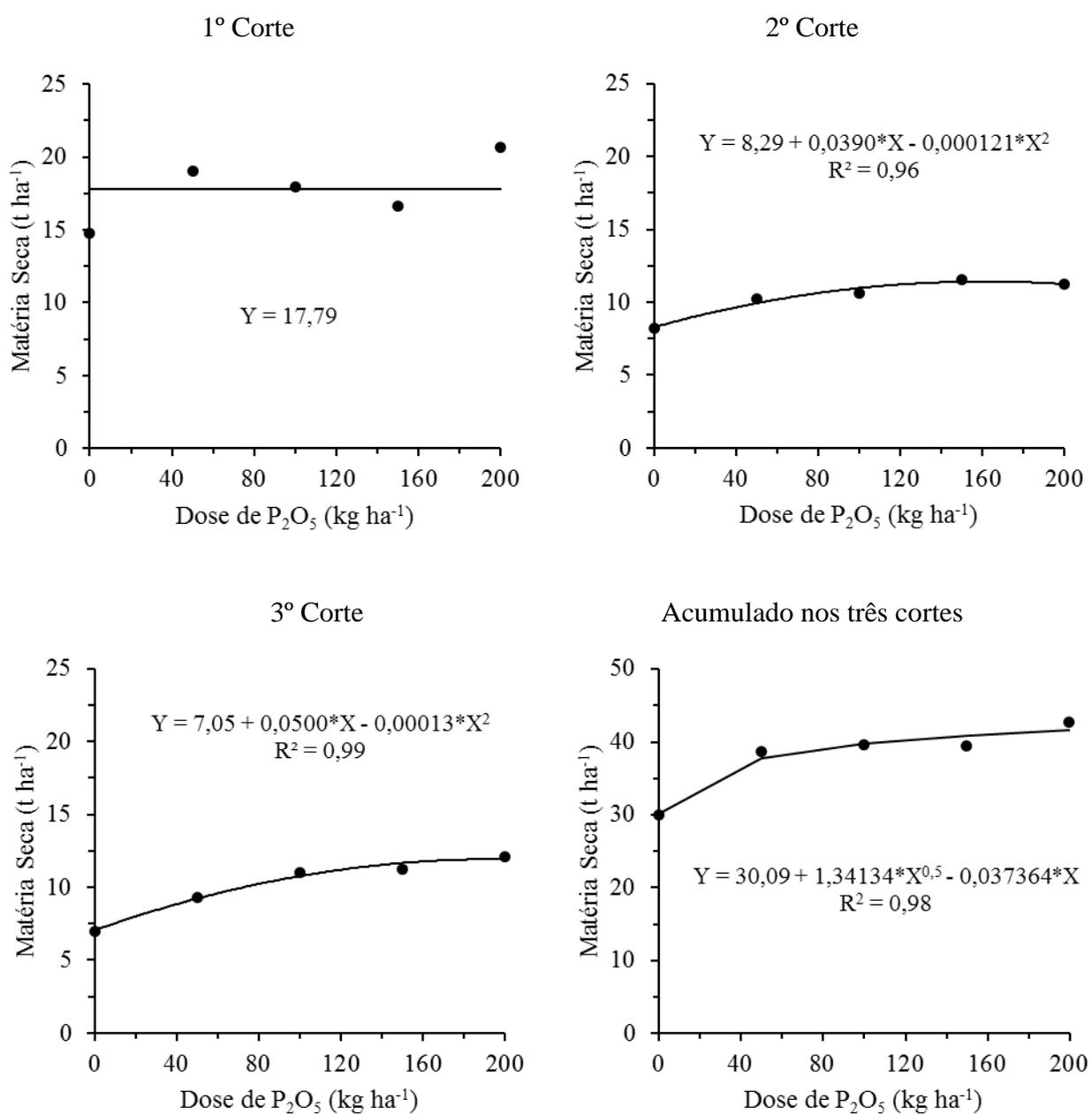


Figura 2 – Produtividade de matéria seca de capim-elefante em função de doses de P_2O_5 , para o 1º, 2º e 3º cortes, bem como para a produtividade acumulada nos três cortes.

