



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO
ESTILOSANTES CAMPO GRANDE SUBMETIDO A
INTERVALOS DE CORTES E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

HIGO GUSTAVO DA SILVA ROCHA

**CHAPADINHA - MA
2019**



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



HIGO GUSTAVO DA SILVA ROCHA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO
ESTILOSANTES CAMPO GRANDE SUBMETIDO A
INTERVALOS DE CORTES E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniele De Jesus Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Anderson De Moura Zanine

CHAPADINHA - MA
2019



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Da Silva Rocha, Higo Gustavo.

Características produtivas e nutricionais do
estilosantes campo grande submetido a intervalos de cortes
e adubação fosfatada / Higo Gustavo Da Silva Rocha. -
2019.

54 f.

Coorientador(a): Anderson De Moura Zanine.

Orientador(a): Daniele De Jesus Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal (25.06)/ccaa, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha-MA, 2019.

1. Composição química. 2. Fósforo. 3. Leguminosa. 4.
Manejo. 5. Stylosanthes. I. De Jesus Ferreira, Daniele.
II. De Moura Zanine, Anderson. III. Título.



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



HIGO GUSTAVO DA SILVA ROCHA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO
ESTILOSANTES CAMPO GRANDE SUBMETIDO A
INTERVALOS DE CORTES E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Daniele De Jesus Ferreira (Orientadora)
Universidade Federal Do Maranhão

Prof. Dr. Anderson De Moura Zanine (Coorientador)
Universidade Federal Do Maranhão

Prof.^a Dr.^a Rosane Cláudia Rodrigues
Universidade Federal Do Maranhão

Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Universidade Federal Da Paraíba



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Tudo deveria se tornar o mais simples possível, mas não simplificado.

Albert Einstein



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



AGRADECIMENTOS

À Deus, fornecedor de toda a nossa existência.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), pela oportunidade concedida, e aos servidores, técnicos, e professores, que sem dúvida desempenham inestimável trabalho pelo Programa.

À professora Daniele De Jesus Ferreira pela orientação, paciência, conselhos e contribuição no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao professor Anderson De Moura Zanine, também pela paciência, e contribuição no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Dr. Ricardo Martins Araújo Pinho, pelas contribuições durante o experimento, além do auxílio nas análises estatísticas.

Às professoras Michelle Parente e Rosane Rodrigues, e aos professores Zinaldo Firmino e Marcos Bonfim, por concederem acesso aos laboratórios e equipamentos, necessários às análises químicas apresentadas neste trabalho.

Aos orientados de graduação da professora Daniele e professor Anderson, Danrley, Cledson, e Ygor, que contribuíram muito significativamente, nas atividades de campo e laboratório, desde o início, até o término do experimento.

À toda minha família pelo apoio, e também à minha querida companheira, Helainy, que contribuiu integralmente, nas atividades deste respectivo trabalho, e é claro também, por sua motivação, amor e carinho.

E enfim, a todos que direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Os mais sinceros agradecimentos!



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas e nutricionais do estilosantes Campo Grande submetido a intervalos de cortes e adubação fosfatada. Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, com vasos de capacidade de 6 dm³ de solo, no período de dezembro de 2017 a abril de 2018, em fatorial 4×3, sendo quatro níveis de P₂O₅ (0; 100; 200 e 300 kg/ha) e três intervalos de corte (40; 60 e 120 dias), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Avaliaram-se, produção de biomassa área e radicular por hectare, características estruturais como altura, número de folhas, relação folha:caule, comprimento da raiz e número de nódulos; e composição químico-bromatológica da folha, caule, e parte aérea total. Realizaram-se análise de variância e regressão dos dados, pelo teste de Tukey (P<0,05). A produção de matéria seca total da parte aérea por hectare (PMST), foi significativa à interação (P<0,05) apenas no intervalo de corte aos 120 dias, em ajuste quadrático, com máximo na dose de 136,18 kg/ha de P₂O₅, para PMST de 8093,95 kg/ha. No geral, altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC), foram maiores no intervalo de 120 dias, com 55,71cm e 3,53mm, respectivamente. Inversamente, a relação folha:caule (F:C), foi maior no intervalo de 40 dias, com valor de 2,08; o número de nódulos (NN) apresentou efeito significativo (P<0,05) da adubação, no intervalo de 120 dias, em ajuste quadrático, com maior valor, na dose máxima de 173 kg/ha de P₂O₅. Não houve efeito da adubação (P>0,05) para FDN, FDA e HEM, da folha, caule e total da parte aérea. Houve efeito (P<0,05) da adubação, sobre o teor de PBF e PBT, com teores máximos de 20,43 e 16,44%, respectivamente, com adubação abaixo de 190 kg/ha de P₂O₅. Nas condições deste estudo, visando maior valor nutricional, o manejo do estilosantes Campo Grande sob o intervalo de corte de 40 dias, com nível de adubação fosfatada de até 100 kg/ha de P₂O₅ é o mais eficiente. Uma vez que a finalidade desta leguminosa, seja a recuperação de áreas de pastagens degradadas e solos compactados, recomenda-se o intervalo de corte de 120 dias, sem prejuízo a ingestão voluntária em caso de pastejo.

Palavras-chave: *Stylosanthes*, leguminosa, fósforo, manejo, composição química.



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productive and nutritional characteristics of the Campo Grande estilosantes submitted to intervals of cuts and phosphate fertilization. This work was carried out in a greenhouse, with pots of 6 dm³ of soil, from December 2017 to April 2018, in 4×3 factorial, with four levels of P₂O₅ (0; 100; 200 e 300 kg/ha) and three cut intervals (40; 60 and 120 days), in a completely randomized design with four replications. Plant biomass and root production per hectare were evaluated, structural characteristics such as height, number of leaves, leaf:stem ratio, root length and number of nodules; and chemical-bromatological composition of the leaf, stem, and total aerial part. The analysis of variance and regression of the data were performed by the Tukey test (P<0,05). The total dry matter yield of the aerial part per hectare (PMST) was significant at the interaction (P<0,05) only in the cut interval at 120 days, in quadratic adjustment, with a maximum at 136,18 kg/ha of P₂O₅, for PMST of 8093,95 kg/ha. In general, plant height (AP) and stem diameter (DC) were higher in the 120 day interval, with 55,71cm and 3,53mm, respectively. Conversely, the leaf:stem ratio (F:C) was higher in the 40 day interval, with a value of 2,08; the number of nodules (NN) presented a significant effect (P<0,05) of the fertilization, in the interval of 120 days, in quadratic adjustment, with a higher value, at a maximum dose of 173 kg/ha of P₂O₅. There was no effect of fertilization (P>0,05) for NDF, ADF and HEM, leaf, stem and total shoot. There was an effect (P<0,05) of the fertilization, on the PBF and PBT levels, with maximum levels of 20,43 and 16,44%, respectively, with fertilization below 190 kg/ha of P₂O₅. Under the conditions of this study, aiming at a higher nutritional value, the management of the Campo Grande estilosantes under the 40 day cut interval, with a phosphate fertilization level of up to 100 kg/ha of P₂O₅ is the most efficient. Since the purpose of this legume is to recover degraded pasture areas and compacted soils, the cut-off interval of 120 days is recommended, without prejudice to voluntary ingestion in case of grazing.

Key words: *Stylosanthes*, legume, phosphorus, management, chemical composition.



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



LISTA DE TABELAS

| | |
|---|------|
| Tabela 1. Cronograma dos ciclos de cortes durante o período experimental. | 111 |
| Tabela 2. Níveis de significância para produção de matéria seca de folha (PMSF), produção de matéria seca de caule (PMSC), produção de matéria seca total da parte aérea (PMST) e produção de matéria seca radicular (PMSR) por hectare, do estilosantes Campo Grande. | 144 |
| Tabela 3. Interação entre níveis de adubação fosfatada e intervalo de corte para produção de matéria seca de folha (PMSF), produção de matéria seca de caule (PMSC) e produção de matéria seca total da parte aérea (PMST) por hectare, do estilosantes Cmapo Grande. | 16 |
| Tabela 4. Produção de matéria seca radicular (PMSR) por hectare, para os níveis de adubação, do estilosantes Campo Grande. | 1919 |
| Tabela 5. Produção de matéria seca radicular (PMSR) por hectare, para os intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande. | 20 |
| Tabela 6. Níveis de significância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folha (NF), número de inflorescência (INF), relação folha:caule (F:C), número de nódulos (NN), peso de nódulos (PN), comprimento da raiz (CR) e peso da raiz, do estilosantes Campo Grande. | 222 |
| Tabela 7. Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), relação folha:caule (F:C) e peso de nódulos (PN) para os níveis de adubação fosfatada, do estilosantes Campo Grande. | 233 |
| Tabela 8. Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), relação folha:caule (F:C) e do peso de nódulos (PN) para os intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande. | 244 |
| Tabela 9. Interação entre níveis de adubação e intervalos de corte para o número de folhas (NF), número de inflorescência (INF), número de nódulos (NN), comprimento da raiz (CR) e peso da raiz (PR), do estilosantes Campo Grande. | 277 |
| Tabela 10. Níveis de significância para matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da | |

folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC), do estilosantes Campo Grande.....33

Tabela 11. Valores médios da matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC) para os níveis de adubação fosfatada, do estilosantes Campo Grande.....35

Tabela 12. Valores médios de matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC) para os intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande.....36

Tabela 13. Níveis de significância para matéria seca total da parte aérea (MST), fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT), do estilosantes Campo Grande..... 411

Tabela 14. Interação entre níveis de adubação fosfatada e intervalo de corte para matéria seca total da parte aérea (MST), do estilosantes Campo Grande. 42

Tabela 15. Valores médios de fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) para níveis de adubação, do estilosantes Campo Grande. 43

Tabela 16. Valores médios de fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) para intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande. 44

Tabela 17. Eficiência da adubação fosfatada para as variáveis produção de mateia seca total da parte aérea (PMST), número de folhas (NF), matéria seca total da parte aérea (MST) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) do estilosantes Campo Grande. 47



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AP – Altura de plantas
Ca – Cálcio
CR – Comprimento da raiz
DC – Diâmetro de caule
EAF – Eficiência de adubação fosfatada
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F:C – Relação folha:caule
FBN – Fixação biológica do nitrogênio
FDA – Fibra em detergente ácido
FDAC – Fibra em detergente ácido no caule
FDAF – Fibra em detergente ácido na folha
FDAT – Fibra em detergente ácido total da parte aérea
FDN – Fibra em detergente neutro
FDNC – Fibra em detergente neutro no caule
FDNF – Fibra em detergente neutro na folha
FDNT – Fibra em detergente neutro total da parte aérea
HEM – Hemicelulose
HEMC – Hemicelulose no caule
HEMF – Hemicelulose na folha
HEMT – Hemicelulose total da parte aérea
K – Potássio
MS – Matéria seca
MSC – Matéria seca no caule
MSF – Matéria seca na folha
MST – Matéria seca total da parte aérea
N – Nitrogênio
NF – Número de folhas
NN – Número de nódulos
P – Fósforo
PB – Proteína bruta
PBC – Proteína bruta no caule
PBF – Proteína bruta na folha
PBT – Proteína bruta total da parte aérea
PMSC – Produção de matéria seca de caule por hectare
PMSF – Produção de matéria seca de folha por hectare
PMSR – Produção de matéria seca radicular por hectare
PMST – Produção de matéria seca total da parte aérea por hectare
PN – Peso de nódulos
PR – Peso da raiz



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha - MA
Telefone (98) 3272 9902. E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Sumário

| | |
|---|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Estilosantes Campo Grande | 3 |
| 2.2. Adaptação ao clima..... | 5 |
| 2.3. Exigência do solo e adubação | 5 |
| 2.4. Características Estruturais..... | 7 |
| 2.5. Composição Química..... | 8 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 14 |
| 4.1. Produção de biomassa aérea e radicular | 14 |
| 4.2. Características estruturais | 21 |
| 4.3. Composição químico-bromatológica | 32 |
| 4.4. Eficiência de adubação fosfatada..... | 46 |
| 5. CONCLUSÃO | 488 |
| 6. REFERÊNCIAS | 499 |

1. INTRODUÇÃO

A produtividade e qualidade das pastagens tropicais, assim como sua utilização de forma sustentável, são de maneira geral, influenciadas por uma série de fatores, que dentre eles, é possível identificar como fundamentais, a fertilidade do solo e o manejo estabelecido.

