

RONAN MAGALHÃES DE SOUZA

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CULTIVARES DE
Cynodon SUBMETIDAS A SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO,
CALCÁRIO E FÓSFORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Doutor”

Orientador
Prof. Dr. Gudesteu Porto Rocha

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Souza, Ronan Magalhães de.

Produção e composição química de cultivares de *Cynodon* submetidas a silicato de cálcio e magnésio, calcário e fósforo / Ronan Magalhães de Souza. – Lavras : UFLA, 2008.

171 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Gudesteu Porto Rocha

Bibliografia.

1. Escória de siderurgia. 2. Adubação. 3. Pastagem. 4. Calagem.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 633.208

RONAN MAGALHÃES DE SOUZA

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CULTIVARES DE
Cynodon SUBMETIDAS A SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO,
CALCÁRIO E FÓSFORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Doutor”

APROVADA em 19 de junho de 2008

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista | UFLA |
| Prof. Dr. Joel Augusto Muniz | UFLA |
| Prof. Dr. José Cardoso Pinto | UFLA |
| Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis | UNIMONTES |

Prof. Dr. Gudesteu Porto Rocha
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus queridos pais, Pedro e Franci, por todo amor e pelos valiosos ensinamentos.

Aos meus avós, Manoel, Maria, Leonardo e Luiza.

Aos meus irmãos, Rômulo e Remo e minhas cunhadas, Nirvia e Virgínia, pelo apoio, carinho e por contribuírem para a minha formação pessoal e profissional.

Ao sobrinhos, Rômulo, Pilar, Pedro e Felipe.

À querida Mônica, por todo o carinho e dedicação.

OFEREÇO

Ao meu mestre e amigo, professor José Cardoso
Pinto e à minha mãe, Francisca Franci
Magalhães de Souza,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao CNPq, pela bolsa de estudos.

Ao professor José Cardoso Pinto, por estar sempre presente, contribuindo em cada etapa da publicação desta tese. Você é um exemplo de profissional e eu muito o admiro. Agradeço também, a você e sua esposa Joaquina, por ajudarem minha mãe em um dos momentos mais difíceis de nossas vidas.

Aos professores Gudesteu Porto Rocha, pelas sugestões e acompanhamento em minha tese; Antônio Ricardo Evangelista, Antônio Eduardo Furtini Neto, Joel Augusto Muniz e Sidnei Tavares dos Reis, pela valiosa contribuição; Korndörfer pelas análises químicas do teor de silício das forrageiras.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal e do Departamento de Zootecnia da UFLA, Márcio, Suelba, Eliana, Zé, Borginho, Kátia e Carlos.

À minha amada família, por todo apoio e incentivo em mais esta etapa. Sinto muita saudade de vocês.

À querida Mônica, pela companhia, paciência, pela ajuda nos experimentos e por estar sempre por perto quando eu mais precisava.

Aos amigos Saulo, Gustavo, Gabriela, Fábio e Bruno, pela amizade antiga; Igor, Thais, Thalitinha, Cristian, Eddy, Guilherme e Juninho, pelas prosas, por torcerem por mim e pelos momentos de descontração.

Ao casal Rodrigo e Thais, pelos momentos agradáveis e pelas boas risadas.

Ao Caio e ao Jalison, por toda a ajuda com os experimentos e pela amizade.

Ao Afonso e Giovanna Borges que forneceram as mudas da 'Jiggs' e ao professor Francisco por intermediar nosso contato.

Aos tios Lurdinha e Paraná pelo amor e carinho; Té, Dida, Xélio e Amira pela confiança e por torcerem pelo meu sucesso.

Ao Cristóvão que, mesmo estando longe, não permitiu que nossa amizade se esvaísse e a todos aqueles que contribuíram com a realização desta tese.

BIOGRAFIA

RONAN MAGALHÃES DE SOUZA, filho de Francisca Franci Magalhães de Souza e Pedro Valderi Lopes de Sousa, natural de Brasília, Distrito Federal, nasceu em 5 de janeiro de 1978.

Em fevereiro de 1997, ingressou na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, no curso de agronomia, concluindo-o em 2 de agosto de 2001.

Iniciou o mestrado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais em 8 de abril de 2002, obtendo o título de mestre em 14 de junho de 2004.

Em fevereiro de 2005 iniciou o doutorado no programa de pós-graduação do DZO/UFLA e no dia 19 junho de 2008 obteve o título de doutor.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE ABREVIATURAS | i |
| RESUMO..... | iii |
| ABSTRACT..... | v |
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 2 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 4 |
| 2.1 As gramíneas do gênero <i>Cynodon</i> | 4 |
| 2.1.1 ‘Coastcross 1’ | 7 |
| 2.1.2 ‘Tifton 68’..... | 9 |
| 2.1.3 ‘Tifton 85’..... | 10 |
| 2.1.4 ‘Jiggs’..... | 12 |
| 2.2 Acidez dos solos | 13 |
| 2.3 Calagem e adubação fosfatada em pastagens | 15 |
| 2.4 Escória de siderurgia em pastagens | 21 |
| 2.5 Silicatos como corretivos do solo e as interações P x Si | 22 |
| 2.6 Escórias de siderurgia e silicatos | 26 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 28 |
| CAPÍTULO 2: Fósforo nas características agronômicas e nos teores de minerais de gramíneas do gênero <i>Cynodon</i> | 36 |
| RESUMO..... | 37 |
| ABSTRACT..... | 38 |
| 1 INTRODUÇÃO | 39 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 44 |
| 2.1 Localização do experimento | 44 |
| 2.2 Histórico, solo e clima da região | 44 |
| 2.3 Tratamentos e delineamento experimental | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4 Instalação e condução do experimento | 47 |
| 2.5 Variáveis analisadas..... | 48 |
| 2.5.1 Altura de plantas | 48 |
| 2.5.2 Produção de matéria seca..... | 48 |
| 2.5.3 Relação folha/haste e peso de perfilhos | 48 |
| 2.5.4 Densidade volumétrica da forragem | 49 |
| 2.5.5 Composição química da forragem | 49 |
| 2.5.5.1 Teor de proteína bruta (PB) | 49 |
| 2.5.5.2 Teores de minerais | 49 |
| 2.6 Análises estatísticas | 50 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 51 |
| 3.1 Produção de matéria seca..... | 51 |
| 3.2 Altura de plantas | 54 |
| 3.3 Relação folha/haste, peso de perfilhos e densidade volumétrica da forragem..... | 57 |
| 3.4 Proteína bruta (PB) | 61 |
| 3.5 Teor de fósforo (P)..... | 63 |
| 3.6 Teor de potássio (K) | 66 |
| 3.7 Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg)..... | 67 |
| 4 CONCLUSÕES | 72 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 73 |
| CAPÍTULO 3: Fósforo, calcário e silicato de cálcio e magnésio nas características agronômicas e na composição química da ‘Jiggs’ | 80 |
| RESUMO..... | 81 |
| ABSTRACT..... | 83 |
| 1 INTRODUÇÃO | 84 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 89 |
| 2.1 Localização do experimento | 89 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 2.2 | Tratamentos e delineamento experimental | 89 |
| 2.3 | Instalação e condução do experimento | 90 |
| 2.4 | Avaliações e variáveis analisadas | 95 |
| 2.4.1 | Densidade de perfilhos, comprimentos de perfilhos e de estolões | 95 |
| 2.4.2 | Produção de matéria seca | 95 |
| 2.4.3 | Matéria seca de raiz e razão parte aérea/raiz | 96 |
| 2.4.4 | Composição química da forragem | 96 |
| 2.4.4.1 | Teor de proteína bruta (PB) e acúmulo de N | 96 |
| 2.4.4.2 | Teores de minerais | 96 |
| 2.4.4.3 | Teores de fibras em detergente neutro e ácido | 97 |
| 2.5 | Análises estatísticas | 97 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 99 |
| 3.1 | Produção de MS por corte e total | 99 |
| 3.2 | Densidade de perfilhos | 106 |
| 3.3 | Comprimentos de perfilhos e de estolões | 108 |
| 3.4 | Matéria seca de raiz e razão parte aérea/raiz | 113 |
| 3.5 | Teor de proteína bruta e acúmulo de nitrogênio | 115 |
| 3.6 | Teor de P | 119 |
| 3.7 | Teor e acúmulo de K | 122 |
| 3.8 | Teor e acúmulo de Ca | 128 |
| 3.9 | Teor e acúmulo de Mg | 133 |
| 3.10 | Teor e acúmulo de Si | 137 |
| 3.11 | Teor de fibra em detergente neutro (FDN) | 142 |
| 3.12 | Teor de fibra em detergente ácido (FDA) | 144 |
| 4 | CONCLUSÕES | 148 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 149 |
| | ANEXOS | 155 |

LISTA DE ABREVIATURAS

AN – acúmulo de N
AP – altura de perfilhos
Ca – cálcio
CaCO₃ – carbonato de cálcio
CaO – óxido de cálcio
CE – comprimento de estolões
CP – comprimento de perfilhos
CTC – capacidade de troca de cátions
DP – densidade de perfilhos
DQI – Departamento de Química
DVF – densidade volumétrica da forragem
FDA – fibra em detergente ácido
FDN – fibra em detergente neutro
H₂PO₄⁻ – íon fosfato
H₄SiO₄ – ácido silícico
H₃SiO₄⁻ – íon silicato
K – potássio
Mg – magnésio
MgCO₃ – carbonato de magnésio
MgO – óxido de magnésio
MO – matéria orgânica
MR – massa de raiz
MS – matéria seca
MV – matéria verde
N – nitrogênio

P – fósforo
PMS – produção de matéria seca
PTMS – produção total de MS
PP – peso de perfilhos
RAR – razão parte aérea/raiz;
RFH – relação folha/haste
Si – silício
V – saturação por bases do solo.

RESUMO

SOUZA, Ronan Magalhães de. **Produção e composição química de cultivares de *Cynodon* submetidas a silicato de cálcio e magnésio, calcário e fósforo.** 2008. 171p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*.