5. CONCLUSÃO

As doses recomendadas de N para o capim elefante variaram de 405 a 643 kg ha⁻¹ de N, para produzir de 37,4 a 39,9 t ha⁻¹ de matéria seca acumulada em três cortes, respectivamente.

Para o fósforo, esses números variaram de 54 a 109 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para produzir de 37,9 a 40,0 t ha⁻¹ de matéria seca acumulada em três cortes, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira Zootecnia*. Viçosa, v. 29, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRADE, ALEX CARVALHO et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). *Ciência Agrotec.*, Lavras, edição especial, p.1643-1651, dez. 2003.
- AZEVEDO, P. B. M. Aspectos econômicos da produção agrícola do capim-elefante. In: Anais do 3º Encontro de Energia no Meio Rural-AGRENER. Campinas, setembro 2003. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000100032&script=sci_arttext#figural1>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- BRITO, A. Cadeia do Leite no RN. 2014. Disponível em: <<http://www.nominuto.com/noticias/entrevistas/cadeia-do-leite-no-rn-deve-ser-reestruturada-nos-proximos-anos/119666/>>. Acesso em: 02 Dez. 2017.
- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agrônômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41(4): 846- 855, 2012.
- CANTARELLA, HEITOR. Nitrogênio. In: ALVAREZ, Victor Hugo et al. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 7. p. 376-449, 2007.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: ALVAREZ, Victor Hugo et al. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 8. p. 471-550, 2007.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H E OLIVEIRA, F.T.T. Pastagens. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G. e Alvarez V.V.H. (Eds.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa. pp. 332-342, 1999.
- CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; RESENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; BRAGA, J.M.; GOMEDE, J.A.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, v.64, n.11, p.257-271, 2002.
- CASTAGNARA, D. D., ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p.1617-1648, 2011.
- CÓSER, A. C.; PEREIRA, A. V. Forrageiras para corte e pastejo. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 66), 37 p, 2001.

COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. S. C.; SILVA, F. G.; BORGES, E. F.; EPIFÂNIO, P. S.; GUIMARÃES, K. C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of Xaraés grass. *Ciência Animal Brasileira*, v.14(3): 288-298, 2013.

DAHER, R.F.; VASQUEZ, H.M.; PEREIRA, A.V. E FERNANDES, A.M. Introdução e Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Rev. Bras. Zootec.*, vol. 29, n. 5, p. 1296-1301, 2000.

DESCHAMPS, F. C. Perfil fenológico de três ecotipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34. 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.2, p.61-63.

DEREZ, F.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. de A. A.; AROEIRA, L. J. M.; VASQUEZ, H. M.; MATOS, L. L. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) para produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994. Campinas. Anais. Campinas: CBNA, 1994. p. 183-199.

Donagem, G. K. et al. Manual de métodos de análise de solos. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. – (Documentos/Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132). Acesso: 10-06-2014 < [HTTP://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/](http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/)>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Coronel Pacheco, MG: Capim-elefante. Curso de Pecuária Leiteira. Documentos, n.43, 2.ed. p. \asw34, 1993.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. 2. ed. Sunderland: Sinauer, 400p, 2005.

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. *Boletim da Indústria Animal*, v.64, p.149-158, 2007.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M.E.R. & LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35(1): 30-37, 2006.

FERREIRA, J. J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.66-72,1998.

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; ZANETTI, J. B.; PRADO, R. M. Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2013.

FLORES, RILNER A. et al. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 12, p.1282-1288, ago. 2012.

FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa. Anais... Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.92-123, 1986.

FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S.; CALONEGO, J.C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.3, p.1147-1155, 2008.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. de L. Frequência de corte de capim-elefante cv. Cv. Cameroon em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, (EMBRAPAUEPAE Porto Velho. Comunicado Técnico, 43), 8p 1986.

HERINGER, I.; MOJEEN, E.L. Potencial produtivo, alteração da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 875-882, 2002.

KANNIKA, R., YASUYUKI, I., KUNN, K., PICHIT, P., PRAPA, S., VITTAYA P., PILANEE, V., GANDA, N., SAYAN, T. Effects of inter-cutting interval on biomass yield, growth components and chemical composition of napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) cultivars as bioenergy crops in Thailand. *Grassland Science*, 57:135–141, 2011.