A utilização do consórcio de gramíneas com leguminosas tropicais, é uma das alternativas de manejo mais promissoras para o aumento e melhoria da qualidade das pastagens brasileiras, que em sua maior parte são formadas por gramíneas do gênero *Brachiaria* que apresentam baixa produtividade e valor nutricional (MESQUITA et al., 2002). Este consórcio, resolveria a demanda do solo por nitrogênio, uma vez que as leguminosas forrageiras em geral, possuem a capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico, e em consequência, aumentaria a quantidade e qualidade de proteína nas pastagens (SHELTON et al., 2005). Outra vantagem apresentada pelas leguminosas, em comparação a gramíneas forrageiras, é a menor variação estacional no seu valor nutritivo, (MONTEIRO et al., 1998).

Leguminosas do gênero *Stylosanthes*, apresentam em geral, maior proporção de proteína bruta, menor proporção de parede celular e digestibilidade da matéria seca semelhante ou maior que a observada em gramíneas tropicais. O estilosantes cultivar Campo Grande tem ganhado grande destaque como forrageira, com considerável aumento da área plantada, nos sistemas de produção animal (BARCELLOS et al., 2008). O estilosantes Campo Grande apresenta elevado valor nutritivo, com teores de proteína bruta de 13 a 18% na planta inteira e 22% nas folhas, boa palatabilidade para ruminantes, conferindo bom desempenho animal, com considerável aumento no ganho de peso em bovinos (EMBRAPA, 2007).

Precisamente, problemas referentes à forma pela qual são manejadas essas forrageiras, podem comprometer a persistência das mesmas, quando submetidas ao pastejo (GOMIDE et al., 2006). Estudos envolvendo características morfogênicas e manejo de intervalos de cortes, têm-se mostrado fundamentais, pois fornecem informações de forma detalhada, sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, possibilitando assim, aplicações de melhores estratégias de manejo, que visem o aumento da eficiência do sistema solo-planta-animal (GOMIDE et al., 2006).

No tocante à fertilidade dos solos para as forrageiras em geral, o fósforo é um dos nutrientes que mais limitam o desenvolvimento de plantas no clima tropical, desta forma, a sua baixa disponibilidade contribui para redução na produção de forragem (HOLFORD, 1997). Embora o teor total de P dos solos brasileiros, se situe entre 200 e 3000 mg/kg de P, menos de 0,1 % desse total, principalmente nos solos dos cerrados, encontra-se na solução do solo (NOVAIS et al., 2007).

As respostas de leguminosas e forrageiras em geral, à adubação fosfatada variam de maneira ampla, conforme as regiões, dependendo da espécie a ser cultivada, do nível de manejo adotado e, principalmente da disponibilidade de fósforo no solo, notando-se uma deficiência generalizada deste nutriente para as forrageiras de todas as regiões do Brasil (OLIVEIRA et al., 1982). Um manejo preciso na aplicação de adubações fosfatadas deve ser priorizado nas regiões do cerrado, uma vez que devido à sua baixa disponibilidade nos solos, os resultados à sua aplicação nas pastagens em geral, tem sido frequentemente favoráveis (RAMOS & CARVALHO, 1986).

Assim, tendo em vista a importância das leguminosas no sistema de produção e alimentação animal, este estudo tem por objetivo, avaliar o potencial do estilosantes cv. Campo Grande, submetido a intervalos de corte e a níveis de adubação fosfatada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estilosantes Campo Grande

O *Stylosanthes* é um gênero natural da América Central e do Sul, é pertencente da família *Fabaceae*, onde se inclui cerca de 50 espécies e um grande número de subespécies e variedades botânicas, sendo o Brasil, detentor do maior número de espécies deste gênero (MILES e LASCANO, 1997). O gênero *Stylosanthes* está entre as espécies de leguminosas forrageiras mais importantes na utilização em pastagens, principalmente em áreas de solos ácidos e de baixa fertilidade (GOUDAO et al., 1997). A inclusão estilosantes Campo Grande no sistema pecuário diminui a dependência do uso excessivo de fertilizantes nitrogenados e contribui no desempenho animal (PINHEIRO et al., 2014)

Os trabalhos para a geração do estilosantes Campo Grande começaram em 1990 na Fazenda Maracujá, município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Na propriedade, com predominância de solos Areia Quartzosa, encontraram-se plantas de *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala* remanescentes de um experimento conduzido em anos anteriores, após vários cruzamentos, sobrevivendo sob alta pressão de pastejo, baixos níveis de fertilidade natural e com alto grau de resistência à antracnose (EMBRAPA, 2007).

As sementes das espécies foram colhidas separadamente e levadas ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) para estudos detalhados, onde se identificou em sua composição uma mistura espontânea de 20% de *S. macrocephala* e 80% de *S. capitata* (EMBRAPA, 2007).

Além de apresentar elevada tolerância ao alumínio, o estilosantes Campo Grande é reconhecido por sua boa adaptação a solos ácidos e baixa fertilidade, com alta capacidade em fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico, boa tolerância à seca e alta produtividade (RESENDE et al., 2007).

O estilosantes Campo Grande destaca-se como alternativa para banco de proteínas, consorciação com gramíneas e, principalmente, por fixar nitrogênio no solo, reduzindo gastos com adubação nitrogenada. A utilização do estilosantes Campo Grande tem elevado potencial para elevar os baixos índices zootécnicos provenientes da baixa produção de forragem e da baixa qualidade das pastagens nativas, constituindo uma ótima alternativa na melhoria da dieta dos animais e elevação da produção animal (BARCELLOS et al., 2008)

Em pasto de capim-andropógon em monocultivo e consorciado com estilosantes Campo Grande, MOURA (2016), observou maior ganho médio diário em ovinos no consórcio da gramínea com estilosantes. ZIMMER et al. (2002) observaram que a inclusão do estilosantes Campo Grande na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* gerou aumento de 25% a mais, em relação a gramínea solteira, devido a fixação biológica de nitrogênio, conferindo-se melhoria na dieta animal.

O estilosantes Campo Grande apresenta-se também, como ótima alternativa na forma de silagem de acordo com SOUZA (2013), com alto valor nutritivo, podendo ser utilizada como fonte única de forragem, substituindo a silagem de milho, em dietas para bovinos de corte em fase de terminação. SILVA et al. (2013), avaliando a produtividade do estilosantes Campo Grande, e seu potencial para a confecção de feno, observaram boas características na composição químico-bromatológica no feno desta leguminosa.

Em relação a recuperação de áreas de pastagens degradadas, em virtude do profundo sistema radicular (VERZIGNASSI, 2007), o estilosantes Campo Grande constitui-se como excelente alternativa para melhoria da estrutura física do solo, diminuindo perdas por erosão (DEDECEK et al., 2006), e contribuindo para a redução do processo de compactação do solo (NETO et al., 2010).

2.2. Adaptação ao clima

O estilosante Campo Grande é recomendado para regiões de clima tropical, com pluviosidade anual mínima e máxima de 700 e 1.800 mm, respectivamente, não se adaptando a locais sujeitos à ocorrência de geadas. No Brasil, o estilosantes Campo Grande é recomendado para as regiões Centro-Oeste, Nordeste (dentro dos limites de pluviosidade) e Sudeste. Na região Norte, seu uso fica restrito a regiões menos chuvosas, com características climáticas mais próximas à região Centro-Oeste.

A combinação de umidades e temperaturas altas, frequentes na região, aumenta o risco de incidência de doenças foliares e radiculares. Na região Sul, seu uso fica restrito a solos mais arenosos, no norte do Paraná. O fenômeno frequente de geadas e as temperaturas baixas no período do florescimento podem limitar a persistência da cultivar, diminuindo a chance de sucesso do seu cultivo (EMBRAPA, 2007).

2.3. Exigência do solo e adubação

O estilosantes Campo Grande é bem adaptado a acidez dos solos dos Cerrados, produzindo bem em solos cuja saturação por bases, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, esteja entre 30% e 35%. Tolerar uma saturação por alumínio de até 35%, sem prejuízos para a produção. As fontes de adubos fosfatados devem ser, preferencialmente, solúveis, como os superfosfatos triplo e simples e o fosfato monoamônico. A adubação para manutenção de fósforo deve ser de 20 a 40 kg

P_2O_5 /ha/ano, e mantidos os níveis críticos de estabelecimento, de 7 e 9 mg/dm^3 de P no solo, nas texturas média e arenosa, respectivamente (EMBRAPA, 2007)

Embora o estilosantes seja uma espécie adaptada a solos arenosos de baixa fertilidade, é necessário atender às exigências mínimas de macro e micronutrientes. A Recomendação das doses de adubação potássica para estabelecimento do estilosante Campo Grande, é feita segundo os teores de K presentes no solo em mg/dm^3 , onde, para $K < 25$, 26-50, 50-60 e > 60 , recomenda-se 60, 40, 20 e 0 mg/dm^3 , respectivamente. Em solos com menos de 15% de argila, deve ser aplicada em duas vezes, um terço na semeadura e outros dois terços, em cobertura, de 30 a 40 dias após a germinação (EMBRAPA, 2007)

O fósforo é considerado limitante da produção vegetal, pois participa ativamente de todos os processos metabólicos das plantas, e sendo os solos brasileiros bastante deficientes deste nutriente, principalmente os cerrados, com aproximadamente 1,6 mg/dm^3 de P na solução do solo, o fornecimento deste elemento assume papel fundamental para o estabelecimento e manutenção das pastagens (NOVAIS et al., 2007).

Se tratando de espécies leguminosas, por dispensarem fontes de adubação nitrogenada, estas, no entanto, passam a ter o fósforo como nutriente limitante, responsável por níveis satisfatórios de produção. Em um trabalho avaliando os efeitos da aplicação de nutrientes em espécie do gênero *Stylosanthes*, cultivados em solo típico de cerrado brasileiro, PAULINO et al. (2006), concluíram que o fósforo foi o elemento mais limitante ao crescimento das plantas.

Além disso, a eficiência do processo de fixação do nitrogênio atmosférico, é dependente da disponibilidade de P no solo, devido a sua participação no processo simbiótico (BURITY et al., 2000). Vários trabalhos já verificaram o efeito da adubação

fosfatada sobre o crescimento e nodulação em leguminosas herbáceas (BURITY et al., 2000) e arbóreas (ARAÚJO et al., 2001).

Em pesquisa avaliando a produção de matéria seca no gênero *Stylosanthes*, submetido à adubação fosfatada em solos com diferentes texturas, OTSUBO et al. (2011), constataram que a produção de matéria seca aumenta com aplicação de doses de fósforo.

2.4. Características Estruturais

A sustentabilidade de todos os sistemas de produção animal estabelecidos em pastagens também é dependente do manejo adequado do pasto. Assim, neste sentido deve-se buscar o conhecimento das características estruturais das plantas, para a formulação de mecanismos e estratégias de manejo, sobretudo, em regiões de solos onde a fertilidade natural é baixa. O conhecimento das características estruturais das plantas forrageiras é uma ferramenta fundamental para a determinação da condição do pasto, sendo uma destas características, a altura de plantas (DA SILVA & NASCIMENTO JR., 2007)

O estilosantes Campo Grande, em condições naturais, pode atingir mais de um metro de altura, e a sua emissão de flores acontece nos meses de abril a maio (SILVA & ZIMMER, 2004).

A relação folha:caule é um índice muito utilizado para descrever a qualidade das forrageiras em geral. O estágio de crescimento ideal da planta para corte ou pastejo é aquele em que se obtém a mais adequada composição bromatológica, parâmetro que está relacionado com a qualidade da forragem, em que a maior proporção de lâminas foliares em relação a caules e colmos, deve ser atingida (VAN SOEST, 1994).

Nas leguminosas, a relação folha:caule tem efeito no consumo de forragem pelos animais, pois com forragem disponível em quantidades suficientes, os animais pastejando seletivamente ingerem preferencialmente o material mais tenro (folhas) e de melhor valor nutritivo (TEIXEIRA, 2008).

O desenvolvimento do caule contribui para o aumento da produção de matéria seca, entretanto, pode apresentar efeitos negativos na qualidade da forragem, pois geralmente o aumento dos caules é decorrente do avanço da idade, e conseguinte início do estágio reprodutivo da planta. Dessa maneira, nesse período, espera-se queda na relação folha:caule, que é uma característica importante na determinação do consumo de forragem (NASCIMENTO JR. et al., 2002).