Com o objetivo de avaliar calcário, silicato de Ca e Mg e doses de P em gramíneas do gênero *Cynodon*, dois ensaios foram conduzidos, observando-se os efeitos desses tratamentos nas variáveis de produção e composição química de quatro gramíneas forrageiras tropicais. No primeiro ensaio foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, em que três cultivares de *Cynodon* (Coastcross, Tifton 85 e Tifton 68) foram alocadas nas parcelas e doses de P (0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) foram distribuídas nas subparcelas. Foram realizadas avaliações para determinar a altura de plantas (AP), a produção de MS (PMS), a relação folha/haste (RFH), o peso de perfilhos (PP), a densidade volumétrica de forragem (DVF) e os teores de proteína bruta (PB), P, K, Ca e Mg na MS das forrageiras. As cultivares Coastcross e Tifton 85 apresentaram maiores PMS, RFH e DVF em relação à Tifton 68 e esta, por sua vez, exibiu maior AP e PP e maiores teores de PB, P, K e Mg. Para as variáveis PMS, AP e teor de Mg, as forrageiras responderam de forma quadrática às doses de P₂O₅. Por outro lado, os teores médios de Ca e P na MS das forrageiras comportaram-se de forma linear crescente. Em geral, a melhor composição química de nutrientes do Tifton 68 está relacionada com a sua menor DVF e a altura de plantas não deve ser considerada como um único fator para a tomada de decisão de momento e ou condição apropriada de pastejo. O segundo ensaio teve o objetivo de avaliar as características agrônômicas e a composição química da 'Jiggs', do gênero *Cynodon*, submetido a doses de P, calcário e silicato de Ca e Mg. O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sob esquema fatorial 3 x 4, com três formas de correção do solo (sem corretivo, com calcário e com silicato de Ca e Mg) associadas às doses de 100, 200, 400 e 800 mg.dm⁻³ de P. Durante o período experimental, foram realizadas avaliações para estudar o efeito dos tratamentos sobre a produção de matéria seca (PMS), a PMS total (PTMS), a densidade de perfilhos (DP), o comprimento de perfilhos (CP) e de estolões (CE), a razão parte aérea/raiz (RAR) e os teores de proteína bruta (PB), P, K, Ca,

* Comitê Orientador: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Orientador), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA e Joel Augusto Muniz – UFLA.

Mg e Si e seus respectivos acúmulos e as concentrações de fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). De maneira geral, os tratamentos com calcário e com silicato de Ca e Mg foram mais promissores em comparação ao tratamento sem correção do solo, não havendo diferença entre os corretivos. Em relação às doses de P, observou-se que as doses extremas estiveram associadas a menores produções e a uma forragem de pior composição química. PMS, PTMS, DP e CE foram maiores nos tratamentos com corretivos, em detrimento do tratamento sem correção e as doses de P, nessas variáveis, proporcionaram um comportamento quadrático. O CP variou apenas com as doses de P de forma linear crescente e a RAR apresentou ponto de mínima em resposta às doses de P. O tratamento sem correção do solo foi responsável por maiores teores de PB e K e menores teores de Ca e Mg na MS da 'Jiggs'. Entretanto, o conteúdo de K foi maior com calcário em relação aos demais tratamentos. Os corretivos proporcionaram o maior teor de P e os maiores acúmulos de Ca e Mg na MS da forrageira, em comparação ao solo sem corretivo. Em relação ao teor e ao acúmulo de Si, esses foram sempre maiores nos tratamentos com silicato. A FDN diminuiu quando o solo foi incubado tanto com calcário quanto com silicato. Os teores de PB, K, Ca, Si, FDN e FDA decresceram à medida que se elevaram as doses de P aplicadas. Por outro lado, os teores de P e os conteúdos de N, K, Ca, Mg e Si foram incrementados sob as doses de P com comportamentos variados.

ABSTRACT

SOUZA, Ronan Magalhães de. **Yield and chemistry composition of *Cynodon* cultivars submitted on calcium and magnesium silicate, limestone and phosphorus.** 2008. 171p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras*.

With the objective to evaluate limestone, Ca and Mg silicon and phosphorus doses in grasses of the genus *Cynodon*, two experiments were conducted to evaluate their effects on yield and chemical composition variables of four tropical grasses. In first experiment was adopted the randomized complete block design with four replicates in split-plot scheme, with three *Cynodon* cultivars (Coastcross, Tifton 85 e Tifton 68) allocated on parcels and the phosphorus doses (0, 60, 120 and 240 kg.ha⁻¹) on sub parcels. Two cuts were realized to determine tiller height (TH), dry matter yield (DMY), leaf: stem ratio (LSR), tiller weight (TW) and volumetric density of DM (VDDM). Minerals contents of P, K, Ca, Mg and crude protein (CP) were analyzed. Coastcross and Tifton 85 showed the major DMY, LSR and VDDM in relation to Tifton 68. This late grass, on the other hand, exhibited major tiller height (TH) and tiller weight (TW) and the biggest CP, P, K and Mg contents. To variables DMY, TH and Mg content the grasses answered in quadratic form to doses of P₂O₅, whereas Ca and P contents showed linear increments. Generally, the better mineral content of Tifton 68 is related with its minor VDDM and the TH and must do not be considered as a solely factor to decide when and, or the appropriate method of grazing to adopt. The second study has the objective evaluate the agronomic characteristics and chemistry composition of 'Jiggs' of *Cynodon* genus submitted to phosphorus doses, limestone and Ca and Mg silicon. The experiment was assembled in randomized complete block design, with four replicates, on factorial scheme 3 x 4, with three soil correction methods (without corrective, limestone and Ca an Mg silicon) in association of four phosphorus doses (100, 200, 400 and 800 mg.dm⁻³ P). During experimental period was made two evaluations to verify treatment effects on DMY and total DMY (TDMY), tiller density (TD), tiller length (TL), stolon length (SL), shoot: root ratio (SRR) and CP, P, K, Ca, Mg and Si contents and their respective accumulativeness, neutral and acid detergent fiber contents (NDF and ADF). Generally, limestone

* Guidance Committee: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Adviser), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA and Joel Augusto Muniz – UFLA.

and Silicon were more influencing factor compared to without soil correction. There aren't many differences between correctives. Phosphorus extreme doses are associated to minor DMY and chemical forage composition. The DMY, TDMY, TD and SL were biggest on soils corrected to the detriment of without correction and phosphorus doses influenced in a quadratic form. TL varied only under phosphorus doses with linear increments and SRR showed a minimal point under phosphorus doses. Soil without correction was responsible to major CP and K and minors Ca and Mg contents on 'Jiggs', although K accumulateness was major on the limestone treatment in relation to the others. The correction of soil showed the biggest P content and the major Ca and Mg accumulateness on 'Jiggs', in comparison with soil without corrective. The Si content and accumulateness were always major on the Ca and Mg Silicon treatment. The NDF reduced when soil was corrected. The CP, K, Ca, Si, NDF and ADF contents decreased with phosphorus doses were increased. On the other hand, P content and N, K, Ca, Mg and Si accumulateness were raised by phosphorus doses, with varying behavior.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008), pode-se perceber que a expansão das fronteiras agrícolas se torna cada vez menos praticável. A pressão exercida pela legislação vigente do país, o preço das terras, os incrementos na demografia populacional, dentre outros, reduzem a possibilidade de abertura de novas áreas destinadas à criação de animais, exigindo, de certa forma, que os locais já estabelecidos com alguma atividade agropecuária sejam intensificados.

O manejo apropriado da pastagem deve ser considerado uma das poucas ferramentas que permitem elevar o lucro da atividade pecuária por meio da redução dos custos de alimentação dos rebanhos, uma vez que a maior parte dos gastos totais de produção não é modificável pelo produtor, como, por exemplo, o preço dos insumos.

A perenidade de uma pastagem está relacionada ao manejo apropriado da fertilidade do solo, tanto na implantação como na manutenção após o seu estabelecimento. Falhas nestas etapas irão comprometer o sucesso e a longevidade da atividade pecuária.

A fertilização do solo sob a pastagem formada apresenta-se como um desafio, pois, nesta ocasião, corretivos e fertilizantes não podem mais ser incorporados ao solo, como no plantio, buscando-se evitar possíveis danos que os implementos agrícolas causariam às raízes superficiais das plantas forrageiras já estabelecidas. A dificuldade de manejo da fertilização na manutenção da pastagem é ainda maior quando se trata da adubação fosfatada. Isso ocorre em função da fixação (adsorção e, ou precipitação) do íon fosfato em frações que compõem os solos brasileiros.

O fósforo (P) comporta-se no solo de maneira complexa e a sua disponibilidade aos vegetais, em muitos casos, é afetada pela fonte fosfatada de adubo, pela metodologia de aplicação, pela dose de adubo e pelo tipo de solo formado em cada região. Isso é particularmente evidente nos solos brasileiros onde predominam as argilas do tipo 1:1 (caulinitas) e os óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) que interferem na disponibilidade de P na solução do solo e, por conseguinte, para as plantas.

A calagem e a silicatagem são práticas que podem minimizar o efeito da fixação de P no solo. A elevação do pH, comum aos dois materiais corretivos, pode diminuir o P precipitado com Fe e Al, bem como a adição prévia de silício (Si) pode contribuir para a redução da adsorção de P nas frações das argilas, graças à competição que ocorre entre os íons silicato e fosfato pelos mesmos locais de adsorção (Pozza et al., 2007).

As gramíneas do gênero *Cynodon* são plantas exigentes quanto à fertilidade do solo. São classificadas, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999), como forrageiras adequadas à exploração com alto nível tecnológico, ou seja, devem ser manejadas com a saturação por bases do solo ao redor de 50% e adubações com maiores doses de fertilizantes, comparadas com as espécies que compõem o quadro das forrageiras de baixo nível tecnológico (e.g. *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus*, *Melinis minutiflora*, etc.).

Aliando a necessidade da correção do solo sob pastagens com a redução da utilização de recursos naturais não renováveis, como o calcário e o aproveitamento de escórias de siderurgia, foi que se buscou, como objetivo deste trabalho, avaliar a influência desses materiais como corretivos e a adubação fosfatada e seus efeitos nas características agronômicas e na composição química de gramíneas do gênero *Cynodon*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As gramíneas do gênero *Cynodon*

Estas gramíneas dividem-se em dois grupos: as “gramas” ou “bermudas” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e as “estrelas” (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst e *Cynodon aethiopicus* Clayton et Harlan) (Rodrigues et al., 1998; Vilela & Alvim, 1998). As plantas do primeiro grupo apresentam rizomas e estolões, enquanto as do segundo possuem apenas estolões (Nascimento et al., 2002). As duas estruturas constituem tipos de caules modificados e conferem características especiais às plantas, como, por exemplo, maior resistência ao pastejo.