LEMUS, R.; BRUMMER, E.C.; MOORE, K.J.; MOLSTOD, E.; BURRAS, C.L. E BARKER, M. - Biomass yield and quality of 20 switchgrass populations in southern Iowa, USA: Biomass and Bionergy, vol. 23, n. 6, p. 433-442, 2002.

LIMA, S. O., FIDELIS, R. R., COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, p. 100-105, 2007.

MAGALHÃES, JOÃO AVELAR et al. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 37, n. 1, p.91-96, jan. 2006.

MANOEL NETO, Mercado do Leite no RN é Tema de debate na EMPARN. 2017. Disponível em:

<<http://www.emparn.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=144780&ACT;=&PAGE;=&PARAM;=&LBL=NOTICIA>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

MARTUSCELLO, JANAINA AZEVEDO et al. Níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea no estabelecimento de capim- elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [s.l.], v. 38, n. 10, p.1878-1885, out. 2009.

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

MARTUSCELLO, J.A.; MAJEROWICZ, N.; CUNHA, D.N.F.V.; AMORIM, P.L.; BRAZ, T.G.S. Características produtivas e fisiológicas de capim-elefante submetido à adubação Nitrogenada. *Archivos de Zootecnia*, v. 65, n. 252, p. 565-570, 2016.

MAZZARELLA, V. (2008) Capim-elefante: A energia renovável moderna. Documento publicado em www.capim-elefante.org.br. Acesso: 25 novembro 2017.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Caracterização e Seleção de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) na Zona da Mata de Pernambuco. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa, v. 31, p. 30-42, 2002.

MONTEIRO, F. A. Concentração e distribuição de nutrientes em gramíneas e leguminosas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2. 2004, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: UFV, p. 71- 107, 2004.

MORAIS, R. F.; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen fixation to Elephant grass (*Pennisetum purpureum Schum.*) Plant and Soil, v.349, p.1-12, 2011.

MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H.; ALVES, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Produção, qualidade de biomassa e fixação biológica de N em genótipos de capim-elefante destinados à geração de energia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.133-140, 2009.

MORAIS, R.F.; ZANETTI, J.B.; JANTÁLIA, C.P.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.; URQUIAGA, S.; PACHECO, B.M. Produção e qualidade da biomassa de diferentes genótipos de capim-elefante cultivados para uso energético. Revista Brasileira de Agroecologia, vol. 4, n. 2. p. 1103-1107, 2009a.

MOREIRA, LUCIANO DE MELO et al. Absorção e Níveis Críticos de Fósforo na Parte Aérea para Manutenção da Produtividade do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum cv. Napier*). Ciência Agrotec., Lavras-MG, v. 30, n. 6, p.1170-1176, dez. 2006.

MOTA, V. J. G.; REIS, S.T.; SALES, E.C.J.; ROCHA JÚNIOR, 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. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.59-128, 1995.

OLIVEIRA, E.S., variação de caracteres morfoagronômicos e da qualidade da biomassa em seis genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) em função de diferentes doses de azoto e análise da viabilidade econômica em Campos dos Goytacazes. RJ. 120 f. 2013. Dissertação de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil, 2012.

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

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; Silva, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa, v. 33, p. 68-78. 2004.

PORTO, M.L.A.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; ALVES, J. do C.; ARRUDA, J.A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. Bragantia, v. 71, n. 2, p. 190-195, 2012.

- QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29, n. 1, p.69-74, mar. 2000.
- QUESADA, D.M. Parâmetros quantitativos e qualitativos de diferentes genótipos de capim-elefante como potencial para uso energético. Seropédica, 2005. 76p. (Tese de Doutorado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- QUESADA, D.M.; COELHO, C.H.M.; BODDEY, R.; REIS, V.M.; ALVES, B.; URQUIAGA, S. Efeito da adubação verde e N-fertilizante no acúmulo de biomassa e fixação biológica de nitrogênio em genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*). v. 37, p. 54-59, 2003.
- RIO GRANDE DO NORTE. MANOEL JAMIR FERNANDES JUNIOR. Perfil do seu Município. Macaíba: IDEMA, 2013.
- ROSSI, D.A. Avaliação Morfoagronômica e da Qualidade da Biomassa de Acessos de Capim-Elefante (*Pennisetum Purpureum Schum.*) para fins Energéticos no Norte Fluminense. 55 f. 2010. Dissertação de Mestrado em Produção. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil 2010.
- SANTOS EA, KLIEMANN JH. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratores químicos. Pesquisa Agropecuária Tropical. 35(3):139-146, 2005.
- SANTOS, MARCIA MARIA P. et al. Respostas do capim-elefante sob doses de adubação azotada de cobertura para fins energéticos. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 37, n. 1, p.100-108, 2014.
- SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 40, n. 4, p. 454-461, 2010.
- SORIA, L.G.T. Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum Jacq. Cv. Tanzânia*) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada. 2002. 170 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- SOUSA DMG, MARTHA-JUNIOR GB, VILELA L. Manejo da Adubação fosfatada em Pastagens. In Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Piracicaba, p. 101-138, 2004.
- SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa – MG. Editora Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 9. p. 216-252. 2006. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publication>.
- STEVENSON, F. J. Origin and distribution of nitrogen in soil. In: STEVENSON, F. J. BREMNER J. M., HAUCK, R. D. & KEENEY D. R., EDS. Nitrogen in agricultural soils. Madison, American society of Agronomy, p. 1-42, 1982.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed, 848 p. 2009.
- URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M Capim-elefante: uma fonte alternativa promissora para a produção de energia. 2006. Disponível em: <www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Capimelefante>. Acesso: 04 out. 2017.

Vasconcelos CN Pastagens: implantação e manejo. Salvador, EBDA. p. 117, 2006.

VITOR, C. M. T., FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n. 3, p.435-442, 2009.

WERNER JC. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 49. 1984.

XIA, Z.; HONGRU, G.; CHENGLONG, D.; XIAOXIAN, Z.; JIANNLI, Z. E NENGXIANG, X. Path coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum*. Tropical Grasslands, vol. 44, p. 95–102 (2010).

APÊNDICE

Tabela 1 – Análise de variância de altura da planta do 1º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	79.886364	26.628788	0.915	0.4453
TRAT	(10)	(26761.500000)	2676.150000	91.978**	0.0000
Dose de N	4	14002.700000	3500.675000	120.317**	
Dose de P	4	86.300000	21.575000	<1.000ns	
Outras	2	12672.500000	6336.250000	217.775	
Erro	30	872.863636	29.095455		
Total corrigido	43	27714.250000			
CV (%)	1.86				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 2 – Análise de variância de altura da planta do 2º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	7768.795455	2589.598485	4.586	0.0093
TRAT	(10)	(62114.136364)	6211.413636	11.001	0.0000
Dose de N	4	28131.500000	7032.875000	12.46**	
Dose de P	4	5561.700000	1390.425000	2.46ns	
Outras	2	28420.9363	14210.4682	25.17**	
Erro	30	16938.954545	564.631818		
Total corrigido	43	86821.886364			
CV (%)	9.29				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 3 – Análise de variância de altura da planta do 3º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	120.250000	40.083333	0.616	0.6101
TRAT	(10)	(16079.136364)	1607.91363	24.705	0.0000
Dose de N	4	7979.200000	1994.80000	30.65**	
Dose de P	4	3970.300000	992.575000	15.25**	
Outras	2	4129.636364	2064.81818	31.73**	
Erro	30	1952.500000	65.083333		
Total corrigido	43	18151.886364			
CV (%)	3.55				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 4 – Análise de variância do diâmetro do colmo do 1º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	113.886364	37.962121	17.291	0.0000
TRAT	(10)	(173.227273)	17.322727	7.890	0.0000
Dose de N	4	72.300000	18.075	8.23**	
Dose de P	4	8.500000	2.125	<0.96ns	
Outras	2	92.427273	46.213636	21.05**	
Erro	30	65.863636	2.195455		
Total corrigido	43	352.977273			
CV (%)	7.79				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 5 – Análise de variância do diâmetro do colmo do 2º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	109.522727	36.507576	17.186	0.0000
TRAT	(10)	(200.636364	20.063636	9.445	0.0000
Dose de N	4	83.300000	20.825	9.80**	
Dose de P	4	7.700000	1.925	<0.91ns	
Outras	2	109.636364	54.818182	25.80**	
Erro	30	63.727273	2.124242		
Total corrigido	43	373.886364			
CV (%)	7.6				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 6 – Análise de variância do diâmetro do colmo do 1º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	3.727273	1.242424	2.808	0.0564
TRAT	(10)	(116.181818	11.618182	26.260	0.0000
Dose de N	4	57.700000	14.425000	32.60**	
Dose de P	4	6.800000	1.70000	3.84*	
Outras	2	51.681818	25.84091	5.84**	
Erro	30	13.272727	0.442424		
Total corrigido	43	133.181818			
CV (%)	4.8				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 7 – Análise de variância da produção de matéria seca do 1º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	33.971818	11.323939	1.889	0.1528
TRAT	(10)	(382.622273)	38.262227	6.382	0.0000
Dose de N	4	157.580000	39.39500	6.57**	
Dose de P	4	56.388000	14.097	<2.35 ^{ns}	
Outras	2	168.654273	84.3271365	14.06**	
Erro	30	179.863182	5.995439		
Total corrigido	43	596.457273			
CV (%)	14.86				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 8 – Análise de variância da produção de matéria seca do 2º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	21.433409	7.144470	3.101	0.0414
TRAT	(10)	(168.902273)	16.890227	7.331	0.0000
Dose de N	4	66.358000	16.58950	7.46**	
Dose de P	4	27.700000	6.925000	3.11*	
Outras	2	74.844273	37.4221365	14.06**	
Erro	30	69.114091	2.303803		
Total corrigido	43	259.449773			
CV (%)	15.98				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 9 – Análise de variância da produção de matéria seca do 3º corte em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	19.009773	6.336591	2.852	0.0539
TRAT	(10)	(180.839091)	18.083909	8.138	0.0000
Dose de N	4	40.892000	10.22300	7.46**	
Dose de P	4	65.753000	16.43825	7.39**	