2.5. Composição Química

A matéria seca tem sido utilizada como importante parâmetro para expressar a produção de forrageiras, podendo apresentar variações conforme a espécie, maturidade da planta, manejo da cultura, condições ambientais e estação do ano (CRESPO et al., 2007). O estilosante Campo Grande produz até 13 t/ha/ano de matéria seca, com alto teor proteico (EMBRAPA, 2007).

A proteína detém fundamental importância para os animais e a sua deficiência afeta negativamente o desempenho animal, com resposta mais visível no ganho de peso, pois a mesma tem elevada participação na formação dos tecidos musculares. No caso dos ruminantes, o teor de proteína bruta na dieta deve ser superior a 7%, que seria o percentual mínimo necessário para que as bactérias celulolíticas do rúmen tenham bom desenvolvimento (VAN SOEST, 1994).

As leguminosas forrageiras, em geral, possuem alta degradabilidade e alta taxa de degradação em relação às gramíneas, possivelmente, devido a menores quantidades de lignina, quando comparadas às gramíneas (BRODERICK, 1995).

O termo fibra pode ser determinado mais corretamente como a fração do alimento que é lentamente digestível ou incompletamente disponível. A fibra em detergente neutro (FDN) mede os três maiores componentes indigestíveis ou incompletamente digestíveis das plantas: celulose, hemicelulose e lignina (MERTENS, 1989).

Em leguminosas, os teores de FDN são normalmente menores do que os encontrados nas gramíneas (TEIXEIRA, 2008). Percentuais de FDN entre 55,0 e 60,0% podem ser considerados elevados, estando negativamente associados ao consumo (VAN SOEST, 1965). O NRC (2001) recomenda, para matrizes de alta produção, em lactação valor mínimo de 25,0 a 33,0% de FDN na dieta total, limite que tem por objetivo manter o bom funcionamento do rúmen.

Avaliando o comportamento da leguminosa em diferentes níveis de água no solo, MONTEIRO (2009), encontrou percentuais de FDN entre 50,0-55,0% no estíloso Campo Grande, em Teresina, PI.

A fibra em detergente ácido (FDA), indica a percentual de material altamente indigestível presente na forragem (celulose e lignina). Quanto maior o teor de FDA menor a qualidade e a digestibilidade (VAN SOEST, 1994).

Teores médios equivalentes a 40,24% de FDA, foram encontrados por MAGALHÃES et al. (2012), quando avaliavam a degradabilidade da fração fibrosa do estíloso Campo Grande em Goiânia, GO.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Maranhão, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, na cidade de Chapadinha-MA. Situada na latitude 03° 44' 27" Sul e longitude 43° 18' 44" Oeste, com altitude de 110 m. Foi conduzido em vasos de capacidade de 6 dm³ de solo, sob cultivo protegido em casa de vegetação com irrigação controlada, durante os meses de dezembro de 2017 a abril de 2018.

A classificação do clima da região é conhecida como tropical úmido, possuindo temperaturas média e máxima, de 29 e 37 °C, respectivamente. A estação chuvosa é diversificada entre novembro e maio.

O solo utilizado no experimento é classificado como sendo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, coletado no próprio *campus* da universidade, na profundidade 0-20 cm.

As características químicas encontradas no solo utilizado foram: pH em H₂O= 5; P e K= 0,08 e 4,6 mg/dm³, Ca, Mg, Al, H+Al, SB e CTC= 0,89; 0,3; 0,3; 4,03; 1,2 e 1,5 cmolc/dm³, respectivamente; saturação de alumínio e saturação por bases de 20 e 22,94%, respectivamente. As características físicas granulométricas registradas foram de 70% de areia; 21% de argila e 9% de silte.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3, com quatro doses de adubação fosfatada (0; 100; 200 e 300 kg/ha de P₂O₅) e três intervalos de corte (40; 60 e 120 dias), em quatro repetições, totalizando 48 vasos.

A eficiência da adubação fosfatada (EAF) no estíloso Campo Grande, foi calculada pela seguinte equação: EAF = [(resultado no tratamento adubado -

resultado do tratamento controle ou testemunha)/Dose aplicada de fósforo de cada tratamento, em kg/ha] (SILVA, 2016).

Nos vasos utilizados, contendo o solo, foram feitas a adição de 8g de calcário dolomítico, com o intuito de elevar a saturação de bases para 50%. Após 60 dias, foram aplicadas as dosagens de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. A semeadura do estilosantes cv. Campo Grande foi realizada à lanço sobre os vasos. Decorridos 20 dias após a semeadura, foi realizado desbaste, de forma a permanecer oito plantas/vaso. Após o desbaste, foi realizado a adubação potássica de cobertura, tendo como fonte deste nutriente o cloreto de potássio, em níveis recomendados para a cultura, 60 kg/ha (EMBRAPA, 2007).

Os vasos foram irrigados diariamente de forma manual, na quantidade de 0,86 L/vaso, mantendo o solo em sua capacidade de campo, com valor igual 12% de retenção de água; a capacidade de campo foi calculada em condições de campo (REICHARDT, 1988), através da fórmula: $W\% = (Pa/Ps) \times 100$

Onde: W% é a porcentagem de água quantidade de água retida; Pa é a quantidade de água existente na amostra de solo; Ps é o peso da amostra de solo seco (105°C).

Tabela 1. Cronograma dos ciclos de cortes durante o período experimental.

| Intervalo de corte (dias) | Dezembro | Janeiro | Fevereiro | | Abril |
|---------------------------|----------|---------|-----------|----|-------|
| | 07* | 15 | 04 | 24 | 12 |
| 40 | - | X | | X | X |
| 60 | - | | X | | X |
| 120 | - | | | | X |

*Plantio

Foram realizadas avaliações das características estruturais das plantas de estilosantes Campo Grande (8 plantas/vaso), através das variáveis altura da planta (AP),

medida com régua graduada em centímetros, diâmetro do caule (DC) mensurado com o uso de um paquímetro (mm), número de folhas (NF) e número de inflorescências (INF).

Ao término do ciclo do experimento (120 dias), foram mensurados o comprimento da raiz principal (CR) e peso da raiz (PR), onde a mesma foi lavada em água corrente e logo após, através de uma régua em centímetros, foi obtido o comprimento da raiz, desde a base até o final da raiz principal. Os nódulos foram separados da raiz, quantificados e pesados, para análise do número de nódulos (NN) e peso de nódulos (PN).

Os dados referentes a produção de matéria seca total da parte aérea (PMST), produção de matéria seca folhas (PMSF), produção de matéria seca caule (PMSC) e produção de matéria seca radicular (PMSR) foram estimados para kg/ha. A relação folha:caule (F:C), foi obtida pelo quociente da massa seca de folhas pela massa seca de caules, de acordo com seus respectivos tratamentos.

As plantas foram cortadas a 5 cm do solo, o caule foi separado das folhas (folíolos), para as análises químicas individuais das frações constituintes da parte aérea (folhas e caules), além da produção total da parte aérea (planta inteira).

Os cortes foram efetuados de acordo com os intervalos de corte em estudo, em todas as plantas por vaso, com utilização de tesoura de poda. Nos dois primeiros cortes correspondentes aos tratamentos de intervalo de 40 dias e no primeiro corte correspondente aos tratamentos de intervalo de 60 dias, as plantas foram cortadas e pesadas, e a parte aérea foi manualmente separada em folhas e caules, para pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, até atingirem peso constante, e em seguida, efetuou-se a pesagem destes materiais (folhas e caules) e moagem em moinho tipo Willey com peneira 1,0 mm, e depois identificados e armazenados em sacos plásticos, para posterior determinação de matéria seca dos materiais.

Ao final do período experimental (120 dias após o plantio), no terceiro corte correspondente ao tratamento de intervalo de 40 dias, segundo corte correspondente ao tratamento de intervalo de 60 dias e o único corte correspondente ao tratamento de intervalo de 120 dias, as plantas foram cortadas, pesadas e tiveram suas raízes separadas da parte aérea; a parte aérea foi pesada e foi manualmente separada em folhas e caules, para secagem em estufa de circulação forçada de ar, e em seguida, pesadas, e depois moídas; todos materiais moídos separados em folhas e caules, foram misturados de forma homogênea, de acordo com seus respectivos tratamentos.

As raízes após lavadas, foram medidas e pesadas, e tiveram os nódulos destacados, e foram submetidas ao processo de pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar (65°C por 72 horas).

Para determinar a composição química, as frações (folhas e caules), foram secadas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C, e posteriormente moídas em moinho Willey com peneira de 1 mm. Estas amostras foram utilizadas para determinar os percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM), conforme (AOAC, 2005).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, usando-se o PROC GLM do Software SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC), verificando a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias usando-se PROC UNIVARIATE. Quando o valor de F foi significativo ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo LSMEANS, usando o teste de Tukey, para comparação dos intervalos de corte, e a análise de regressão para verificação do efeito da adubação fosfatada, com nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de biomassa aérea e radicular por hectare

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação para produção de matéria seca de folha (PMSF), produção de matéria seca de caule (PMSC), para a produção de matéria seca total da parte aérea (PMST), e produção de matéria seca radicular (PMSR). Comportamento similar foi observado para os intervalos entre cortes ($P < 0,05$) para a PMSF, PMSC, PMST e para PMSR. Com exceção de produção de matéria seca radicular, houve efeito significativo da interação ($P < 0,05$) entre os intervalos de corte e os níveis de adubação fosfatada, para a PMSF, PMSC, e para PMST (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis de significância para produção de matéria seca de folha (PMSF), produção de matéria seca de caule (PMSC), produção de matéria seca total da parte aérea (PMST) e produção de matéria seca radicular (PMSR) por hectare, do estilosantes Campo Grande.

| Fonte de Variação | PMSF | PMSC | PMST | PMSR |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Adubação | 0,039 | 0,001 | 0,007 | <0,001 |
| Intervalo de corte | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Adubação*Intervalo | 0,023 | 0,001 | 0,004 | 0,051 |

Não houve efeito da adubação fosfatada ($P > 0,05$) no intervalo de corte de 40 dias para a produção de matéria seca de folhas por hectare (PMSF) do estilosante Campo Grande, tendo obtido, produção média de 1188,29 Kg/ha de folhas (Tabela 3). De acordo com DUTRA & CARVALHO, (2009), o manejo de plantas forrageiras, além do aumento da massa seca da forragem, deve-se obter maior biomassa foliar, pois as folhas consistem na principal fonte de nutrientes aos ruminantes. No entanto, foi

observado comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) para a PMSF no intervalo de corte aos 60 dias. Esse resultado pode ser explicado pelo fato do corte ocorrido no intervalo de 60 dias após o plantio (aproximadamente metade do ciclo da cultura), resultar em muitas plantas com poucas folhas remanescentes abaixo da linha do corte, o que pode ter de certa forma, prejudicado a recuperação destas plantas e, conseqüentemente, a produção de folhas neste intervalo de corte (Tabela 3).