O gênero *Cynodon* tem seu centro de distribuição na porção leste da África tropical (Quênia, Tanzânia e Uganda) e África ocidental (Angola), segundo Rodrigues Filho et al. (2005). Valls & Peñaloza (2004) afirmam que um grande número de acessos comerciais desse gênero é resultante dos trabalhos de melhoramento conduzidos nos campos experimentais dos Estados Unidos (Tifton e Experiment, na Geórgia, e em Stillwatter, Oklahoma), que desenvolvem materiais de elevada produtividade e alto valor nutritivo (Nascimento et al., 2002).

Uma coleção com mais de 600 acessos de capim-bermuda é mantida pela *Crop Genetic and Breeding Research Unit* (USDA) (Coastal Plain Experiment Station, Tifton, Geórgia, USA), ou Unidade de Pesquisa em Genética e Melhoramento de Plantas do Departamento de Agricultura dos EUA. O viveiro é constituído por plantas introduzidas originárias de várias partes do mundo (54% oriundas da África) e vários híbridos advindos dos programas de melhoramento nos próprios EUA (25%). Pesquisadores em Tifton têm

desenvolvido e lançado híbridos de *Cynodon* spp. por, aproximadamente, meio século por meio da manipulação da elevada diversidade genética dessas coleções que possuem genes com características resistentes aos estresses biótico e abiótico, alta produção de forragem, elevada digestibilidade e tolerância a baixas temperaturas (Anderson, 2005).

Nesses centros de melhoramento de forrageiras do gênero *Cynodon*, cada uma das cultivares têm características morfológicas, fisiológicas, fenológicas e de qualidade de forragem bem distintas umas das outras (Hill et al., 1998).

A crescente utilização de cultivares desse gênero no Brasil deve-se ao fato de essas gramíneas serem utilizadas sob pastejo, na confecção de silagem pré-secada (haylage) e na fenação e, também, por serem consumidas por várias classes de animais (Resende & Alvim, 1996; Evangelista et al., 2000; Menegatti et al., 2002; Mislevy & Martin, 2006). Esta diversificação de material forrageiro é salutar, no que se refere a melhorar o controle de pragas, evitando-se, de certa forma, o monocultivo e buscando-se incrementar cada vez mais as opções de forrageamento dos animais.

Curiosamente, antes da década de 1940, as gramas bermudas eram vistas como plantas invasoras e, somente após a descoberta da variedade Coastal, em 1943, foi que despertou o interesse pelo grupo como forrageiras (Vilela & Alvim, 1998).

No Brasil, segundo Evangelista & Pinto (2005), a utilização das gramíneas do gênero *Cynodon* ocorre nas regiões Sul, Sudeste e, em menor extensão, no Centro-Oeste. As principais características dos híbridos são: boas respostas à fertilização nitrogenada, boa produtividade, melhor qualidade da forragem produzida e melhor tolerância ao frio que as linhagens comuns (Menegatti et al., 2002; Vilela et al., 2006).

Segundo Corrêa & Santos (2003), as cultivares do gênero *Cynodon* apresentam como desvantagens: o fato de a propagação ser vegetativa, serem exigentes em fertilidade e apresentarem uma queda acentuada na qualidade da forragem após cinco semanas de rebrota e a ocorrência de geadas.

Em regiões mais próximas da linha do equador, como o norte, por exemplo, pesquisadores da Embrapa – Amazônia Oriental (Rodrigues Filho et al., 2005) estão estudando, há algum tempo, a grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*). A sua utilização justifica-se em função da presença de plantas finas, com racemos curtos e capazes de suportar melhor a elevação de temperaturas e secas do que as outras espécies do gênero (Pedreira, 1996), adaptando-se melhor às condições amazônicas.

Evangelista et al. (2005) afirmam que os fenos com melhor valor nutricional são obtidos das cultivares que têm mais folhas do que colmos, como, por exemplo, ‘Tifton 85’, ‘Coastcross, Florakirk’, ‘Florico’, ‘Florona’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 78’. Ainda segundo os autores, qualquer que seja a cultivar empregada, o sucesso no estabelecimento e na produtividade da forrageira está diretamente ligado às condições climáticas do local e do manejo, principalmente da fertilidade do solo e do número de cortes realizados.

Em função da hibridização em *Cynodon* spp, o que possibilitou o desenvolvimento de inúmeros híbridos adaptados às regiões tropicais e subtropicais, a produção de sementes é baixa e a maioria das novas cultivares não produz sementes viáveis (Pedreira & Tonato, 2007). Dessa forma, o estabelecimento é obtido mais facilmente por meio do uso de material vegetativo (mudas enraizadas, pedaços de colmos, estacas, estolões e rizomas).

Nos ensaios de Cedeño et al. (2003), a produção e a composição química das cultivares Tifton 68, Tifton 85 e Coastcross foram alteradas pelas idades de corte. As duas primeiras têm rendimentos e composições químicas bem próximas, sendo superiores aos da cultivar Coastcross. Nas condições do sul de

Minas Gerais, os autores sugerem que a melhor idade de corte situa-se entre 35 a 48 dias, para as gramíneas desse gênero.

Pedreira & Tonato (2007) afirmam que as cultivares mais empregadas no Brasil são a ‘Estrela Africana’ (grama-estrela) (*Cynodon plectostachyus* K. Schum.), a ‘Tifton 68’ (grama-bermuda), a ‘Florico’ e a ‘Florona’ (gramas-estrela) (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), a ‘Jiggs’ (grama-bermuda) [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] e a ‘Tifton 78’, a ‘Florakirk’, a ‘Coastcross’ e a ‘Tifton 85’ (gramas-bermuda) (*Cynodon* spp.)

2.1.1 ‘Coastcross 1’

É um híbrido F₁ estéril, obtido do cruzamento de *C. dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *C. nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus* (introdução PI 255445 oriunda do Kênia), adaptado ao sul dos Estados Unidos, não sendo tão persistente ao inverno (Evangelista et al., 2005; Vilela & Alvim, 2008), como as ‘Coastal’ e ‘Oklan’ e também menos produtivo. Produz um ótimo feno, de alta digestibilidade, proporcionando melhores resultados zootécnicos que outros materiais de *Cynodon*. Desenvolve-se no início da primavera (Evangelista & Pinto, 2005).

A ‘Coastcross 1’ é uma das grama-bermuda mais antigas introduzidos no Brasil, seguida por ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’ e, mais recentemente, pelas gramas-estrela ‘Florico’ e ‘Florona’ e a grama-bermuda ‘Florakirk’ (Vieira et al., 1999), que adaptaram-se muito bem a diversas áreas dos estados brasileiros (Rodrigues et al., 1998).

Nos estudos de Vilela et al. (2007), a forragem de ‘Coastcross’ apresentou-se, como média de três anos de avaliação, com 25,5% e 24% de MS; 16% e 18% de PB; 63,3% e 65,8% de FDN e 65,4% e 65,8% de DIVMS, no outono/inverno e na primavera/verão, respectivamente. Estes autores afirmam

que, em pastagem de 'Coastcross', quando adequadamente manejada, fertilizada e irrigada, ocorre boa disponibilidade de forragem, suficiente para suprir as exigências nutricionais de vacas Holandesas em plena produção.

O 'Coastcross' não cobre rapidamente o solo, mesmo tendo estolões vigorosos, o que o deixa susceptível à invasão por outras espécies ou, mesmo, por bermuda-comum. Possui colmos finos e boa relação folha/haste. As folhas são macias, apresentando verde menos intenso do que aquele das gramas estrela. É uma forrageira muito indicada para a fenação, já que desidrata com facilidade e também pode ser utilizada para pastejo (Vilela & Alvim, 1998).

Carvalho et al. (2001), avaliando a taxa de acúmulo de forragem durante o período de agosto de 1998 a março de 1999, de 'Florakirk', 'Tifton 85' e 'Coastcross', encontraram valores médios de 60,25; 71,08 e 73,4 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MS, respectivamente, mostrando o elevado potencial do 'Coastcross' com relação à produção de MS.

Os teores de minerais das forrageiras são bastante variáveis entre e dentro de espécies. Conhecê-los e adequá-los às necessidades dos animais são elevados avanços na tentativa de obtenção de resultados mais econômicos.

Rocha et al. (2000), avaliando a composição mineral de gramíneas desse gênero, submetidas a doses de N de 0, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, na forma de sulfato de amônio e ceifadas aos 42 dias de crescimento, encontraram valores que variaram de 0,59% a 0,69%; de 0,25% a 0,28%; de 0,17% a 0,20%; de 1,89% a 2,11% e de 0,28% a 0,41% na MS de Ca, P, Mg, K e S, respectivamente. Isso demonstra concentrações aproximadas destes minerais adequados à exigência animal para a produção leiteira, ou seja, os teores destes elementos encontram-se dentro de intervalos que podem minimizar os gastos com suplementação mineral para vacas leiteiras, quando se realiza o manejo adequado da adubação.

2.1.2 'Tifton 68'

O 'Tifton 68' é considerado uma bermuda, por Burton & Monson (1984), porém, é da espécie *C. nlemfuensis* Vanderyst, sendo um híbrido F₁ fértil (produz pólen) (2n = 60) resultante do cruzamento das introduções PI 255450 com PI 293606, do Kênia. É um tipo gigante, com hastes grandes, estolões longos e sem rizomas.

No sul dos Estados Unidos, o 'Tifton 68' é usado na alimentação animal, tanto na forma de feno como sob pastejo, com a produção animal alcançando níveis satisfatórios (Alvim et al., 2000). Quando bem manejado e não castigado pelo frio, mantém produção maior do que a 'Coastcross' (Athayde et al., 2005).

O manejo das forrageiras possibilita a obtenção de respostas diferenciadas mediante as metodologias testadas. Os intervalos entre cortes, que variam a cada estação do ano, são ferramentas importantes para se predizer ciclos de pastejos ideais. Alvim et al. (2000), em pesquisa realizada na Embrapa Gado de Leite, afirmam que intervalos de cortes de quatro semanas na época das chuvas e seis semanas na época da seca constituem o manejo mais adequado para se conseguir as maiores produções anuais de MS e de PB, na região Sudeste do Brasil, quando se utiliza a dose de 400 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N.

Nos ensaios de Nascimento et al. (2002), em Teresina, PI, o 'Tifton 68', apesar da menor produção dentre oito cultivares, apresentou teor de PB de 10,47% e maior porcentagem de folhas, juntamente com o 'Tifton 85', quando comparados às demais cultivares. Esses resultados corroboram os da literatura, uma vez que, naquelas condições de cultivo (elevadas temperaturas), o 'Tifton 68' apresentou-se como uma forrageira com boas características.