Outras	2	74.194091	37.0970455	16.69**
Erro	30	66.662727	2.222091	
Total corrigido	43	266.511591		
CV (%)	15.9			

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 10 – Análise de variância da produção de matéria seca total em função de doses de N e P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	202.630909	67.543636	4.077	0.0153
TRAT	(10)	1919.169091	191.916909	11.585	0.0000
Dose de N	4	642.692000	160.673	9.69**	
Dose de P	4	364.083000	91.02075	5.49**	
Outras	2	912.396791	456.1983955	27.53**	
Erro	30	496.989091	16.566303		
Total corrigido	43	2618.789091			
CV (%)	11.51				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 11 – Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 1º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	53.187589	17.729196	1.371	0.2707
TRAT	(10)	(899.65635 5)	89.965635	6.955	0.0000
Dose de N	4	211.204670	52.80117	4.08**	
Dose de P	4	156.032000	39.00800	3.01*	
Outras	2	532.419685	266.2098	20.58**	
Erro	30	388.069936	12.935665		
Total corrigido	43	1340.91388 0			
CV (%)	14.2				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 12 – Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 2º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
----	----	----	----	----	---------

BLOCO	3	73.530845	24.510282	2.296	0.0978
TRAT	(10)	(286.528541)	28.652854	2.685	0.0177
Dose de N	4	107.427000	26.856750	< 2.51ns	
Dose de P	4	38.436450	9.60911	< 0.90ns	
Outras	2	140.665091	70.3325455	6.58**	
Erro	30	320.200005	10.673333		
Total corrigido	43	680.259391			
CV (%)	15.54				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 13 – Análise de variância do teor de nitrogênio na parte aérea do 3º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	136.522861	45.507620	2.364	0.0909
TRAT	(10)	(612.744518)	61.274452	3.183	0.0068
Dose de N	4	162.224450	40.556113	< 2.10ns	
Dose de P	4	126.143780	31.53595	< 1.6ns	
Outras	2	324.376288	162.188144	8.42**	
Erro	30	577.464664	19.248822		
Total corrigido	43	1326.732043			
CV (%)	17.8				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 14 – Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 1º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	13607.123509	4535.70783	0.899	0.4533
TRAT	(10)	(634710.074676)	63471.0074	12.578	0.0000
Dose de N	4	218238.623020	54559.6557	10.81**	
Dose de P	4	79566.972830	19891.7432	3.94*	
Outras	2	336904.478823	168452.239	33.38**	
Erro	30	151390.722291	5046.35741		
Total corrigido	43	799707.920473			