Tabela 3. Interação entre níveis de adubação fosfatada e intervalo de corte para produção de matéria seca de folha por hectare (PMSF), produção de matéria seca de caule por hectare (PMSC) e produção de matéria seca total da parte aérea por hectare (PMST), do estíloso Campo Grande.

| Intervalo de corte (dias) | Doses P ₂ O ₅ (kg/ha) | | | | EPM | Valor de P | | R ² |
|---|---|-----------|----------|----------|-------|------------|--------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | |
| Produção de matéria seca de folhas (kg/ha) | | | | | | | | |
| 40 | 986,76b | 1263,60b | 1179,51b | 1123,30a | 56,4 | 0,835 | 0,600 | --- |
| 60 ¹ | 1885,45ab | 2183,89ab | 1287,06b | 911,44a | 221,9 | 0,018 | 0,923 | 98,47 |
| 120 ² | 2868,09a | 3040,33a | 4323,89a | 1851,01a | 334,1 | 0,243 | 0,006 | 70,04 |
| Produção de matéria seca de caule (kg/ha) | | | | | | | | |
| 40 | 429,79b | 737,28b | 654,86b | 458,83b | 95,07 | 0,678 | 0,865 | --- |
| 60 | 1129,51b | 1704,24b | 1120,91b | 902,96ab | 166,8 | 0,107 | 0,588 | --- |
| 120 ³ | 3108,01a | 4121,64a | 5062,56a | 2029,92a | 347,0 | 0,125 | <0,001 | 85,13 |
| Produção de matéria seca total da parte aérea (kg/ha) | | | | | | | | |
| 40 | 1416,55b | 2000,89b | 1834,37b | 1782,13a | 126,9 | 0,939 | 0,705 | --- |
| 60 | 3014,97b | 3888,13ab | 2407,97b | 1814,41a | 379,5 | 0,035 | 0,842 | --- |
| 120 ⁴ | 6148,34a | 6989,73a | 9386,46a | 3880,94a | 658,0 | 0,166 | <0,001 | 71,17 |

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

$$^1\hat{Y} = 2229,3255 - 4,4157X$$

$$^2\hat{Y} = 2762,4965 + 15,1426X - 0,5751X^2$$

$$^3\hat{Y} = 2912,9688 + 28,0537X - 0,1011 X^2$$

$$^4\hat{Y} = 5675,4625 + 43,1963X - 0,1586 X^2$$

Para a PMSF no maior intervalo de corte (120 dias) foi verificado comportamento quadrático ($P < 0,05$), com ponto de máxima na adubação de 13,17 kg/ha de P_2O_5 , que proporcionou PMSF de 2890,77 kg/ha (Tabela 3), assim pode-se inferir que mesmo em maiores intervalos de corte a exigência de fósforo desta leguminosa foi baixa para produção de matéria seca total de folhas por hectare.

A produção de matéria seca de caule por hectare (PMSC) nos intervalos de corte de 40 e 60 dias não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) em relação aos níveis de adubação, apresentando produção média de 570,17 e 1214,40 kg/ha de caule, respectivamente (Tabela 3). Entretanto, para a idade de corte de 120 dias houve efeito quadrático ($P < 0,05$), com valor máximo estimado de 4486,15 kg/ha para o nível de 138,74 kg/ha de P_2O_5 (Tabela 3). Tendo por base, a falta de efeito da adubação fosfatada observada na PMSC, nas maiores frequências de corte (40 e 60 dias), e o efeito na menor frequência de corte (120 dias), tendo em vista, que o maior intervalo de corte implica em maior produção de caules, torna-se mais importante o controle da estrutura desta planta sob manejo em menores intervalo de corte (40 e 60 dias), para que se mantenha uma maior proporção de folhas em relação aos caules, onde, neste caso, não demandaria adubação fosfatada.

Para a produção de matéria seca total da parte aérea (PMST), apenas no intervalo de corte de 120 dias, foi verificado efeito significativo ($P < 0,05$), com valores de 6148,34; 6989,73; 9386,46 e 3880,94 kg/ha, respectivamente, para os níveis de adubação de 0; 100; 200 e 300 kg/ha de P_2O_5 , em um ajuste quadrático da equação, pontualmente, a maior resposta foi observada na adubação de 136,18 kg/ha de P_2O_5 , com produção de matéria seca total de 8093,95 kg/ha (Tabela 3).

Ainda em relação PMST, nota-se que as menores doses de fósforo já se mostram suficientes para manter a produção do estilosantes Campo Grande. Resultado

este, que se assemelha aos encontrados por OTSUBO et al. (2011), em um estudo avaliando a produção de matéria seca da parte aérea do *Stylosanthes capitata*, quando submetido a diferentes doses de fósforo (0; 40; 80; 120 e 160 kg/ha de P₂O₅) em solos de textura arenosa e argilosa, em duas épocas de corte (60 e 105 dias após a semeadura), onde verificaram produções máximas entre 80 e 120 kg/ha de P.

Em síntese, levando em consideração o efeito da adubação fosfatada na PMSF, PMSC e PMST, neste presente estudo, foi observado, que as maiores respostas ocorreram nas menores doses de fósforo. Outro aspecto que há de se ressaltar, foi o fato de que não houve efeito da adubação para PMSF no intervalo de 40 dias, como também, para a PMSC e PMST nos intervalos de corte de 40 e 60 dias. Tendo em vista, que na prática, se o produtor estabelecer intervalos de corte mais frequentes (40 e 60 dias), que promovam 3 e 2 cortes, respectivamente (Tabela 1), a adubação fosfatada não será um fator limitante à produção. Esses resultados reforçam que menores doses são mais eficientes para a produção do estilosantes Campo Grande, principalmente quando manejado em menores intervalos de corte, onde a aplicação de doses de fósforo mais elevadas, além de antieconômico pode afetar negativamente a fisiologia de crescimento dessa planta (Tabela 3).

Assim, uma vez que os solos brasileiros, principalmente os Cerrados, que compreendem cerca de 22% da área territorial brasileira, e concentram 44% do rebanho bovino nacional, responsáveis por 55% da produção de carne do país (MACEDO, 1995), com baixa disponibilidade de fósforo (NOVAIS et al., 2007), em termos de produtividade, esta leguminosa pode ser uma alternativa viável para ser implantada como fonte de nitrogênio biológico, adubação verde, banco de proteína, feno, consórcio gramínea-leguminosa e também fonte de fibra, minerais e proteína bruta para os ruminantes.

Comparando-se as idades de corte dentro das doses de P₂O₅, foi observado de forma geral, superioridade na PMSF, PMSC e PMST (P<0,05) para o intervalo de corte de 120 dias, e as menores produções foram verificadas no intervalo de corte de 40 dias. Pontualmente, as maiores produções de caule no maior intervalo de corte (120 dias) é o resultado do maior período de crescimento, proporcionando maior alongamento de caule. Por conseguinte, os intervalos de corte de 40 e 60 dias, não apresentaram diferenças, e suas menores produções foram consequência do menor intervalo de corte (Tabela 3).

Para a produção de matéria seca radicular por hectare (PMSR) observou-se comportamento quadrático (P<0,05) dos níveis de adubação de fósforo, com a maior resposta observada na adubação de 179,27 kg/ha de P₂O₅, com produção de matéria seca radicular de 250,72 kg/ha (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de matéria seca radicular por hectare (PMSR), para os níveis de adubação, do estíloantes Campo Grande.

| | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|-------|------------|--------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | R ² |
| PMSR ¹ | 134,18 | 284,18 | 241,97 | 227,77 | 17,47 | <0,001 | <0,001 | 79,81 |

$$^1\hat{Y} = 145,1952 + 1,4700X - 0,0041X^2$$

Em relação aos intervalos de corte para PMSR, o maior valor (P<0,05) foi observado no intervalo de corte mais longo (120 dias), observando-se o intervalo de 60 dias com produção intermediária, e o intervalo de 40 com a menor produção de matéria seca radicular (Tabela 5).

Tabela 5. Produção de matéria seca radicular por hectare (PMSR), dos intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande.

| | Intervalo de Corte | | | EPM |
|------|--------------------|---------|---------|-------|
| | 40 | 60 | 120 | |
| PMSR | 109,53c | 213,79b | 342,77a | 17,47 |

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A maior produção radicular por hectare, observada no intervalo de 120 dias, pode ser explicada pelo processo fisiológico natural da planta, no qual o desenvolvimento da raiz (principal órgão de reserva) tem como função o acúmulo de carboidratos, seja para recuperação ocasionadas por estresse (desfolha), ou para a produção de sementes, onde o estágio de desenvolvimento em que se encontra a planta, pode determinar o padrão de distribuição destes carboidratos, estabelecendo características de adaptação para cada espécie.

Assim, pode-se inferir neste estudo, que fisiologicamente, as plantas de estilosantes Campo Grande, na ausência de estresse provocado por pastejo ou cortes, apresentam maior produção de matéria seca radicular, para futuro suprimento de sua fase reprodutiva, como foi observado no maior intervalo de corte (120 dias).

Esta resposta fisiológica das raízes, em relação à demanda de reservas para o desenvolvimento da planta, também é evidenciada nos intervalos de corte de 40 e 60 dias, onde os resultados inferiores de PMSR, verificados nestas maiores frequências de corte, demonstraram certo impacto na produção de matéria seca radicular, tendo em vista que as maiores frequências de cortes, propiciam estresse na planta, que tende a mobilizar reservas de carboidratos armazenadas nas raízes, para recuperação da parte aérea cortada, ou pastejada por exemplo. Embora seja indiscutível a importância das folhas na formação de novos tecidos, também é nítida a utilização de compostos de

reserva, como carboidratos não estruturais, acumulados em órgãos de reserva como raízes, pois verifica-se redução nos teores destes compostos logo após a desfolha (RODRIGUES & RODRIGUES, 1987).

4.2. Características estruturais

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação para altura de planta (AP), número de inflorescência (INF), comprimento da raiz (CR) e peso da raiz (PR) (Tabela 6). Nos intervalos de corte foi observado efeito significativo ($P < 0,05$), para relação folha:caule (F:C) e as demais variáveis, com exceção do peso de nódulos (PN). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação entre níveis de adubação fosfatada e os intervalos de corte para as variáveis número de folha (NF), número de inflorescência (INF), número de nódulos (NN), comprimento da raiz (CR) e o peso da raiz (PR) do estilosante (Tabela 6).

Tabela 6. Níveis de significância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folha (NF), número de inflorescência (INF), relação folha:caule (F:C), número de nódulos (NN), peso de nódulos (PN), comprimento da raiz (CR) e peso da raiz (PR), do estilosantes Campo Grande.

| Fonte de Variação | AP | DC | NF | INF | F:C | NN | PN | CR | PR |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Adubação | 0,003 | 0,879 | 0,427 | <0,001 | 0,726 | 0,151 | 0,788 | 0,051 | 0,057 |
| Intervalo de corte | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,110 | 0,001 | <0,001 |
| Adubação*Intervalo | 0,228 | 0,205 | 0,041 | <0,001 | 0,209 | 0,042 | 0,828 | 0,003 | 0,004 |

Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,05$) da adubação fosfatada sobre a altura da planta (AP) (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), relação folha:caule (F:C) e peso de nódulos (PN) para os níveis de adubação fosfatada, do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | R ² |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------|-------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | |
| AP ¹ (cm) | 32,63 | 33,88 | 28,70 | 23,94 | 2,90 | 0,001 | 0,361 | 94,60 |
| DC (mm) | 2,50 | 2,62 | 2,67 | 2,58 | 0,123 | 0,667 | 0,493 | --- |
| F:C | 1,00 | 1,22 | 1,01 | 0,99 | 0,141 | 0,291 | 0,684 | --- |
| PN (g) | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,003 | 1,000 | 1,000 | --- |

$$^1\hat{Y} = 34,8541 - 0,0337 X$$

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para o diâmetro do caule (DC) e para a relação folha:caule (F:C) em função dos níveis de adubação fosfatada, com valores médios de 2,59 mm e 1,06, respectivamente (Tabela 7). Esses resultados podem ser explicados com base nas características morfológicas da planta, onde o padrão genético de crescimento, e a mudança na estrutura de crescimento são marcadamente maiores em função do manejo, como o controle do intervalo de corte ou pastejo, MOURA et al. (2011), também observaram maior efeito dos intervalos de corte, em relação à adubação com fósforo, sobre a relação folha:caule em estilosantes Campo Grande.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da adubação fosfatada sobre o peso de nódulos (PN), que apresentaram valores médios de 0,05 g/vaso (Tabela 7).

Como destacado na literatura (JONES e FREITAS, 1970; PAULINO et al., 1986, COSTA et al., 2006) o fósforo, é frequentemente, um fator limitante ao crescimento de muitas leguminosas tropicais, no entanto, o estilosante devido a sua alta

capacidade adaptativa em solos de baixa fertilidade, pode não expressar potencial genético suficiente para um melhor aproveitamento de doses mais elevadas de P_2O_5 , resultando assim em uma baixa exigência de fósforo. Resultados similares, foram observados por QUOOS et al. (2019), com aplicação de fósforo de 0 e 150 kg/ha de P_2O_5 em estilosantes Campo Grande, onde não registraram efeito de fósforo sobre o peso de nódulos.