2.1.3 'Tifton 85'

De acordo com Evangelista & Pinto (2005), 'Tifton 85' é um híbrido F₁ estéril (2n = 50), resultante do cruzamento da introdução PI 290884, da África do Sul, com a cv. Tifton 68. Apresenta maior porte e disseminação mais rápida, porém, é um pouco menos resistente ao frio que 'Tifton 78'. Este cultivar é um dos últimos lançamentos do programa de melhoramento genético de plantas pertencentes ao gênero *Cynodon*, desenvolvido pelo professor Glenn W. Burton, na Coastal Plain Experiment Station, do USDA, na cidade de Tifton, Geórgia, lançado em 1992 (Athayde et al., 2005; Evangelista et al., 2005).

É uma gramínea de porte mais alto que apresenta colmos maiores e possui folhas mais largas, além de apresentar cor mais escura do que as outras bermudas híbridas. A presença de rizomas no Tifton 85 o torna mais resistente ao frio e à seca.

Hill et al. (1998) demonstram, em alguns resultados de pesquisa com o 'Tifton 85', a superioridade desta forrageira com relação às demais cultivares do mesmo gênero, no que diz respeito à produtividade e à digestibilidade.

Nascimento et al. (2002), estudando oito cultivares de *Cynodon* cortadas a cada 35 dias e adubadas com 100 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N, em Teresina, PI, durante os anos de 2000 e 2001, observaram que as maiores produções médias foram obtidas para a 'Tifton 85' e 'Florakirk', com 4.298,3 e 4.322,2 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente. Apesar de não haver diferenças estatísticas entre os teores de PB dos materiais, 'Tifton 85' apresentou, numericamente, a maior produção de PB, com 402 kg.ha⁻¹, contra 235 kg.ha⁻¹ de 'Coastcross'. Estes resultados apontam para a importância de estudos que associem a comparação de materiais e manejos distintos nas mais diversas condições climáticas ou regionais, em vista da grande diversidade nacional e das demandas vigentes peculiares de cada região.

Carvalho et al. (2001), avaliando os carboidratos não estruturais e o acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. ('Tifton 85', 'Florakirk' e 'Coastcross'), em Piracicaba, SP, durante as estações de inverno, primavera e verão, sob lotação contínua, encontraram resultados satisfatórios para 'Tifton 85'. Esta gramínea apresentou a maior quantidade de reservas na base do colmo e raízes, conferindo maior tolerância a períodos de estresse. Os autores verificaram, ainda, que 'Tifton 85' apresentou a maior produção de forragem durante o período experimental.

Existem relatos, na literatura, que apontam a persistência de 'Tifton 85' sob condições severas (Hill et al., 1998). Os autores afirmam que, durante uma década (1988-1998), essa cultivar não apresentou qualquer indício de problemas em sobreviver em condições extremas, mesmo realizando superpastejo e aplicando elevadas taxas de lotação em períodos com escassez de água.

Por serem plantas exigentes quanto à nutrição mineral, o manejo da fertilidade do solo se apresenta como uma importante ferramenta para os incrementos nas respostas de produção e qualidade da forragem.

Menegatti et al. (2002), testando doses de N de 0, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹, em três cultivares de *Cynodon* ('Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85'), encontraram produções acumuladas de 3,19; 3,22 e 3,45 t.ha⁻¹ de MS, para 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', respectivamente. Com relação às doses de N, as produções foram de 2,23; 3,11; 3,63 e 4,18 t.ha⁻¹ de MS, para as doses 0, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹, respectivamente. Tais resultados confirmam que o manejo da fertilização dessas cultivares, conhecidas como exigentes, é um fator que apresenta respostas satisfatórias com incrementos de produção.

2.1.4 ‘Jiggs’

A ‘Jiggs’ [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] é um lançamento particular de uma grama-bermuda encontrada no golfo da costa do Texas. É uma cultivar que se estabelece rapidamente e, geralmente, é plantada utilizando-se a parte área do material coletado. Nos EUA, algumas evidências mostram que não há diferenças em termos de valor nutritivo entre a ‘Jiggs’ e ‘Coastal’ (Redmon, 2002).

Segundo Athayde et al. (2005), a ‘Jiggs’ foi lançada no ano de 1989, no leste do Texas. Esta cultivar é uma das mais recentes introduzidas no Brasil.

É uma gramínea de melhor estabelecimento do que a ‘Tifton 85’. Entretanto, é susceptível a algumas doenças foliares durante os períodos chuvosos ou em regiões mais úmidas. Em Uvalde, Texas, experimentos têm demonstrado que a ‘Jiggs’ é uma excelente escolha para a produção de feno ou para pastejo sob irrigação (Ocumpaugh & Stichler, 2000).

As pesquisas com esta cultivar, no Brasil e no mundo, são escassas (Randüz, 2005; Dore 2006). Contudo, trata-se de mais uma alternativa forrageira que apresenta suas peculiaridades e, até certo ponto, tem-se mostrado superior em algumas características, quando comparada às demais cultivares do gênero *Cynodon*, como foi reportado por Athayde et al. (2005).

Com relação à qualidade da forragem das gramíneas ‘Jiggs’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’, Randüz (2005) demonstrou que as duas primeiras foram, de maneira geral, superiores a ‘Tifton 85’. O teor de PB de cada forrageira foi, respectivamente, de 18,06%, 19,30% e 14,90%, este último estatisticamente diferente dos demais. O teor médio de P na MS da ‘Jiggs’ foi de 0,478%.

2.2 Acidez dos solos

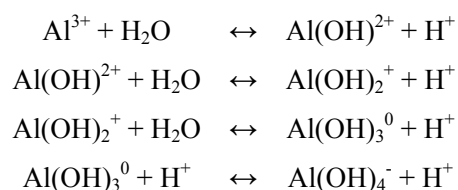
A acidez do solo ocorre pela presença de íons H^+ livres em solução, oriundos de produtos de reações de componentes presentes no solo (ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados, Al trocável, etc.). A redução da acidez do solo, portanto, depende da liberação de OH^- de materiais que sejam capazes de produzir este componente. Ramos et al. (2006) afirmam que, para se corrigir a acidez, é necessária a aplicação de substâncias no solo, capazes de neutralizar os prótons nele presentes.

A caracterização da baixa fertilidade dos solos brasileiros está associada à sua elevada acidez, aos baixos teores de Ca, Mg, K e P e às apreciáveis quantidades de Al e Fe (responsáveis pela precipitação de P) presentes neste meio (Carneiro et al., 2006b).

O material de origem do solo influencia o grau de acidez do mesmo; assim, os solos serão ácidos por natureza, quando sua origem for de rochas pobres em bases (Lopes, 1989) ou, se ricas, forem solos submetidos a intensos processos climáticos. Neste último caso, uma condição de precipitação muito intensa, ao longo dos anos, promove grande lixiviação das bases, permanecendo no complexo de troca, predominantemente, os cátions H e Al, que são, segundo Vale et al. (1998), preferencialmente retidos nos colóides do solo, quando comparados aos demais cátions (série liotrópica).

Vitti & Luz (2001) afirmam que a acidificação do solo é um processo que se desenvolve na medida em que cátions básicos (Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+), adsorvidos no complexo coloidal, são deslocados para a solução do solo por íons H^+ . Os dois principais mecanismos responsáveis pela acidificação são, portanto, segundo estes autores, o suprimento de íons H^+ para a solução do solo e a remoção de bases desta solução, seja ela por lixiviação, seja por absorção pelas plantas.

O Al trocável, além de tóxico às plantas, é um dos grandes responsáveis pela redução dos valores de pH do meio. Por meio do seu deslocamento para a solução do solo, por outro elemento, a hidrólise do Al gera H^+ como um dos produtos finais da reação, conforme se segue (Pavan & Oliveira, 1997):



A presença de H em solução do solo (acidez ativa – fator intensidade) não é uma característica exclusivamente determinante na produção de uma cultura qualquer, uma vez que doses reduzidas de corretivos solucionariam tal problema. Contudo, o poder tampão do solo, numa forma de equilíbrio, repõe, para a solução deste meio (fator quantidade), uma proporção equivalente de H que foi neutralizada, exigindo, por sua vez, doses maiores de material corretivo para elevar os valores de pH, diminuir a saturação por Al (acidez trocável) e a acidez potencial do solo.

A eficiência de utilização de um mineral está relacionada com algumas características que o solo apresenta. Assim, em uma condição de reduzido teor de nutrientes, elevada saturação por Al e acidez, dentre outros, o manejo da adubação torna-se irrelevante para se alcançar ganhos satisfatórios. Este é um fato preocupante, uma vez que grande parte dos insumos agropecuários não é renovável e, dessa forma, desperdícios não devem ser tolerados.

2.3 Calagem e adubação fosfatada em pastagens

A fertilidade do solo, sobremaneira associada à escassez de P, é uma das principais causas da degradação do solo quando o manejo da fertilização não ocorre ou, se realizado, o é de maneira ineficiente.

O estudo com a fertilização de P em pastagens deve ser uma das premissas básicas em ciência e tecnologia, visando ao desenvolvimento de metodologias adequadas de adubação de plantio e em áreas já estabelecidas. Isso, sobremaneira, naqueles locais trabalhados com escórias de siderurgia e forrageiras de alto nível tecnológico, como as do gênero *Cynodon*, levando em consideração a meta de elevação da produção das pastagens sem acréscimo de áreas.

A baixa disponibilidade de P nos solos tem se constituído na mais séria limitação para o estabelecimento e a manutenção de plantas forrageiras (Melo et al., 2007). Assim, o suprimento deste elemento é fundamental para se ter a forrageira bem estabelecida na área, em tempo conveniente, sem a competição de plantas indesejáveis e com reduzido risco de erosão (em áreas a ela sujeita) (Monteiro & Euclides, 2005).

Os sistemas de produção agrícola brasileiros passam pela dificuldade em corrigir deficiências deste elemento no solo, buscando, por meio do manejo da adubação, evitar forragem de baixo teor em P e, por conseguinte, alimento de valor nutritivo reduzido, que expresse incrementos insignificantes por parte dos animais.

Em plantas forrageiras, o P assume papel preponderante na qualidade da forragem, por se constituir num elemento com características bioquímicas de grande relevância, tanto na nutrição vegetal como na animal.

O P é essencial para o crescimento das forrageiras. Trata-se de um dos três macronutrientes considerados primários pela nutrição mineral de plantas,

juntamente com o N e K. A sua função na planta, de acordo com Lopes (1989) e Alberoni (1998), está relacionada à atuação na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos da planta.

Durante o estabelecimento da pastagem, sobretudo nos primeiros 30 e 40 dias, a demanda externa de P pela forrageira é alta, enquanto a de N e a de K são menores (CFSEMG, 1999).