CV (%)	16.8
--------	------

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 15 – Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 2º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	8911.920352	2970.640117	1.449	0.2482
TRAT	(10)	(133569.10660)	13356.91066	6.516	0.0000
Dose de N	4	52608.063800	13152.01595	9.70**	
Dose de P	4	15749.850370	3937.46259	< 1.92ns	
Outras	2	65211.19243	32605.59622	15.90**	
Erro	30	61497.638873	2049.921296		
Total corrigido	43	203978.665825			
CV (%)	22.3				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 16 – Análise de variância da exportação de nitrogênio pela colheita do 3º corte em função de doses N

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	3910.240825	1303.41360	0.674	0.5746
TRAT	(10)	(242123.93966)	24212.3939	12.525	0.0000
Dose de N	4	43989.283220	19202.9852	9.93**	
Dose de P	4	43989.283220	10997.3208	5.68**	
Outras	2	121322.7154	60661.3577	31.38**	
Erro	30	57992.108300	1933.07027		
Total corrigido	43	304026.288789			
CV (%)	18.2				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo.

Tabela 17 – Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea da 1º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	0.136298	0.045433	0.472	0.7042
TRAT	(10)	(1.353318)	0.135332	1.405	0.2255
Dose de N	4	0.016430	0.0041075	<0.04ns	
Dose de P	4	0.568780	0.14220	<1.47ns	
Outras	2	0.768108	0.384054	3.98*	
Erro	30	2.889027	0.096301		
Total corrigido	43	4.378643			
CV (%)	31.38				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 18 – Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea do 2º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	0.224552	0.074851	1.537	0.2251
TRAT	(10)	(0.694523)	0.069452	1.426	0.2165
Dose de N	4	0.350250	0.0875625	<1.79ns	
Dose de P	4	0.208750	0.05219	<1.071ns	
Outras	2	0.135523	0.0677615	<1.39ns	
Erro	30	1.460623	0.048687		
Total corrigido	43	2.379698			
CV (%)	42.4				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 19 – Análise de variância do teor de fósforo na parte aérea do 3º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	0.237916	0.079305	9.409	0.0001
TRAT	(10)	(0.849141)	0.084914	10.074	0.0000
Dose de N	4	0.630920	0.15773	18.71**	
Dose de P	4	0.044480	0.01112	<1.31ns	
Outras	2	0.173741	0.0868705	10.30**	
Erro	30	0.252859	0.008429		
Total corrigido	43	1.339916			
CV (%)	22.55				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 20 – Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 1º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	22.788007	7.596002	0.218	0.8833
TRAT	(10)	(367.978005)	36.797800	1.056	0.4244
Dose de N	4	69.332000	17.333	<0.49ns	
Dose de P	4	36.621480	9.15537	9.15**	
Outras	2	262.024525	131.0122625	3.75*	
Erro	30	1045.775868	34.859196		
Total corrigido	43	1436.541880			
CV (%)	36.6				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 21 – Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 2º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	3.917245	1.305748	0.361	0.7819
TRAT	(10)	(73.186950)	7.318695	2.021	0.0668
Dose de N	4	59.845670	14.9614175	<2.52ns	
Dose de P	4	2.091750	0.52294	0.14	
Outras	2	11.24953	5.624765	<1.55ns	
Erro	30	108.661105	3.622037		
Total corrigido	43	185.765300			
CV (%)	40.45				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Tabela 22 – Análise de variância da exportação de fósforo pela colheita do 3º corte em função de doses P₂O₅

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
BLOCO	3	19.504491	6.501497	11.228	0.0000
TRAT	(10)	(167.358055)	16.735805	28.903	0.0000
Dose de N	4	119.260020	29.815005	51.49**	
Dose de P	4	6.058430	1.51461	<2.61ns	
Outras	2	42.039605	21.0198025	36.30**	
Erro	30	17.371109	0.579037		
Total corrigido	43	204.233655			
CV (%)	19.18				

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.