Comparando-se os intervalos de corte, foi observado que os menores intervalos de corte, proporcionaram as menores alturas de plantas ($P < 0,05$) (Tabela 8). O intervalo de corte de 40 dias, proporcionou AP inferior de 14,34 cm em relação ao intervalo de corte de 60 dias (19,31 cm) e ao intervalo de corte de 120 dias (55,71 cm) (Tabela 8). Como não houve diferença ($P > 0,05$) entre os intervalos de corte de 40 e 60 cm, pode-se afirmar que esse manejo proporciona controle da estrutura da planta, estimulando o aparecimento de folhas pelo controle do caule, uma vez, que manteve as plantas com menores alturas (Tabela 8). O que está em concordância com MOURA et al. (2011), que descreveram que o aumento da relação folha:caule pode ser obtida pela menor altura da planta, ocasionando menor proporção de caule e maior número das folhas (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), relação folha:caule (F:C) e do peso de nódulos (PN) para os intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Intervalo de Corte | | | EPM |
|--------------------|--------------------|--------|--------|-------|
| | 40 | 60 | 120 | |
| AP _(cm) | 14,34b | 19,31b | 55,71a | 2,90 |
| DC _(mm) | 2,28b | 1,97b | 3,53a | 0,123 |
| F:C | 2,08a | 1,29b | 0,84c | 0,141 |
| PN _(g) | 0,05a | 0,05a | 0,04a | 0,003 |

Médias, seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O diâmetro do caule apresentou comportamento similar à altura da planta, em que os intervalos com maiores frequências de corte (40 e 60) tiveram menores valores, e o intervalo de menor frequência de corte (120), apresentou maior DC ($P < 0,05$) (Tabela 8). Esse resultado era esperado, pois existe uma relação entre altura da planta e diâmetro do caule, objetivando maior sustentação da parte aérea, assim maiores alturas apresentam maiores diâmetros do caule. Pontualmente, para a produção animal, o aumento do diâmetro do caule leva a maior dificuldade de pastejo e interfere negativamente na digestibilidade, uma vez que aumenta o teor de lignina (MERTENS, 1989). Assim, como verificado no presente estudo, os menores intervalos de corte devem ser priorizados no manejo dessa leguminosa.

Foi observado diferença estatística ($P < 0,05$) para a relação folha:caule (F:C) em função do intervalo de corte (Tabela 8), registrando-se maior e menor valor, no intervalo de corte de 40 e 120 dias, respectivamente, o que era esperado, uma vez que a maior PMSC (Tabela 3) e altura de planta (Tabela 8), ocorreram no maior intervalo de corte (120 dias), implicando em maior quantidade da fração caule. Destaca-se que no manejo de plantas forrageiras, além do aumento da massa seca da forragem, deve-se obter maior relação folha:caule. De acordo com FORBES (1988), o propósito é que a maior proporção de volumoso na dieta animal seja provida por folhas em vez de caule e material morto.

Em relação aos valores de F:C, 2,08; 1,29 e 0,84 nos intervalos de corte de 40; 60 e 120 dias, respectivamente (Tabela 8), segundo PINTO et al. (1994) o limite crítico para a relação folha:caule é igual a 1,0, que maximiza a quantidade e qualidade da forragem, inclusive a eficiência de fixação de fotoassimilados, mostrando que o resultado no intervalo de corte de 40 dias, proporcionou uma mudança estrutural da leguminosa, proporcionando mais que o dobro de produção de folhas em relação ao

caule, na sequência o intervalo de corte de 60 dias, produziu mais da metade da produção em folhas e, na menor frequência de corte, 120 dias, houve maior produção de caule em relação às folhas.

Maiores valores da relação folha:caule resultam em maior valor proteico da forragem, melhor digestibilidade e o consumo, além de se estabelecer a planta melhor adaptação ao corte ou pastejo (PINTO et al., 1994), assim, neste contexto, este presente estudo, os menores intervalos de corte foram os mais eficientes.

Como foi observado no efeito da adubação sobre o peso de nódulos, também não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os intervalos de corte para essa variável (Tabela 8). Esse resultado é interessante, pois mostra que as maiores frequências de corte (40 e 60 dias) não interferiram negativamente no processo de nodulação radicular, pois com a redução da área foliar, a taxa fotossintética é reduzida, diminuindo a produção de biomassa da planta e muitas vezes comprometendo os órgãos de reserva como as raízes, assim poderia criar um déficit de fotoassimilados, tanto para planta, quanto para as bactérias fixadoras de nitrogênio.

Este processo parece ser comum em plantas do gênero *Stylosanthes*, como foi observado por SILVA et al. (2010), em *Stylosanthes guianensis* (cvs. Bandeirante, Cook e Mineirão), onde não houve efeito dos intervalos de corte de 28 e 56 dias, sobre o peso de nódulos.

Na interação entre os níveis de adubação fosfatada e intervalos de corte, não houve efeito da adubação ($P > 0,05$) nos intervalos de corte de 40 e 60 dias para número de folhas (NF) do estilante Campo Grande, observando-se, produção média de 32,06 e 33,65 folhas por vaso, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9. Interação entre níveis de adubação e intervalos de corte para o número de folhas (NF), número de inflorescência (INF), número de nódulos (NN), comprimento da raiz (CR) e peso da raiz (PR), do estíloantes Campo Grande.

| Intervalo de corte (dias) | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | R ² |
|---------------------------|--|--------|--------|---------|------|------------|--------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | |
| Número de Folhas | | | | | | | | |
| 40 | 22,12a | 34,00b | 44,25b | 27, 87b | 3,13 | 0,123 | 0,361 | --- |
| 60 | 32,62a | 41,62b | 34,37b | 26,00b | 4,43 | 0,488 | 0,322 | --- |
| 120 ⁶ | 42,62a | 72,87a | 84,50a | 66,75a | 6,13 | 0,037 | 0,009 | 99,38 |
| Número de Inflorescência | | | | | | | | |
| 40 | 0,00b | 0,00b | 0,00b | 0,00a | 0,06 | 0,923 | 0,943 | --- |
| 60 | 1,00b | 0,00b | 1,12b | 0,00a | 0,34 | 0,810 | 0,971 | --- |
| 120 ⁷ | 9,62a | 7,62a | 23,00a | 4,12a | 2,26 | 0,885 | <0,001 | 34,84 |
| Número de Nódulos | | | | | | | | |
| 40 | 33,25a | 23,25b | 36,66b | 28,25b | 4,12 | 0,968 | 0,928 | --- |
| 60 | 31,75a | 34,50b | 25,25b | 16,00b | 2,50 | 0,157 | 0,497 | --- |
| 120 ⁸ | 36,50a | 83,25a | 74,75a | 60,50a | 6,98 | 0,113 | 0,001 | 90,23 |
| Comprimento da Raiz | | | | | | | | |
| 40 | 22,43a | 21,75b | 17,47b | 23,00a | 1,35 | 0,833 | 0,260 | --- |
| 60 | 19,22a | 20,50b | 21,12b | 25,10a | 1,36 | 0,141 | 0,622 | --- |
| 120 ⁹ | 19,00a | 29,75a | 39,22a | 28,97a | 2,19 | 0,002 | 0,001 | 88,76 |
| Peso da Raiz | | | | | | | | |
| 40 | 0,22b | 0,24b | 0,09b | 0,16b | 0,03 | 0,526 | 0,837 | --- |
| 60 ¹⁰ | 0,55b | 0,25b | 0,13b | 0,08b | 0,06 | 0,007 | 0,302 | 87,52 |
| 120 ¹¹ | 0,86a | 1,22a | 1,43a | 0,74a | 0,11 | 0,786 | <0,001 | 90,73 |

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

$${}^6\hat{Y} = 42,0875 + 0,4440X - 0,0012 X^2$$

$${}^7\hat{Y} = 7,0437 + 0,1254X - 0,0004 X^2$$

$${}^8\hat{Y} = 38,9750 + 0,5210X - 0,0015 X^2$$

$${}^9\hat{Y} = 17,9275 + 0,1904X - 0,0005 X^2$$

$${}^{10}\hat{Y} = 0,4855 - 0,0015X$$

$${}^{11}\hat{Y} = 0,8221 + 0,0078X - 0,0001X^2$$

No entanto, foi observado comportamento quadrático ($P < 0,05$), com melhores respostas no ponto de máxima de 18,50 kg/ha de fósforo, proporcionando 49,89 folhas/vaso no intervalo de corte de 120 dias (Tabela 9). Vale destacar, que o efeito da adubação para o número de folhas foi responsivo a uma dose mínima de adubo, mantendo-se assim, a lógica de baixa resposta à adubação fosfatada para essa leguminosa.

Na comparação dos intervalos de cortes dentro de cada nível de adubação, para o NF, o intervalo de corte de 120 dias foi superior aos outros intervalos ($P < 0,05$) (Tabela 9). No entanto, esse maior número de folhas é decorrente de uma quantificação final (acumulada) das plantas no último dia do experimento, assim, as plantas manejadas neste maior intervalo de corte (120 dias), tiveram a oportunidade de apresentar maior taxa de aparecimento de folhas. Entretanto, quando se avalia os resultados de forma conjunta, os menores intervalos de corte, proporcionaram maior produção de folhas com qualidade, como visto no respectivo indicador principal, que foi a relação folha:caule (Tabela 9).

Para o número de inflorescência (INF), também não foi verificado efeito da adubação fosfatada ($P > 0,05$) nos intervalos de corte aos 40 e 60 dias (Tabela 9). Isso reforça que maiores frequências de corte ou pastejo, são mais eficientes no controle da estrutura das plantas em relação à adubação. Porém, foi observado efeito da adubação fosfatada ($P < 0,05$) sobre INF no intervalo de corte de 120 dias, implicando, em que a aplicação da adubação fosfatada em conjunto com maiores intervalos de corte na planta de estilosantes Campo Grande, deve vir acompanhado de ajuste na taxa de lotação, em caso de produção animal e/ou ajuste no corte, para a produção de feno com o objetivo de se ter produção em quantidade e com adequado valor nutricional.

Comparando-se o número de inflorescência dentro dos níveis de fósforo, observa-se nítida eficiência do manejo em maiores frequências de corte (40 e 60 dias), observando-se que houve controle da estrutura da planta, pois, não se permitiu a translocação das reservas orgânicas das plantas, para a produção de sementes. De acordo com PINTO et al. (1994), os carboidratos solúveis são utilizados para o restabelecimento das plantas após o corte ou pastejo, funcionando como fonte metabólica, promovendo a recuperação da parte aérea e de raízes.

Por conseguinte, o intervalo de corte de 120 dias não obteve êxito no controle de INF (Tabela 9). Isso explica em parte, a menor relação folha:caule neste intervalo (0,84) (Tabela 8), pois de acordo com FORBES (1988), à medida que o relvado torna-se reprodutivo, a densidade e a relação folha:caule começam a diminuir e aumenta a quantidade de material morto, onde o animal tende a selecionar mais, e, portanto, deve ocorrer um declínio do consumo por bocado, nesta situação.

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo aplicados, sobre o número de nódulos (NN), nos intervalos de corte de 40 e 60 dias, com valores médios de 32,1 e 26,9, respectivamente. No entanto, houve comportamento quadrático ($P < 0,05$) da adubação fosfatada para o número de nódulos no intervalo de corte aos 120 dias, em que a maior resposta foi verificada na dose máxima de 173 kg/ha de P_2O_5 (Tabela 9).

Comparando-se o número de nódulos dentro das doses de fósforo, foi observado maior NN no intervalo de corte de 120 dias ($P < 0,05$) (Tabela 9). Um fato que chama atenção, é que o maior número de nódulos radiculares no maior intervalo de corte (120 dias), apresentaram peso de nódulos significativamente iguais, quando se avaliou o efeito isolado da adubação (Tabela 7), e também, quanto se avaliou o efeito isolado dos intervalos de corte (Tabela 8), uma vez que não houve diferença estatística

em ambas as fontes de variação (Tabela 7 e 8), parece ter havido um mecanismo de compensação, onde pode-se inferir neste estudo, que os menores intervalos de corte, obtiveram menor número de nódulos, porém, estes com maiores tamanhos, onde as plantas submetidas ao intervalo de corte de 40 dias, com maior frequência de corte, demandaram maior requerimento das reservas armazenadas nas raízes, implicando em um maior aporte de nitrogênio na estrutura dos nódulos, para o suprimento das raízes, e destas para a recuperação da parte aérea.