No animal, o P é o segundo elemento mineral mais abundante no organismo, constituindo cerca de 1% do peso corporal. Cerca de 80% do P é encontrado nos ossos, nos quais exerce papel fundamental para a sua formação e desenvolvimento. Os 20% restantes estão distribuídos pelo resto do corpo, em cada célula, desempenhando função vital na utilização da energia e na formação das proteínas (Lopes, 1998).

Segundo Aguiar & Silva (2005), a absorção aparente de minerais por vacas leiteiras é da seguinte ordem: Ca, 16%-47%; P, 10%-46%; Mg, 0%-37%; Na, 66%-92%; K, 80%- 95% e S, 59%-82%.

O 'Coastcross' e os 'Tiftons' são classificados, de acordo com a CFSEMG (1999), como plantas utilizadas em sistemas de alto nível tecnológico. Enquadram-se nesta categoria aquelas em que as pastagens são divididas em piquetes, com manejo rotacionado, recebem insumos (fertilizantes, calcário e água) e possibilitam aumentos nas taxas de lotação.

CFSEMG (1999) estabelece doses dos elementos de acordo com os resultados da análise do solo. Por exemplo, para o P as doses variam de 20 a 120 e 15 a 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, nos sistemas de alto nível tecnológico e de 15 a 80 e 15 a 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, em sistemas de baixo nível tecnológico, para o estabelecimento e a manutenção de pastagens, respectivamente. Levam-se em consideração, também, além do teor deste elemento nos resultados das análises do solo, os teores de argila e o P remanescente (P-rem).

A distribuição dos diversos gêneros de plantas forrageiras dentro de um esquema de agrupamento, rotulando-as como sendo de baixo, médio e alto nível tecnológico, é generalista, uma vez que, mesmo dentro de um único grupo, pode haver requerimentos distintos de condições de cultivos, como o preparo de solo, por exemplo, por parte das espécies ou cultivares pertencentes a este grupo.

Desta forma, Premazzi & Mattos (2002) relatam que o V% a ser adotado, nos cálculos para se estimar as necessidades de calcário em pastagens, necessita ser estabelecido para cada espécie em particular, possibilitando, então, a adoção desse critério para a determinação da necessidade de calagem.

Nas adubações de pastagens já estabelecidas, as doses são reduzidas quando comparadas àquelas aplicadas na formação. As recomendações de doses de P_2O_5 , em $kg\ ha^{-1}$, têm se situado entre 40% e 50% daquelas indicadas para o estabelecimento das forrageiras, seguindo-se o critério da classificação das espécies nos três grupos, segundo as suas exigências (Aguiar & Silva, 2005; Monteiro & Euclides, 2005).

É de extrema importância considerar a dinâmica do P no solo, uma vez que este elemento, assim como os demais, é influenciado grandemente por diversos componentes e fatores que compõem o sistema.

A maior parte do P no solo é proveniente da intemperização da apatita; à medida que esta se desintegra, ocorre a liberação do elemento. Entretanto, além de ser absorvido pelas plantas, uma porção do P liberado ou adicionado via adubação poderá formar compostos com o Ca, Fe e Al (P precipitado) que não estarão prontamente disponíveis para as plantas, por serem insolúveis (Lopes, 1989). Segundo este autor, a fixação do P pelos solos brasileiros ocorre notadamente nos solos da região dos Cerrados. Este tema será abordado mais detalhadamente num próximo subitem.

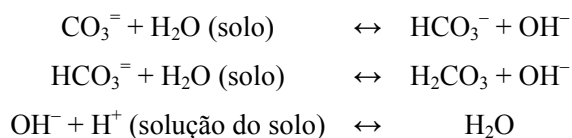
Corsi (1989) cita que as perdas por fixação em pastagens com adubação fosfatada chegam a 50% e a 80% do P dos fertilizantes em solos arenosos e argilosos, respectivamente, em condições ácidas de ambos os solos.

A fixação de P pode ser reduzida pela aplicação de materiais corretivos ao solo, fazendo com que ocorra, conseqüentemente, maior absorção do elemento pelas plantas. A calagem constitui uma das principais alternativas para melhorar as condições químicas do solo no pré-plantio e, em alguns casos, até mesmo em lavouras já estabelecidas.

Prado et al. (2001) afirmam que, aumentando as cargas negativas do solo, podem-se minimizar as perdas de K por lixiviação e a do P por adsorção, uma vez que o K seria retido nos colóides com cargas negativas e o P, de acordo com Sato & Comerford (2005), sofreria uma repulsão eletrostática por parte destas superfícies.

Dentre os benefícios da calagem destacam-se: a diminuição da acidez do solo em função da elevação do pH; o fornecimento de Ca e Mg como nutrientes; a elevação da saturação por bases do solo; a queda na toxicidade causada por Al e Mn às plantas; a redução da precipitação de P ligado ao Fe e Al; a dessorção de P para a solução do solo; a melhoria na disponibilidade dos demais nutrientes (dentro de uma faixa apropriada de pH), dentre outros (Lopes, 1989; Malavolta, 1989; Aguiar, 1998; França & Coelho, 2001, Souza, 2004; Sato & Comerford, 2005; Carneiro et al., 2006a e b).

Alcarde (1992) descreve a seguinte reação neutralizante que o calcário apresenta em solos ácidos:



Com a calagem, as reações no solo incrementam a concentração de OH. A maior participação das hidroxilas livres no solo contribui com a competição entre estas e os íons fosfato pelos mesmos sítios específicos de adsorção nas superfícies dos minerais (Sato & Comerford, 2005).

Outro mecanismo envolvido na dessorção de P com a utilização da calagem envolve a elevação do pH e, como consequência, os incrementos na densidade das cargas negativas dos solos com cargas variáveis que geram uma forma de repulsão eletrostática entre os sítios de adsorção e o íon fosfato. Por outro lado, valores extremos de pH favorecem a precipitação de P, seja com Al ou Fe, seja com Ca, quando os solos são ácidos e alcalinos, respectivamente.

Caramori (2000), em estudo com doses e fontes de P em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1), elevando ou não a saturação por bases do solo a 50%, reportou que, para a fonte hiperfosfato natural de Gafsa, os maiores teores de P ocorreram na ausência da calagem. Quando se aplicou uma fonte solúvel de P (superfosfato simples), associada a calagem, o capim-tanzânia apresentou o maior teor médio de P. Isso indica que, em função do comportamento diferencial entre os adubos fosfatados, o manejo da adubação com este elemento deve considerar a época ideal para a aplicação de corretivos, ou seja, os materiais menos reativos, que requerem certo grau de acidez do solo, devem ser aplicados antes da calagem. Em contrapartida, os fertilizantes fosfatados solúveis apresentam melhores respostas, quando aplicados após a utilização de corretivos.

As respostas das forrageiras, em teor de P na MS, quando estas são submetidas a manejos que aumentem a produção, em alguns casos, diminuem em função da diluição deste elemento na planta. Souza (2004), testando formas de aplicação de calcário em capim-tanzânia, encontrou os menores teores de P na elevação das saturações por bases do solo de 60% e 80%. Isso, possivelmente, ocorreu como consequência das maiores produções de MS

obtidas naquelas saturações por bases do solo, uma vez que, sendo o P um elemento pouco móvel no solo, sua absorção pela planta não acompanha o acúmulo ou aumento das produções de MS, diminuindo, então, sua concentração na quantidade total de MS produzida (efeito de diluição).

As alterações nos teores de P das gramíneas, geralmente, ocorrem com elevadas doses de adubo nitrogenado, idades de corte, dentre outros, como descrito por Pinto et al. (2000), submetendo o capim-tanzânia a três doses crescentes de N e por Aguiar et al. (2000), estudando as idades de corte de 15, 30, 45, 60 e 75 dias do capim-furachão (*Panicum repens* L.). Nesses estudos foram relatadas reduções nos teores de P de ambas as forrageiras com o aumento das doses de N e das idades de corte.

Gonçalves et al. (2000), estudando níveis de calagem em *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, encontraram teores de P de 0,12%, 0,13%, 0,15%, 0,13% e 0,13%, para as doses de 0, 300, 600, 900 e 1.200 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico, respectivamente e produções crescentes de MS em resposta às doses aplicadas do corretivo.

Este comportamento de redução do teor de um nutriente na MS de uma forrageira não deve ser considerado como uma desvantagem sem antes se observar os acúmulos do elemento na MS produzida que, provavelmente, apresentará correlação positiva entre o conteúdo do nutriente e a produção alcançada.

Santos et al. (2002), estudando a produção e o teor de PB de *Cynodon* spp. ('Florona' e 'Coastcross') sob diferentes doses de P (0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) e fontes de P (fosfato de Arad e fosfato de Araxá), observaram que a dose crítica para aumentar a produção das gramíneas em estudo foi de 62,0 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Com relação às forrageiras, 'Coastcross' produziu mais matéria verde (MV) que 'Florona' submetido às mesmas condições de cultivo.

2.4 Escória de siderurgia em pastagens

Pupatto et al. (2004) afirmam que, anualmente, são produzidas mais de 3 milhões de toneladas de escória no Brasil. Trata-se de um material que já foi visto como um “problema”, por se acumular em pilhas nos pátios das siderurgias. Atualmente, a escória já pode ser encontrada no comércio de produtos agropecuários, sendo negociada a granel ou em sacos de 50 kg.

Além dos benefícios às culturas, existe a possibilidade da reciclagem de grande parte desse resíduo, contribuindo para diminuir problemas ambientais provocados por acúmulo do material (Prado et al., 2003).

Com relação ao silicato como corretivo de solos sob pastagens, pode-se afirmar que o volume de informações ainda é bastante diminuto, principalmente aquelas que relacionam a adubação fosfatada e os silicatos no manejo da pastagem de gramíneas do gênero *Cynodon*. Segundo Sanches (2003), os mecanismos do silício (Si) são mais estudados nas culturas do arroz (*Oryza sativa* L.), do trigo (*Triticum* sp.), da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e do pepino (*Cucumis sativus* L.), mas muito pouco é conhecido sobre a sua importância em pastagens.

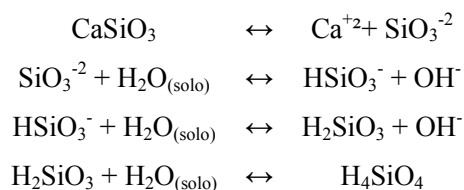
A utilização de escórias de siderurgia proporciona o melhor aproveitamento de nutrientes pelas culturas semiperenes e perenes, como as pastagens, cujo sistema radicular permanece por longo tempo explorando praticamente a mesma região do solo (Ramos et al., 2006). O efeito residual é, possivelmente, mais pronunciado quando se comparam as escórias de siderurgia com calcários que apresentam elevado PRNT.

O Si é absorvido da solução do solo por via passiva em gramíneas, acompanhando o fluxo de massa da água e, a partir de então, penetra nas raízes das plantas. A forma solúvel de Si, que é disponível para a absorção pelas plantas, é o ácido monossilícico, Si(OH)_4 (Sanches, 2003). O Si, de acordo com

Korndörfer et al. (2002), é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, estando logo após o oxigênio (O).

2.5 Silicatos como corretivos do solo e as interações P x Si

Os silicatos apresentam comportamento corretivo semelhante ao do calcário, com a liberação de elementos que inibem a ação do Al e do H. Apresentam, ainda, efeito muito peculiar na dissociação do CaSiO_3 , que é a formação do ácido silícico (H_4SiO_4). Este composto é desprotonado (H_3SiO_4^-) e a sua forma iônica adsorve-se aos óxidos de Fe e Al da fração argila, dificultando a adsorção de P ou aumentando a sua dessorção, tornando-o mais disponível às plantas. De acordo com Alcarde & Rodella (2003), a reação do silicato de Ca é a seguinte:



O P pode, então, tornar-se disponível na solução do solo por meio dos incrementos em pH e pela troca com o Si pelos sítios de adsorção, numa forma de competição P x Si. Nos solos que contêm teores acima de 95% de gibbsita na fração argila a adsorção competitiva de ânions é maior para o fósforo do que para o silicato (Pozza et al., 2007), apesar de se observarem trocas mútuas no deslocamento desses componentes adsorvidos à superfície dos óxidos de gibbsita.

Assim, os incrementos de P na solução do solo são potencialmente maiores quando estes são trabalhados em associação com os silicatos, ou outro

material corretivo, quando se percebe que produções satisfatórias são obtidas em doses de P mais reduzidas quando em associação com componentes silicatados, comparativamente às doses de P sem Si, silicatos (Prado et al., 2003) ou calcário.

De maneira geral, os silicatos têm a capacidade de elevar a saturação por bases do solo, os teores de Ca e MG, o pH e, por conseguinte, reduzir os níveis de acidez potencial ($H + Al$) (Prado et al., 2003) e a saturação por Al (Fortes, 2006). Essas modificações nos atributos químicos do solo são, em alguns casos, os efeitos que tornam o P mais disponível às plantas. Entretanto, pode-se observar que as respostas são variadas em função dos tipos de solo estudados.

Quando se adiciona um fertilizante fosfatado a uma lavoura, ocorrerá um incremento de P na solução do solo e este, por sua vez, estará disponível para ser absorvido pelas plantas e também adsorvido na superfície dos minerais de argila e na matéria orgânica (MO) do solo. A fixação de P (adsorção e precipitação) assume papel preponderante em sua dinâmica no sistema, uma vez que esta fração pode ser mais rapidamente aproveitada pelas plantas quando o P é deslocado das superfícies dos minerais para a solução do solo numa forma de equilíbrio.

A característica de ressuprir a solução do solo (fator quantidade) ocorre em função do poder tampão que o solo apresenta e varia de acordo com o seu teor em argila e valores de pH (Carvalho, 1999). Dessa forma, um material que seja capaz de reduzir a acidez do solo (elevar o pH) e de “inibir” a retenção de P pelos óxidos de Fe e Al ou, ainda, substituir o P adsorvido nos sítios de retenção, é de grande importância para o manejo da adubação fosfatada em pastagens.

A fixação faz com que o P disponível (presente na solução do solo) seja um elemento de baixa concentração na grande maioria dos solos brasileiros e, nesse sentido, metodologias devem ser propostas para que se rompa tal paradigma. Os silicatos são componentes importantes nos incrementos de

dessorção (disponibilidade) de P pelos colóides minerais do solo (Pozza et al., 2007), sendo este efeito menos pronunciado do que o papel que o pH exerce em elevar os teores de P em solução.

Algumas investigações têm buscado interpretar os efeitos dos silicatos na dessorção do P por meio da competição entre os sítios de adsorção dos componentes oxídicos do solo, tentando isolar o fator pH (Carvalho et al., 2001). Nos resultados obtidos por Pozza et al. (2007), pode-se perceber que a aplicação prévia do silicato, seguida da aplicação de fosfato, foi responsável por 41% de redução na adsorção desse último em gibbsita natural do solo e que a adsorção competitiva de ânions na superfície deste minério destaca-se na seguinte ordem crescente:

nitrato<sulfato<<<silicato<fosfato

Os primeiros trabalhos sobre adsorção de Si e ou interações P x Si nos solos datam do final da década de 1920, já havendo, portanto, consenso sobre alguns aspectos envolvendo a dinâmica desses dois elementos (Tokura et al., 2007). Segundo Carvalho (1999), os estudos com esses materiais ressurgiram recentemente.

A semelhança existente entre os ânions desses dois elementos (H_2PO_4^- e H_3SiO_4^-) (Tokura et al., 2007) parece exercer função direta na melhoria de condições de disponibilidade de P, com incrementos de seu teor na solução do solo e, conseqüentemente, na planta. Hingston et al. (1974), citados por Pozza et al. (2007), classificam a retenção pelo solo dos íons fosfatos e silicatos (ou ácido silícico) como sendo uma “adsorção específica de ânions de ácidos incompletamente dissociados”. Trata-se, pois, de um fenômeno que envolve

troca de tais ânions com grupos OH⁻ da superfície dos minerais componentes do solo.

Carvalho et al. (2001) relatam que uma fração do Si aplicado num Cambissolo, possivelmente, migrou para as superfícies oxídicas das argilas onde foi adsorvida e trocada pelo P, que foi, então, dessociado desses locais e disponibilizado às plantas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Os mesmos autores concluíram que o tipo de solo tem efeito diferenciado na disponibilidade de P pelo Si, afirmando que a ação do Si na dessorção de P é mais evidente no solo menos intemperizado, com maior teor de caulinita (Cambissolo) do que no solo mais velho, com maior teor de gibbsita (Latossolo). Fortes (2006) e Tokura et al. (2007) também demonstram comportamento diferenciado entre teores de Si em solos distintos após aplicação de Si ou silicatos.

As intempéries, um dos fatores responsáveis pela formação do solo, contribuem para o surgimento de solos mais “velhos” ou intemperizados. A ação do clima sobre o solo resulta em minerais de argilas do tipo 1:1. Trata-se, pois, de um tipo de argila derivada das do tipo 2:1 que, em um dado momento e graças aos fatores descritos acima, perderam uma das duas camadas tetraédricas de Si que compõem os minerais de argila, restando apenas uma camada de tetraedro de Si e outra octaédrica de Al e, por isto, são descritas como do tipo 1:1.

A composição do solo em argilas do tipo 1:1 confere a este cargas dependentes do pH, que variam de acordo com a acidez ou a alcalinidade do meio. Nos solos brasileiros, mesmo com valores de pH ácidos, ocorre o predomínio de cargas negativas. Esta condição contribui com a repulsão eletrostática entre os colóides minerais do solo e o H₂PO₄⁻.

Esta consideração acerca dos tipos de minerais e de cargas que variam de acordo com o pH, presentes no solo, é descrita por Pavan & Oliveira (1997)

como um dos mais importantes aspectos físico-químicos da acidez associados à definição de estratégias para melhorar a produtividade do solo.

No manejo da adubação fosfatada, em solo previamente incubado com silicatos, as respostas em solos menos intemperizados e, por conseguinte, mais novos destacam-se com maior evidência quando comparados aos solos intemperizados pelos motivos descritos anteriormente.

No trabalho de Carneiro et al. (2006b), fica evidente o fato de o Si aplicado (200 kg.ha^{-1} de silício) em um Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) não ter melhorado, comparativamente aos demais tratamentos, os teores de P no solo e nas folhas da planta de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] que apresentaram melhores respostas a essas variáveis quando utilizou-se uma mistura denominada calpot (calcário associado ao potássio) + Si + P.

2.6 Escórias de siderurgia e silicatos

O Si é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e a maioria dos solos contém consideráveis quantidades deste elemento (Korndörfer et al., 2002).

Com a retomada recente dos ensaios sobre os efeitos dos silicatos/Si nas mais diversas culturas, por meio de benefícios diretos às plantas ou por intermédio de modificações no solo, percebe-se algum entusiasmo por parte dos pesquisadores que estudam tal tema. Contudo, a escória de siderurgia é ainda pouco usada na agricultura brasileira, comparativamente ao que ocorre nos EUA, na China e no Japão (Prado et al., 2003).

De acordo com Alcarde (1992), a escória de siderurgia é um subproduto das indústrias que processam o ferro-gusa e o aço, e possui, como principais componentes, o silicato de Ca (CaSiO_3) e o silicato de Mg (MgSiO_3). A escória de alto forno é um resíduo da obtenção do ferro bruto e impuro (ferro gusa) por

meio da redução do minério de ferro, ao passo que a escória de aciaria é resultante da produção do aço pela utilização do ferro-gusa (Prado et al., 2001).

Com relação à composição de cada um desses resíduos, Pupatto et al. (2004) demonstram, em seu estudo com escórias na cultura do arroz, a seguinte composição; **a**) escória de alto-forno (em g.kg⁻¹) P = 0,2; k = 9; Ca = 219; Mg = 55; S = 1,3; Na = 1,8; Fe = 16; Mn = 23; Al = 62 e Si = 196 e **b**) escória de aciaria (em g.kg⁻¹) P = 6,2; Ca = 273; Mg = 63; S = 0,8; Fe = 243; Mn = 47; Al = 3 e Si = 56.

Uma das fontes mais abundantes e de baixo custo dos silicatos no Brasil é a escória de siderurgia. Embora exista a wollastonita, provinda de uma rocha, com extração semelhante ao calcário, esta não é explorada comercialmente no Brasil. Sua negociação depende de importações (Prado & Fernandes, 2001).

Os produtos comerciais mais utilizados no Brasil, segundo Sanches (2003), como fonte de Si, são: Silifertil, Agrosilício, Recmix, MB-4 e Siligran, entre outros. O Si é o principal componente desses produtos.