Em outras palavras, o número de nódulos no menor intervalo de corte, embora inferior ao NN no intervalo de 120 dias, e não diferindo em peso dos demais intervalos de corte, conforme visto anteriormente na tabela 8, pôde apresentar maior tamanho em sua estrutura, através do processo de FBN, potencializado pela maior necessidade das plantas sob maior frequência de corte, em recuperação de sua estrutura, aos sucessivos cortes. Necessidade esta, que não foi verificada no maior intervalo de corte.

Em relação ao comprimento da raiz (CR), não foi verificada influência dos níveis de fósforo ($P > 0,05$), nos intervalos de corte aos 40 e 60 dias, onde o comprimento médio observado foi de 21,1 e 29,0 cm, respectivamente. Os resultados de CR em função dos níveis de adubação no intervalo de corte aos 120 dias, apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), com o comprimento máximo de raiz de 21,37 cm, estimado no ponto máximo de adubação de 19,04 kg/ha de P_2O_5 (Tabela 9). O CR, nos menores intervalos de corte (40 e 60 dias), não responderam a adubação e, a menor frequência de corte respondeu a um nível de adubação máxima abaixo dos 20 kg/ha de P_2O_5 .

Comparando os intervalos de corte dentro de cada nível de adubação, para CR, observa-se que os intervalos de corte de 40 e 60 dias não diferiram entre si ($P > 0,05$),

evidenciando ausência do impacto de maiores frequências de corte, no crescimento radicular; diferença significativa ($P < 0,05$) foi observada no intervalo de corte de 120 dias, nas doses de 100 e 200 kg/ha de P_2O_5 , obtendo maior valor, quando comparado aos intervalos de 40 e 60 dias (Tabela 9). Esse comportamento mostra que o crescimento radicular das plantas de estilosantes Campo Grande, apresenta maior comprimento e exigência de fósforo em estádios mais avançados de desenvolvimento, provavelmente para maior absorção de água e nutrientes, ou melhor fixação da planta.

Esta informação é bastante importante, visto que, várias espécies de leguminosas, são utilizadas na recuperação de pastagens degradadas, liberando nitrogênio para a gramínea através da mineralização da matéria orgânica (KICHEL et al., 2006) e por possuírem sistema radicular pivotante, penetrando nas camadas subsuperficiais, com eficiência em descompactar o solo, como foi observado por NETO et al. (2010), com estilosantes Campo Grande e mineirão, em avaliação de atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas.

Para peso de raiz (PR) não se observou efeito da adubação ($P > 0,05$) no intervalo de corte de 40 dias, em que foi verificado o valor médio de 0,2 g de raiz. Foi observado comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) dos níveis de adubação no intervalo de corte de 60. Comportamento quadrático ($P < 0,05$) dos níveis de adubação foi observado no intervalo de corte de 120 dias, em que o ponto de máxima de adubação de 39 kg/ha de P_2O_5 , promoveu 0,97 g/vaso de peso radicular (Tabela 9).

Comparando os intervalos entre cortes dentro de cada nível de adubação, para o PR, foram observados maiores resultados na menor frequência de corte (120 dias), não havendo diferença entre os intervalos de corte de 40 e 60 dias (Tabela 9), situação similar a verificada anteriormente em produção matéria seca radicular (PMSR). Possivelmente, esse maior peso ocorreu em função do maior intervalo de corte, uma vez

que com maiores números de cortes, as plantas exigem mais das reservas radiculares, principalmente nos primeiros dias após a rebrotação. No entanto, menores intervalos de corte, não afetaram o comprimento das raízes (Tabela 9) e nem o peso dos nódulos radiculares (Tabela 8).

4.3. Composição químico-bromatológica

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação somente para os teores de fibra em detergente ácido do caule (FDAC) e proteína bruta da folha (PBF). Para as demais variáveis, matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta do caule (PBC), e também fibra em detergente ácido do caule (FDAC) e proteína bruta da folha (PBF), houve efeito ($P < 0,05$) dos intervalos de cortes. A variável fibra em detergente ácido da folha (FDAF), não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) para nenhuma das fontes de variação (Tabela 10).

Tabela 10. Níveis de significância para matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC), do estilosantes Campo Grande.

| Fonte de variação | MSF | MSC | FDNF | FDAF | HEMF | FDNC | FDAC | HEMC | PBF | PBC |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adubação | 0,221 | <0,101 | 0,061 | 0,259 | 0,154 | 0,834 | 0,010 | 0,085 | 0,001 | 0,089 |
| Intervalo de corte | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,327 | 0,028 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Adubação*Intervalo | 0,073 | 0,112 | 0,192 | 0,137 | 0,251 | 0,329 | 0,164 | 0,203 | 0,497 | 0,940 |

Para as variáveis matéria seca da folha (MSF) e matéria seca do caule (MSC) não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de adubação, verificando-se médias de 26,87 e 30,24, respectivamente (Tabela 11). Estes resultados são superiores aos verificados por SILVA et al. (2013), estudando a estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo Grande adubado com 35 kg de P_2O_5 , aos 100 dias de ciclo, onde foram encontrados valores de 22,76 e 23,54, para MSF e MSC, respectivamente.

Embora não tenha sido observado efeito dos níveis de fósforo, pode-se verificar aumento de cerca de 3 e 4% para MSF e MSC, respectivamente, na dose de 100 kg de P_2O_5 , em relação a dose de 0 kg de P_2O_5 , indicando uma exigência mínima de fósforo desta leguminosa para estas variáveis, MOURA et al. (2011), observaram situação semelhante em estilosantes Campo Grande sob 0 e 50 kg/ha de P_2O_5 .

Tabela 11. Valores médios da matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC) para os níveis de adubação fosfatada, do estíloantes Campo Grande.

| Variáveis | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | |
|------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------|-------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | R ² |
| MSF | 25,67 | 28,43 | 28,92 | 24,44 | 0,823 | 0,448 | 0,210 | --- |
| MSC | 30,32 | 34,26 | 30,45 | 25,94 | 0,887 | 0,100 | 0,752 | --- |
| FDNF | 50,36 | 48,00 | 51,16 | 49,58 | 0,621 | 0,826 | 0,638 | --- |
| FDAF | 30,51 | 33,21 | 35,42 | 33,32 | 0,905 | 0,171 | 0,166 | --- |
| HEMF | 19,85 | 14,78 | 15,73 | 16,25 | 0,901 | 0,184 | 0,094 | --- |
| FDNC | 65,62 | 64,64 | 65,43 | 64,87 | 0,611 | 0,706 | 0,808 | --- |
| FDAC | 53,09 | 48,96 | 52,18 | 48,95 | 1,044 | 0,053 | 0,663 | --- |
| HEMC | 12,52 | 15,67 | 13,25 | 15,91 | 0,721 | 0,125 | 0,828 | --- |
| PBF ¹ | 17,00 | 20,89 | 20,36 | 20,70 | 0,671 | 0,002 | 0,017 | 86,20 |
| PBC | 9,01 | 10,94 | 10,71 | 10,80 | 0,539 | 0,063 | 0,129 | --- |

$$^1\hat{Y} = 17,2680 + 0,0372 X - 0,0001 X^2$$

Em relação ao efeito dos intervalos de corte na MSF, foi observado maior resultado no intervalo de corte de 40 dias, e menores resultados nos intervalos de 60 e 120 dias, que não diferiam entre si ($P > 0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios de matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente ácido da folha (FDAF), hemicelulose da folha (HEMF), fibra em detergente neutro do caule (FDNC), fibra em detergente ácido do caule (FDAC), hemicelulose do caule (HEMC), proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta do caule (PBC) para os intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Intervalos de Corte | | | EPM |
|-----------|---------------------|---------|--------|-------|
| | 40 | 60 | 120 | |
| MSF | 32,34a | 23,13b | 25,88b | 0,823 |
| MSC | 25,79c | 29,26b | 36,68a | 0,887 |
| FDNF | 45,68b | 50,79a | 52,86a | 0,621 |
| FDAF | 32,23a | 32,17a | 34,94a | 0,905 |
| HEMF | 13,45b | 18,61ab | 17,91a | 0,901 |
| FDNC | 61,39c | 65,12b | 68,90a | 0,611 |
| FDAC | 43,79c | 50,23b | 58,36a | 1,044 |
| HEMC | 17,59a | 14,89a | 10,54b | 0,721 |
| PBF | 23,81a | 20,45b | 14,95c | 0,671 |
| PBC | 14,63a | 10,01b | 6,64c | 0,539 |

Médias, seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Comportamento inverso é notado para matéria seca do caule, onde o maior resultado é verificado no intervalo de corte de 120 dias, e menores resultados nos intervalos de 60 e 40 dias. Estes resultados apresentados para MSF e MSC, mostram se coerentes com o presente estudo, pois estão de acordo com os valores da relação folha:caule, anteriormente apresentados na tabela 8, com maior proporção de folhas no menor intervalo de corte, e menor proporção de folhas no maior intervalo de corte.

Em resumo, pode-se destacar novamente a maior eficiência do manejo em menores intervalos de corte, sobre as características morfológicas e estruturais, onde estas maiores frequências de corte, resultam respectivamente em maiores e menores

percentuais de MSF e MSC, implicando em alimento de melhor valor nutritivo, e maiores respostas dos animais, uma vez que em forragens de clima tropical, em que as folhas e caules podem ser bem distinguidos em relação a qualidade, os animais preferencialmente selecionam as folhas (MOREIRA et al., 2004).

Os níveis de adubação avaliados não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre os percentuais de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose da folha (FDNF, FDAF e HEMF), sendo observado nestas variáveis os valores médios de 49,78, 33,12 e 16,65%, respectivamente (Tabela 11).

O mesmo comportamento é observado, para os percentuais de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose do caule (FDNC, FDAC e HEMC), com valores médios 65,14, 50,79 e 14,33% respectivamente, para os níveis de adubação fosfatada (Tabela 11). A ausência do efeito dos níveis de fósforo aplicados, sobre os teores de componentes fibrosos no estilosantes Campo Grande também foi observado por Moura et al. (2011). Fato este, que também parece ser comum em outras leguminosas, como se pode observar no *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro (COSTA et al., 2017); estilosantes Mineirão (LOPES et al., 2012) trevo persa, trevo-subterrâneo e Lotus El Rincon (KROLOW et al., 2004); cunhã *Clitoria ternatea* L. (SILVA, 2011).

Em relação ao efeito dos intervalos de corte, se pode observar que os valores para FDNF, nos intervalos aos 60 e 120 dias não se diferem ($P>0,05$), verificando-se percentual médio de 51,83%, sendo superior ao intervalo aos 40 dias, com percentual de 45,68% (Tabela 12). Contudo, para a fibra em detergente ácido na folha (FDAF), não se observou diferença significativa dos intervalos de corte estudados, onde podemos observar o valor médio de 33,11%; o valor de HEMF observado nos maiores intervalos de corte foram estatisticamente superiores ($P<0,05$), ao valor observado no menor intervalo (Tabela 12). Os valores de FDN na fração folha

observados, estão abaixo do percentual crítico limitante ao consumo, proposto por VAN SOEST (1994), que se situa entre 55-65% de FDN.

Os percentuais de FDNC e FDAC, também se apresentaram maiores no intervalo de corte mais longo (120 dias) com respectivamente, 68,90 e 58,36%, porém, a variável HEMC, apresentou maior resultado no intervalo de corte mais curto (40 dias), com 17,59% (Tabela 12). Levando-se em consideração o maior valor de HEMC observado no intervalo de 40 dias, sendo a hemicelulose um polissacarídeo amorfo, com menor resistência à solubilidade e hidrólise do que a celulose (VAN SOEST, 1994), é possível inferir melhor qualidade nutricional da fibra na fração caule, obtida nesta maior frequência de corte, uma vez que os menores percentuais de FDN e FDA da fração caule, também se encontram neste intervalo de corte (40 dias).

De forma geral, com base nestes resultados, torna-se evidente a maior influência dos intervalos de corte mais longos, no acúmulo de material fibroso, na estrutura das plantas de estilosantes Campo Grande, o que já era esperando, tendo em vista, que à medida em que ocorre o processo de maturação fisiológica, destaca-se aumento da parede celular e lignificação (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994), fatores que se correlacionam negativamente com a digestibilidade e com o consumo de matéria seca.

Neste contexto, o menor intervalo de corte, destaca-se como melhor alternativa no manejo estrutural e qualidade da fibra em plantas de estilosantes Campo Grande.