As escórias de siderurgia apresentam composição química formada a partir de diversos óxidos, basicamente de Ca, Mg, Si, Fe e Mn. Contudo, de acordo com Prado et al. (2001), a composição da escória irá variar em função do tipo de material utilizado (minério de ferro, carvão, calcário ou cal) no processo de fabricação e, também, em função do tipo de refratário empregado nas paredes do forno.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A. **Manejo da fertilidade do solo sob pastagem, calagem e adubação**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 120 p.

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A.M. Calagem e adubação da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 5., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p.177 -246.

AGUIAR, A. P. A. Uso de forrageiras do grupo *Panicum* em pastejo rotacionado para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 69-147.

ALBERONI, R. B. **Hidroponia, como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo**. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.

ALCARD, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA. 1992. 26 p. (Boletim técnico, 6).

ALCARDE, J.C.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G. LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVARES, V.V.H.(Ed). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291 – 334.

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do Tifton 68 a doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1875-1882, set. 2000.

ANDERSON, W.F. Development of a forage bermudagrass (*Cynodon* sp.) core collection. **Grassland Science**, v. 51, n. 4, p. 305-308, Dec. 2005.

ATHAYDE, A.A.R.; CARVALHO, R.C.R.; MEDEIROS, L.T.; VALERIANO, A.R.; ROCHA, G.P. **Gramíneas do gênero *Cynodon*** : cultivares recentes no Brasil. Lavras: UFLA, 2005. 14 p. (UFLA. Boletim técnico, 73).

BURTON, G. W.; MONSON, W. G. Registration of Tifton 68 bermudagrass. **Crop Science**, v. 24, n. 6, p. 1211, Nov./Dec. 1984.

CARAMORI, T. B. A. **Acúmulo de fósforo e crescimento de Tanzânia-1 em função de fontes e níveis de fósforo e calagem, em dois latossolos de Dourados-MS**. 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

CARNEIRO, C.E.A.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, I.C.B.; CARNEIRO, G.E.S. Calcário, potássio, fosfato e silício na produtividade do solo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 465-470, out./dez. 2006a.

CARNEIRO, C.E.A.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, I.C.B.; CARNEIRO, G.E.S. CALPOT, fosfato e silício co-aplicados ao solo para a cultura da soja. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 5-12, jan./mar.2006b.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A.E.; SANTOS, C.D.; FERNANDES, L.A.; CURI, N.; RODRIGUES, D.C. Interações silício-fósforo em solos cultivados com eucalipto em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 557-565, mar. 2001.

CARVALHO, R.. **Interações silício-fósforo em latossolo vermelho-escuro e cambissolo cultivados com mudas de eucalipto**. 1999. 89 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C.; MUNIZ, J.A.; GOMIDE, E.M. Efeito da idade de corte na *performance* de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 462-470, mar./abr. 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

CORRÊA, L.A.; SANTOS, P.M. **Criação de bovinos de corte na região Sudeste**. 2003. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/producaocarne.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2008.

CORSI, M. **Manejo de plantas forrageiras**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 151 p.

DORE, R. T. **Comparing bermudagrass and bahiagrass cultivars at different stages of harvest for dry matter yield and nutrient content**. 2006. 79 p. Dissertation (Master of Science) - Louisiana State University, Louisiana, LA.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; BERNARDES, T.F. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4. p. 941-946, jul./ago. 2000.

EVANGELISTA, A. R.; PINTO, J.C. Potencial do gênero *Cynodon* para a produção de ruminantes : realidades e perspectivas. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2005. p. 257-280.

EVANGELISTA, A. R.; RESENDE, A. V.; AMARAL, P. N. C. Produção de feno de gramíneas. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 5., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p.247 -276.

FORTES, C.A. **Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para a produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M. Adubação de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 53-83.

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da calagem sobre o rendimento de forragem e composição química de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W.; MANDEBVU, P. Pesquisa com capim Bermuda cv : Tifton 85 em ensaios de pastejos e de digestibilidade de feno com bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p.7-22.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>. >Acesso em: 19 mar. 2008.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICIAG. 2002. 23 p. (Boletim técnico, 1).

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: UFV/ICIAG, 2004. (Boletim técnico, 2).

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

LOPES, H. O. S. **Suplementação de baixo custo para bovinos**. Brasília: EMBRAPA, 1998. 107 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292 p.

MELO, S.P.; MONTEIRO, F.A.; MANFREDINI, D. Silicate and phosphate combinations for Marandu Palisadegrass growing on an Oxisol. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 3, p. 275-281, May/June 2007.

MENEGATTI, D.P.; ROCHA, G.P.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 633-642, maio/jun. 2002.

MISLEVY, P.; MARTIN, F.G. Biomass yield and forage nutritive of *Cynodon* grasses harvested monthly. **Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings**, Florida, v. 65, p. 9-14, 2006.

MONTEIRO, F.A.; EUCLIDES, V.P.B. Adubação de plantas forrageiras com ênfase na produção e qualidade forrageira. In: **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES**, 2., 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2005. p. 159 – 186.

NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; NASCIMENTO, H.T.S; LEAL, J. A. **Comportamento de cultivares de *Cynodon* no Piauí**. Teresina: EMBRAPA, 2002. 3 p. (Comunicado técnico, 146).

OCUMPAUGH, W.R.; STICHLER, C. Introduced forages for south and south Central Texas. **Soil and Crop Sciences Communications**, Texas, v. 25, p.8, 2000. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System.

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. **Manejo da acidez do solo**. Londrina: IAPAR, 1997. 86 p. (IAPAR. Circular, 95).

PEDREIRA, C. G. S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p. 111-125. 1996.

PEDREIRA, C.G.S.; TONATO, F. Uso de gramíneas do gênero *Cynodon* como alternativas na formação de pastagens : abordagem e aplicações econômicas. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 7., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 49-84.

PINTO, J. C.; BARROS, C. O.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A.; SANTOS, I. P. A.; BOMFIM, E. R. P. Composição mineral do capim-tanzânia estabelecido com milheto, sob três doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

POZZA, A.A.A.; CURI, N.; COSTA, E.T.S.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.G.S.M.; MOTTA, P.E.F. Retenção e dessorção competitivas de ânions inorgânicos em gibbsita natural de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p.1627-1633, nov. 2007.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.9, p.1199-1204, set. 2001.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 287-296, mar./abr. 2003.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil**: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal : Funep, 2001. 67 p.

PREMAZZI, L.N.; MATTOS, H.B. Saturação por bases como critério para a recomendação de calagem em duas espécies de gramíneas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 59, n. 2, p. 125-136, 2002.

PUPATTO, J.G.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, dez. 2004.

RAMOS, L.A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, set./out. 2006.

RANDÜZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de eqüinos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

REDMON, L.A. Forages for Texas. **Soil and Crop Sciences Communications**, Texas, v. 14, 2002. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System.

RESENDE, H.; ALVIM, M.J. Estabelecimento e manejo sob corte do capim coast-cross. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa - CNPGL, 1996. p. 3-8.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; GARCIA, E.; ROSA, B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 31-41, jan./jun. 2000.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A.P.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; AZEVEDO, G.P.C.; COSTA, N.A.; MONTEIRO, E.M.M.; ALVES, O.S.; SANTOS, N.F.A. Valor nutritivo do capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) em quatro idades de corte em Belém, Pará. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, ZOOTEC, 10., Campo Grande-MS, 2005. **Anais...** Campo Grande: ABZ, 2005. 1 CD-ROOM.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p.115-128.

SANCHES, A.B. **Efeitos do silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim-braquiarião [Brachiaria brizantha (Hoeschst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] sob intensidades de pastejo.** 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R.; ROCHA, G.P.; FARIA, D.J.G.; TAVARES, V.B. Produção e teor de proteína bruta de *Cynodon* spp. sob diferentes fontes e doses de fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

SATO, S.; COMERFORD, N.B. Influence of soil pH on inorganic phosphorus sorption and desorption in a humid brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.685-694, set./out. 2005.

SOUZA, R.M. **Formas de aplicação de calcário na produção e qualidade da forragem do capim-tanzânia.** 2004. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TOKURA, A.M.; FURTINI NETO, A.E.; CURTI, N. CARNEIRO, L.F.; ALOVISI, A.A. Silício e fósforo em diferentes solos cultivados com arroz de sequeiro. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 9-16, jan./mar. 2007.

VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 170 p. Curso de Especialização - Pós-Graduação Latu Sensu.

VALLS, J.F.M.; PEÑALOZA, A.D.P. Recursos genéticos de gramíneas forrageiras para a pecuária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD- ROM.

VIERIA, A.C.; HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F.; HEISECKE, R.P.; VENDRAMINI, J. M. B. ; QUECINI, V. M. Produção e valor nutritivo da grama bermuda Florakirk (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p.1185-1191, out./dez. 1999. Suplemento 4.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p. 23-83.

VILELA, D.; LIMA, J.A.; REENDE, J.C.; VERNEQUE, R.S. Desempenho de vacas da raça holandesa em pastagem de Coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p. 555-561, mar./abr. 2006.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. **Utilização agrônômica de corretivos agrícolas**. Piracicaba: FEALQ/GAPE, 2001. 96 p.

CAPÍTULO 2

FÓSFORO NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NOS TEORES DE MINERAIS DE GRAMÍNEAS DO GÊNERO *CYNODON*

RESUMO

SOUZA, Ronan Magalhães de. Fósforo nas características agronômicas e nos teores de minerais de gramíneas do gênero *Cynodon*. In: _____. **Produção e composição química de cultivares de *Cynodon* submetidos a silicato de cálcio e magnésio, calcário e fósforo**. 2008. cap. 2, p. 36-79. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*.

Neste estudo, doses de P foram aplicadas com o objetivo de avaliar os seus efeitos nas características agronômicas e no teor de minerais de ‘Tifton 85’ (*Cynodon* spp), ‘Tifton 68’ (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) e ‘Coastcross 1’ [(*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*]. O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, no período de novembro de 2005 a março de 2007, em área implantada em novembro de 2000. Foi empregado o delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, em que as três cultivares foram alocadas nas parcelas e as doses de P (0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) foram distribuídas nas subparcelas. Foram realizadas duas avaliações, uma em cada ano, para se determinar a altura de plantas (AP), a produção de MS (PMS), a relação folha/haste (RFH), o peso de perfilhos (PP) e a densidade volumétrica de forragem (DVF). Para a composição química, foram analisados os teores de proteína bruta (PB), de P, de K, de Ca e de Mg na MS das forrageiras. As cultivares Coastcross e Tifton 85 apresentaram maiores PMS, RFH e DVF em relação à ‘Tifton 68’ e esta, por sua vez, exibiu maiores AP, PP e maiores teores de PB, P, K e Mg. As variáveis PMS, AP e teor de Mg responderam de forma quadrática às doses de P₂O₅. Por outro lado, os teores de Ca e P na MS das forrageiras comportaram-se de forma linear crescente. Em geral, a melhor composição química de nutrientes da ‘Tifton 68’ está relacionada com a sua menor DVF e a AP não deve ser considerada como um único critério para a tomada de decisão de momento e ou condição apropriada ao pastejo.