Para o percentual de proteína bruta na folha (PBF), houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação de fósforo, observando-se comportamento quadrático, em que o ponto de máxima de adubação de 186 kg/ha de P_2O_5 , promoveu 20,43 % PBF (Tabela 11).

Na proteína bruta no caule (PBC), embora não tenha sido observada resposta significativa ($P > 0,05$) à adubação fosfatada, verificou-se bom percentual nas plantas de estilosantes, em torno de 10,4 %, que está acima do nível mínimo de PB na forragem, que é de 7%, para que não ocorra diminuição do consumo voluntário de matéria seca (MINSON, 1990), e acima do teor exigido para o suprimento das necessidades de bovinos adultos (9%), conforme CAVALHEIRO & TRINDADE (1992).

Em leguminosas a fixação de nitrogênio no solo, requer alta demanda por fósforo, devido ao custo energético deste processo ser bastante elevado, onde na deficiência deste elemento, ocorre baixa concentração de ATP nos nódulos e baixa fixação de N_2 (CHAPIN et al., 2002; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Deste modo, a falta de P pode reduzir a absorção de N pelas plantas, e também, a redistribuição do N para outras regiões da planta.

Desta forma, como não foram observados sintomas visíveis, de deficiência de nitrogênio nas plantas de estilosantes Campo Grande, pode-se concluir que os nódulos das plantas que receberam adubação fosfatada (100, 200 e 300 kg/ha de P_2O_5), foram beneficiados pela presença de P, não sofrendo efeito da alta demanda energética promovida pelo natural processo da FBN das leguminosas, resultando em melhor efeito simbiótico, com maiores teores de N para as plantas, e conseqüentemente, maiores teores de proteína bruta.

SODEINDE et al. (2009), também observaram efeito significativo da adubação sobre leguminosa do gênero *Stylosanthes*, com percentual médio de 19 e 6% de PBF e PBC, respectivamente, com aplicação de fósforo, e 16 e 5% de PBF e PBC, respectivamente, sem aplicação de fósforo.

Os percentuais de PBF e PBC, em relação aos intervalos de corte apresentados na tabela 12, destacam o decréscimo nos respectivos percentuais à medida em que se aumenta os intervalos de corte ($P < 0,05$), observando-se maiores percentuais nos menores intervalos de corte (40 e 60 dias). O menor percentual de PBF observado aos 120 dias, confirma qualidade nutricional inferior das folhas neste intervalo, tendo em vista que este maior intervalo apresentou maior número de folhas, observados anteriormente na tabela 9, evidenciando novamente maior qualidade nutricional nas plantas com maiores frequências de corte, onde o manejo da altura das plantas mantidas mais baixas, favorecem a manutenção de folhas e caules mais jovens, e conseqüentemente, maior valor nutricional. Nas plantas do intervalo de corte mais longo (120 dias), ocorreu comportamento inverso, pois, nas maiores alturas, a proporção de folhas e caules jovens é menor.

A redução nas concentrações de PBC, com o aumento dos intervalos de corte foi influenciada pelo estágio fisiológico e nível de maturidade das plantas, pois plantas mais altas, próximas ao estágio de maturação e período reprodutivo, apresentam caules mais velhos, com mais presença de lignina, e conseqüente redução de proteína bruta (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994).

Os valores de PBF e PBC na perspectiva dos intervalos de corte estudados, correlacionam-se com a relação folha:caule já discutida, onde plantas sob menores intervalos de corte, apresentam maior proporção de folhas e menos acúmulo de carboidratos estruturais, resultando em maior percentual de PB.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação para as variáveis matéria seca total da parte aérea (MST) e proteína bruta total da parte aérea (PBT), comportamento semelhante foi observado para os intervalos de cortes ($P < 0,05$), com adição das variáveis fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT). Para a interação entre níveis de adubação fosfatada e os intervalos de cortes, houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para MST (Tabela 13).

Tabela 13. Níveis de significância para matéria seca total da parte aérea (MST), fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) de estilosantes Campo Grande.

| Fonte de Variação | MST | FDNT | FDAT | HEMT | PBT |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Adubação | <0,001 | 0,096 | 0,208 | 0,405 | <0,001 |
| Intervalo de corte | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,037 | <0,001 |
| Adubação*Intervalo | 0,003 | 0,085 | 0,135 | 0,162 | 0,535 |

Houve efeito da adubação fosfatada ($P < 0,05$) no intervalo de corte de 40 dias para matéria seca total da parte aérea (MST) do estilosante Campo Grande, observando-se comportamento quadrático, estimando-se percentual máximo de 32,64 com nível de 160,5 kg/ha de fósforo (Tabela 14). Ainda para MST, não foi observado efeito da adubação fosfatada ($P > 0,05$) no intervalo de corte de 60 dias, verificando-se percentual médio de 25,76; comportamento linear decrescente dos níveis de adubação fosfatada foi observado no intervalo de corte de 120 dias (Tabela 14).

Tabela 14. Interação entre níveis de adubação fosfatada e intervalo de corte para matéria seca total da parte aérea (MST) de estilosantes Campo Grande.

| Intervalo de corte (dias) | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | |
|---------------------------|--|--------|--------|--------|------|------------|-------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | R ² |
| 40 ¹ | 28,36b | 32,72a | 32,58a | 28,34a | 4,18 | 0,970 | 0,003 | 99,96 |
| 60 | 29,10b | 24,41b | 26,51b | 23,03b | 0,97 | 0,111 | 0,658 | 61,86 |
| 120 ² | 36,56a | 29,45a | 32,26a | 27,94a | 1,05 | <0,001 | 0,608 | 67,93 |

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

$${}^1\hat{Y} = 28,3871 + 0,0642X - 0,0002X^2$$

$${}^2\hat{Y} = 35,2922 - 0,0272X$$

Comparando-se os intervalos de corte dentro dos níveis de P₂O₅, percebeu-se de modo geral, que a partir de 100 kg/ha, os intervalos de cortes de 40 e 120 dias, tiveram percentuais de MST significativamente semelhantes (P<0,05) e superiores ao intervalo de 60 dias (Tabela 14), tal efeito se deu, devido as plantas do intervalo de corte de 40 dias, terem apresentado maior relação folha:caule, onde a maior proporção de folhas neste corte contribuiu de forma significativa para um maior percentual de matéria seca total da parte aérea (MST). Efetuando-se uma média dos percentuais de MSF + MSC, dos intervalos de corte, discutidos anteriormente na tabela 12, é possível observar os valores de 29,07, 26,20 e 31,28%, para os intervalos de 40, 60 e 120 dias, respectivamente, onde a MSF favoreceu a MST no intervalo de corte de 40 dias, evidenciado pela semelhança estatística com a MST no intervalo de corte de 120 dias.

Não foi observado efeito significativo (P>0,05) dos níveis de adubação fosfatada para os percentuais de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose totais da parte aérea do estilosantes Campo Grande, com percentuais

médios de 56,43, 41,18 e 15,24 para FDNT, FDAT e HEMT, respectivamente (Tabela 15). Esta situação já era esperada, uma vez que os resultados de FDN, FDA e HEM, nas frações folha e caule, também não apresentaram efeito significativo da adubação fosfatada. MOURA et al. (2011), também não observaram efeito da adubação fosfatada sobre FDN e FDA em plantas de estilosantes Campo Grande.

Tabela 15. Valores médios de fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) dos níveis de adubação, do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Adubação P ₂ O ₅ | | | | EPM | Valor de P | | |
|------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------|-------|----------------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | | L | Q | R ² |
| FDNT | 56,92 | 55,27 | 57,50 | 56,02 | 0,741 | 0,870 | 0,900 | --- |
| FDAT | 40,67 | 40,84 | 43,24 | 39,98 | 0,928 | 0,951 | 0,136 | --- |
| HEMT | 16,24 | 14,43 | 14,25 | 16,03 | 0,571 | 0,864 | 0,094 | --- |
| PBT ¹ | 13,69 | 16,64 | 16,00 | 16,50 | 0,692 | 0,001 | 0,020 | 80,22 |

$$^1 \hat{Y} = 13,9320 + 0,0261X - 0,0001X^2$$

Nos intervalos de corte, observou-se que os percentuais de FDNT e FDAT nos intervalos de corte de 60 e 120 dias, foram significativamente superiores ($P < 0,05$) ao percentual no intervalo 40 dias, certamente, devido ao natural aumento dos teores de componentes estruturais da célula vegetal com o decorrer do processo de maturação fisiológica da planta (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994); O intervalo de corte de 40 dias apresentou percentual de hemicelulose total da parte aérea (HEMT) significativamente semelhante aos intervalos de 60 e 120 dias ($P < 0,05$) (Tabela 16). Um ponto positivo observado no intervalo de corte de 120 dias, é que o teor da fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), não se encontra muito acima do percentual crítico (55-65%) limitante ao consumo (VAN SOEST, 1994), possibilitando

o consumo dessa leguminosa neste intervalo mais longo de corte, uma vez que se priorize mais a produção de matéria seca das plantas de estilosantes Campo Grande.

Tabela 16. Valores médios de fibra em detergente neutro total da parte aérea (FDNT), fibra em detergente ácido total da parte aérea (FDAT), hemicelulose total da parte aérea (HEMT) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) dos intervalos de corte, do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Intervalos de Corte | | | EPM |
|-----------|---------------------|--------|--------|-------|
| | 40 | 60 | 120 | |
| FDNT | 50,65c | 57,09b | 61,54a | 0,741 |
| FDAT | 35,88c | 39,94b | 47,73a | 0,928 |
| HEMT | 14,77ab | 17,14a | 13,81b | 0,571 |
| PBT | 20,96a | 15,74b | 10,42c | 0,692 |

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação de fosfatada sobre o percentual de proteína bruta total da parte aérea (PBT), observando-se comportamento quadrático, estimando-se o percentual máximo de 16,44 com nível de 130,5 kg/ha de fósforo (Tabela 15). LOPES et al. (2012), em uma pesquisa sobre o valor nutritivo do estilosantes mineirão em função da correção do solo, com doses de 50, 100, 200, 400 e 800 kg de P, observaram maiores percentuais de PB situados até 100 kg de fósforo.

Nos intervalos de corte, para a variável PBT, houve diferença significativa ($P < 0,05$), onde o maior e o menor percentual de PBT são observados nos intervalos de corte de 40 e 120 dias, com 20,96 e 10,42%, respectivamente (Tabela 16).

Estes resultados são decorrentes, provavelmente, do aumento da proporção de caules em relação às folhas, à medida em que se observa aumento do intervalo de

corte, onde o maior volume de folhas no intervalo de 40 dias, apresentam folhas e caules mais novos, com menos celulose e lignina, e conseqüente maior conteúdo celular. MOURA et al. (2011), avaliando a composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte, com e sem adubação fosfatada, também observaram decréscimo no percentual de proteína bruta à medida em que se aumentava a idade. De acordo com MINSON (1990), o percentual mínimo de proteína bruta que deve conter a forragem, para que não ocorra diminuição da ingestão voluntária, é de 7%, desta forma, dependendo da situação e necessidade do produtor, as plantas sob intervalo de corte de 120 dias (10,42% PB), podem ser fornecidas aos animais, sem que haja redução da ingestão voluntária.

4.4. Eficiência da adubação fosfatada

De forma geral, foi observado, para a maioria das variáveis em produção, características estruturais e químico-bromatológicas avaliadas neste estudo, o baixo efeito da adubação fosfatada nos níveis de P_2O_5 aplicados, contudo, também foi demonstrado nítido aumento de variáveis importantes na nutrição animal, como produção de matéria seca e proteína bruta, em função da adubação fosfatada.

A eficiência da adubação fosfatada foi calculada para as variáveis produção de matéria seca total da parte aérea por hectare (PMST), número de folhas (NF), matéria seca total da parte aérea (MST) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) (Tabela 17).

As variáveis que apresentaram interação entre os níveis de adubação e intervalos de corte, tiveram a EAF calculada com base no intervalo de corte aos 40 dias, pois neste intervalo foram observados melhores resultados das características estruturais como maior relação folha:caule, e características químico-bromatológicas, como maior PB, e menor FDN e FDA, quando comparados aos demais intervalos de corte.

Tabela 17. Eficiência da adubação fosfatada para as variáveis produção de mateia seca total da parte aérea por hectare (PMST), número de folhas (NF), matéria seca total da parte aérea (MST) e proteína bruta total da parte aérea (PBT) do estilosantes Campo Grande.

| Variáveis | Doses de P ₂ O ₅ (kg/ha) | EAF |
|--------------|--|-------|
| PMST (kg/ha) | 100 | 5,843 |
| | 200 | 2,089 |
| | 300 | 1,019 |
| NF | 100 | 0,119 |
| | 200 | 0,110 |
| | 300 | 0,019 |
| MST (%) | 100 | 0,044 |
| | 200 | 0,020 |
| | 300 | 0,000 |
| PBT (%) | 100 | 0,029 |
| | 200 | 0,011 |
| | 300 | 0,009 |

De acordo com os valores de eficiência da adubação fosfatada calculada para as variáveis na tabela 17, pode-se observar que os maiores resultados são proporcionados pela dosagem de 100 kg/ha de P₂O₅.

Nas variáveis, NF, MST e PBT, observa-se certa proximidade entre os valores de EAF entre as dosagens de 100 e 200 kg/ha de P₂O₅, porém, o nível de adubação fosfatada de 200 kg/ha, se mostra antieconômico neste contexto, tendo em vista que possui o dobro da aplicação de fósforo, para um ganho meramente semelhante ao proporcionado pela dose de 100 kg/ha. O que comprova menor exigência de fósforo, e maior eficiência da adubação fosfatada sobre o estilosantes Campo Grande, com aplicação de até 100 kg/ha de P₂O₅.

5. CONCLUSÃO

Nas condições deste estudo, visando maior valor nutricional, o manejo do estilosantes Campo Grande submetido ao intervalo de corte de 40 dias, com nível de adubação fosfatada de até 100 kg/ha de P_2O_5 é o mais eficiente.

Uma vez que a finalidade desta leguminosa, seja a recuperação de áreas de pastagens degradadas e solos compactados, recomenda-se o intervalo de corte de 120 dias, sem prejuízo a ingestão voluntária em caso de pastejo.

6. REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 18.ed. Washington: AOAC, 2005.
- ARAÚJO, A. S. F.; BURITY, H. A.; LYRA, M. C. P. **Influência de diferentes níveis de nitrogênio e fósforo em leucena inoculada com *Rhizobium* e fungo micorrizico arbuscular**. *Ecosistema, Espírito Santo do Pinhal*, v. 26, p. 35-40, 2001a.
- BARCELLOS, A. de O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. **Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008.
- BRODERICK, G. A. **Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants**. *Journal of Animal Science*, Champaign v.73, n.9, p.2760-2773, Sep. 1995.
- BURITY, H. A.; LYRA, M. C. C. P.; SOUZA, E. S. **Efetividade da inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de sabiá submetidas a diferentes níveis de fósforo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, p. 801-807, 2000.
- CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pasto**. Porto Alegre: Sagra/DC Luzzato, 1992, 142p.
- CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; MOONEY, A. H. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. New York: Springer-Verlag, 2002. 455p.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHAES, J. A. **Resposta de *Arachis pintoi* cv. Amarillo a níveis de fósforo**. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, n.1, p.59-62, 2006.
- COSTA, N. L.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; GIANLUPPI, V.; MAGALHÃES, J. A. **Acúmulo de forragem, composição química e extração de macronutrientes de *Trachypogon plumosus* consorciado com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro sob adubação fosfatada**. *PUBVET*. v.11, n.7, p.715-722, Jul. 2017.
- CRESPO, R. J.; CASTAÑO, J. A.; CAPURRO, J. A. **Secado de forraje con el horno microondas: efecto sobre el análisis de calidad**. *Agricultura Técnica*. 67(2):210-218. Espanhol, 2007.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. **Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.121-138, 2007.
- DEDECEK, R. A.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. **Perdas de solo e água em pastagens cultivadas em solo arenoso da Bacia do Alto Taquari, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal; [Colombo]: Embrapa Florestas, 2006.

DUTRA, L. A.; CARVALHO, F. C. de. **Relação folha:colmo e produção da Brachiaria hidrida cv. Mulato.** Anais... Associação Brasileira de Zootecnista, Águas de Lindóia, SP. 2009.

EMBRAPA – EMBRAPA GADO DE CORTE. **Cultivo e uso do estilosantes-campo-grande.** Comunicado Técnico, 105. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS. 11p. 2007.

FORBES, T. D. A. **Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals.** Journal Animal Science, v. 66, n. 9, p. 2.369-2.379, 1988.

GOUDAO, L.; PHAIKAEW, C.; STUR, W.W. **Status of *Stylosanthes* development in other countries.** II. *Stylosanthes* development and utilization in China and south-east Asia. Tropical Grasslands, v.31, p.460-467, 1997.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. **Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.554.

HOLFORD, I.C.R. **Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants.** Aust. J. Soil Res., 35:227-239, 1997.

JONES, M.B.; FREITAS, L.M.M. **Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo Vermelho Amarelo de campo cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.5, p.91-99, 1970.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; LIMA, N. R. C. B.; SILVEIRA, D. S.; GALDINO, S.; COMIRAN, G.; ARAÚJO, M. T. B. D.; PARIS, A. **Sistema de recuperação e manejo de pastagem em solos arenosos: produtividade e custo de produção.** Corumbá: Embrapa Pantanal; Embrapa Gado de Corte, 2006.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. **Composição Bromatológica de Três Leguminosas Anuais de Estação Fria Adubadas com Fósforo e Potássio.** R. Bras. Zootec., v.33, n.6, p.2231-2239, 2004

LOPES, L.; EVANGELISTA, A. R.; FORTES, C. A.; PINTO, J. C.; FREIRE, A. P. B.; SOUZA, R. M. **Valor nutritivo do estilosantes mineirão em função da correção do solo.** Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 42, n. 1, p. 99-105, jan./mar. 2012

MACEDO, M. C. M. **Pastagens nos ecossistemas de cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável.** In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIRAS, 1995, Brasília, DF. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MAGALHÃES, R. T.; CORRÊA, D. S. **Degradabilidade *in situ* da matéria seca e fração fibrosa do estilosantes Campo Grande.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.3, p.702-710, 2012.

MERTENS, D.R. **Fiber analysis and its use in ration formulation.** In: ANNUAL PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 24, 1989, Idaho. **Proceedings...** Idaho: Riverside Boise, 1989. p.1-10.

MESQUITA, E. E.; FONSECA, D. M. da; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; PEREIRA, O. G.; PINTO, J. C. **Efeitos de métodos de estabelecimento de braquiária e estilosantes e de doses de calcário, fósforo e gesso sobre alguns componentes nutricionais de forragem.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2186-2196. 2002.

MILES, J. W.; LASCANO, C. E. **Status of *Stylosanthes* development in other countries.** I. *Stylosanthes* development and utilization in South America. Tropical Grasslands, v.31, p.454-459, 1997.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MONTEIRO, F. das C. **Produtividade de matéria seca, estrutura e composição químico-bromatológica de estilosantes Campo-Grande, sob diferentes teores de água no solo.** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2009. 56 fls. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 2009.

MONTEIRO, H. C. F.; CANTARUTTI, R. B.; NASCIMENTO JR., D. **Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, p.1092-1102, 1998.

MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; WADA, F.Y.; MIZUBUTI, I.Y. **Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass.** Animal Feed Science and Technology, Missouri, v.113, p.239-249, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOURA, R. L.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; RODRIGUES, M. M.; MARIA ELIZABETE OLIVEIRA, M. E.; LOPES, J. B. **Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 33, n. 3, p. 249-254, 2011.

MOURA, R. L. **Consórcio de capim-andropógon com estilosantes campo grande e calopogônio: estrutura, valor nutritivo e desempenho de caprinos e ovinos.** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2009. 61 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), 2016.

NASCIMENTO JR, D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R. A. **Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade.** In: OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO Jr., D. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2002. p.149-196.

NETO, J. V. N.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; SANTOS, T. M.; FARIA, A. F. G. **Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas no norte do estado do Tocantins.** Engenharia na agricultura, Viçosa - MG, v.18 n.2, Março/Abril, 2010.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. **Elementos requeridos à nutrição de plantas:** fertilidade do solo. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. **Adubação Fosfatada no Brasil.** Brasília: EMBRAPA: DID. 1982, 326 p.

OTSUBO, A. A.; BRITO, O. R.; SCHNITZER, J. A.; OTSUBO, V. H. N. **Produção de matéria seca de *Stylosanthes capitata* submetido à adubação fosfatada em solos com diferentes texturas.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1677-1686, 2011

PAULINO, V. T.; COLOZZA, M. T.; OTSUK, I. P. **Respostas de *Stylosanthes capitata* Vogel à aplicação de nutrientes e doses de calcário em solo de cerrado.** Boletim de Indústria Animal, v. 65, n. 4, p. 275-281, 2006.

PAULINO, V.T.; PICCINI, D.F.; BAREA, J.M. **Influência de fungos micorrízicos vesículoarbusculares e fosfatos em leguminosas forrageiras tropicais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.10, n.2, p.103-108, 1986.

PINHEIRO, A. A.; CECATO, U.; LINS, T. O. J. D.; BELONI, T.; PIOTTO, V. C.; RIBEIRO, O. L. **Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2147-2158, jul. Ago, 2014.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. **Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

QUOOS, R. D.; FRIES, D. D.; OLIVEIRA, A.; PAIVA, L.; VERIATO, F.; BIANCA AVELAR, B. **Produtividade e nodulação de *Stylosanthes* spp. cv. (Estilosantes Campo Grande) em função do sombreamento e adubação fosfatada.** Revista Fitos, [S.l.], maio 2019. ISSN 2446-4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/749>>. Acesso em: 07 jul. 2019

RAMOS E CARVALHO, J. H. **Avaliação da fertilidade de três solos para produção de *Brachiaria decumbens*.** In: Seminário de pesquisa Agropecuária do Piauí. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual. (EMBRAPA/UEPAE), Teresina. Anais... Teresina – PI. p. 57-68, 1986.

REICHARDT, K. **Capacidade de campo.** Campinas, R. bras. Ci. Solo, n.12, p.211-216, 1988.

RESENDE, R. M. S.; FERNANDES, C. D.; JANK, L.; VALLE, C. B. do. **Breeding of *Stylosanthes*** In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS, 2007, Campo Grande, MS**. Anais... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. **Ecofisiologia de plantas forrageiras**. In: CASTRO, P. R.; FERREIR, S. P.; YAMADA, T. (Ed.). Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. P.203-230.

SHELTON, H. M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. **Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success**. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). Grassland: a global resource. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 149-299.

SILVA, A. B. **Respostas agronômicas e nutricionais do capim-massai submetido a doses e fontes de ureia comum e de eficiência aumentada**. 2016. 49 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

SILVA, M. P.; ZIMMER, A. H. **Avaliação agronômica de consorciações de braquiárias e *Andropogon gayanus* com novos acessos de estilosantes sob pastejo**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, MS. 2004. 7 p.

SILVA, M. S. J.; JOBIM, C. C.; NASCIMENTO, W. G.; FERREIRA, SILVA, G. G.; M. S. TRÊS, T. T. **Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo Grande**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1363-1380, maio/jun. 2013.

SILVA, R. M. **Adubação fosfatada na cultura da cunhã**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE, 2011.

SILVA, V. J.; JUNIOR, J. C. B. D.; TEIXEIRA, V. I., SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L. **Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte**. R. Bras. Zootec. v.39, n.1, p.97-102, 2010

SODEINDE, F. G.; ADERINOLA, O. A.; AMAO, S. R.; AYINDE T. L.; AKINOLA, J. O. **Fertilizer effect on yield and composition of shrubby stylo in the nigerian derived savanna zone**. Bulletin of Animal Production. 58. 273-277, 2009. 10.4314/bahpa.v57i2.44951.

SOUZA, W. F. **Silagem de estilosantes campo grande: perfil fermentativo e desempenho produtivo de bovinos de corte**. 2013. 96 f. Tese. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

TEIXEIRA, V. I. **Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras na Zona da Mata Seca de Pernambuco**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

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

VERZIGNASSI, J. R. **Cultivo e uso do estíloantes Campo Grande - COT 105**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2007. 11 p.

ZIMMER, A.; SILVA, M. P.; MAURO, R. **Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., Piracicaba, 2002. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2002. p.31- 58.