* Comitê Orientador: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Orientador), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA e Joel Augusto Muniz – UFLA.

ABSTRACT

SOUZA, Ronan Magalhães de. Phosphorus on agronomical characteristics and mineral contents of *Cynodon* genus. In: _____. **Yield and chemistry composition of *Cynodon* cultivars submitted on calcium and magnesium silicate, limestone and phosphorus.** 2008. cap. 2, p. 36-79. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras*.

In this study phosphorus (P) doses were applied with objective to evaluate the effects on agronomical characteristics and mineral contents of Tifton 85 (*Cynodon* spp), Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) e Coastcross [(*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*] grasses. The experiment was carried out on area of Animal Science Department of the Federal University of Lavras, Lavras, MG, from November, 2005 to March, 2007 in pasture implanted on November, 2000 with *Cynodon* cultivars. It was adopted a randomized complete block design with four replicates in split-plot scheme, with the three cultivars were allocated on plots and the P doses (0, 60, 120 and 240 kg.ha⁻¹ of P₂O₅) on the sub plots. Two cuts were realized in two years for determining tiller height (TH), dry matter yield (DMY), leaf: stem ratio (LSR), tiller weight (TW) and volumetric density of DM (VDDM). Minerals contents of P, K, Ca and Mg and crude protein (CP) were analyzed. Coastcross and Tifton 85 showed the major DMY, LSR and VDDM in relation to Tifton 68. This late grass, on the other hand, was responsible to major tiller height (TH) and tiller weight (TW) and the biggest CP, P, K and Mg contents. DMY, TH and Mg content answered in quadratic form to P doses, whereas Ca and P contents showed linear increments. Generally, the better mineral contents of Tifton 68 are related with its minor VDDM and the TH must not to be considered as a solely factor to decide when and, or the appropriate method of grazing to adopt.

* Guidance Committee: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Adviser), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA and Joel Augusto Muniz – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas forrageiras, em analogia a outros meios para a nutrição animal, é a base de uma alimentação de reduzido custo praticada em diversas partes do mundo. Contudo, a maioria das pastagens cultivadas, sobremaneira no Brasil, não consegue garantir índices produtivos satisfatórios dos animais e, em muitos casos, o tempo de vida da pastagem diminui a cada ano.

A redução de custos e a necessidade de elevar a produtividade são objetivos que só podem ser alcançados mediante a adoção de tecnologias que intensifiquem a atividade, garantindo lucro e longevidade do sistema de produção. É por isso que a ciência estuda os efeitos que cada componente do sistema pastagem (solo, planta, animal e clima) exerce neste meio e suas inter-relações.

É com base neste contexto que surgem, a cada dia, respostas que demonstram ser o manejo da pastagem uma ferramenta crucial para o sucesso ou não da atividade pecuária, que se baseia na prática do forrageamento animal. Dentre as práticas de manejo, destaca-se a fertilização do solo da pastagem, seja ela realizada no plantio ou no pós-plantio. Esta última ainda apresenta-se como um desafio, principalmente quando o assunto é a adubação fosfatada, graças à dinâmica que o fósforo (P) apresenta no solo.

Além da necessidade de se corrigir falhas naturais, como as características químicas inadequadas ao cultivo que a maioria dos solos brasileiros apresenta, a pesquisa depara-se com o surgimento constante de material oriundo dos centros de melhoramento de plantas forrageiras. O lançamento de novas cultivares, aliado às modificações das condições edafoclimáticas do país, peculiar em cada região, demandam por informações

que permitam apontar como planejar e estabelecer o cultivo racional de pastagens em cada local.

A baixa quantidade de P no solo e a sua relação com os componentes deste compartimento (principalmente os colóides minerais) fazem com que o seu teor disponível às plantas e, conseqüentemente, aos animais seja reduzido. O P pode estar presente na solução do solo ou fixado (P precipitado ou adsorvido) e isso pode ser revertido quando se aplicam quantidades apreciáveis de P no solo, com precedência da utilização de corretivos.

Devido à baixa solubilidade dos compostos de P formados no solo e à forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa para a fase sólida, onde fica, em parte, como fosfato lábil, passando, gradativamente, a fosfato não lábil (Raij, 1991). Os compostos insolúveis (P não lábil) formados podem transformar-se lentamente em P lábil.

A densidade de perfilhos, a altura de plantas, a relação folha/haste e o peso de perfilhos são algumas variáveis que podem contribuir para o entendimento da dinâmica da pastagem e o momento apropriado do pastejo, sobremaneira naquelas que são manejadas com fertilizantes, incluindo os fosfatados.

O estudo dos componentes estruturais e morfológicos das pastagens, e de suas modificações impostas pelo manejo, possibilita compreender as relações de causa e efeito que cada componente exerce sobre o outro.

Sabe-se que o consumo dos animais é fortemente influenciado por estas características, sobremaneira pela altura do pasto. Dessa forma, devem-se estudar os efeitos que os fertilizantes fosfatados exercem sobre essas características e quais as implicações que este manejo traria em relação às modificações nos outros componentes da pastagem que podem, de certa forma, condicionar, também, o consumo.

O P é um elemento de extrema importância na vitalidade dos vegetais e animais. Nos animais, Carvalho et al. (2003) afirmam que o P compõe cerca de 1% do peso do corpo de um bovino, estando de 80% a 85% (NRC, 1988) presente nos ossos e o restante distribuído em todas as células corporais, desempenhando diversas funções, como, por exemplo, produção e secreção de leite, formação de tecido muscular, fundamental para as bactérias celulolíticas presentes no rúmen, utilização e produção de energia (ATP), dentre outros.

Nas plantas, o P age na produção de energia, na respiração, na divisão celular e em diversos outros processos metabólicos, nas substâncias de reserva, estimulando o desenvolvimento da parte aérea e o aumento do sistema radicular (Alberoni, 1998). O teor adequado, aproximado, de P nos vegetais é, segundo Epstein & Bloom (2006), de 2,0 g.kg⁻¹ de MS.

De acordo com o NRC (1988), as exigências nutricionais para vacas lactantes produzindo 20 kg.dia⁻¹ de leite, com aproximadamente 400 kg de PV, seriam; Ca – 5,8; P – 3,7; Mg – 2,0 e K – 9,0 g.kg⁻¹ na MS. Já para bovinos de corte, as exigências seriam de 1,8 a 10,4; 1,8 a 7,0; 0,4 a 1,0 e de 6,0 a 8,0 g.kg⁻¹ na MS para o Ca, P, Mg e K, respectivamente (NRC, 1976).

O gênero *Cynodon*, se comparado a outros gêneros de gramíneas forrageiras, é composto por um pequeno número de espécies, principalmente se forem consideradas apenas as espécies usadas para a produção animal. As principais espécies do gênero são *Cynodon dactylon* (L.) Pers., genericamente conhecida como grama-bermuda, e *C. nlemfuensis* Vanderyst e *C. plectostachyus* (K. Schum) Pilger, conhecidas como gramas-estrela. Atualmente, existem diversas cultivares comerciais, desenvolvidos a partir da hibridação das gramas bermuda e estrela (Pedreira & Tonato, 2007).

As cultivares de *Cynodon* são exigentes em relação à fertilidade do solo (Resende & Alvim, 1996; Rodrigues et al., 1998; Vilela & Alvim, 1998; Fagundes et al., 2000; Vilela et al., 2005).

Evangelista & Pinto (2005) citam que as características edafoclimáticas e morfofisiológicas do gênero *Cynodon* conferem a essas forrageiras algumas limitações à expansão do cultivo, como a forte agressividade das plantas, podendo tornar-se invasoras; exigência média a alta em fertilidade do solo; melhor adaptabilidade em climas mais amenos e propagação quase que exclusivamente por meio de mudas.

A CFSEMG (1999) também classifica essas forrageiras como plantas exigentes e de alto nível tecnológico de exploração. Para os ‘Tiftons’ e o ‘Coastcross’, de acordo com esta comissão, deve-se buscar elevar a saturação por bases do solo a 50% e realizar adubações fosfatadas de manutenções com doses que variam de 15 a 60 kg.ha⁻¹ de P, de acordo com os resultados da análise de solo, como o teor de P, o fósforo remanescente (P-rem) ou o teor de argila que o solo apresenta.

A produção média de leite de vacas mantidas em pastagem de Coastcross, adubada e irrigada estrategicamente, quando suplementadas diariamente com 3 kg de concentrado, foi de 20,8 kg.dia⁻¹, nas primeiras 12 semanas de avaliação, e de 16,6 kg.dia⁻¹, na média de 40 semanas, correspondendo a 4.600 kg de leite em 280 dias de lactação (Vilela & Alvim, 1996).

Os teores de minerais de ‘Tifton 68’, nos estudos de Rocha et al. (2000), foram de 0,64% (Ca), 0,23% (P), 0,25% (Mg), 2,03% (K) e de 0,43% (S), quando submetido a 400 kg.ha⁻¹ de N. Apenas o teor de P foi considerado inferior na alimentação de rebanhos leiteiros.

A ‘Tifton 85’ é tido como a melhor cultivar já produzida durante os 60 anos de pesquisa com as espécies do gênero *Cynodon*. No Brasil, mais de 500.000 ha de ‘Tifton 85’ já foram estabelecidos desde 1995 e a cultivar está sendo estabelecida também no México, na Venezuela e em outros países tropicais (Silva, 2005).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de doses de P nas características agronômicas e nos teores de minerais de gramíneas do gênero *Cynodon*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O presente estudo foi conduzido a campo, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG. Este município, situado na região Sul de Minas, se encontra sob as coordenadas geográficas 21°14'30'' de latitude Sul, 45°00'10'' de longitude Oeste e a 918 m de altitude média sobre o nível do mar (FAO, 1985). O experimento foi realizado no período entre os meses de novembro de 2005 a março de 2007.

2.2 Histórico, solo e clima da região

As cultivares foram implantados em novembro de 2000, em área cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdt) (EMBRAPA, 1999), argiloso, levemente ondulado (Tabela 1).

A região de Lavras é caracterizada por um clima do tipo Cwb, subtropical por altitude, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,4°C, com 22,1°C e 15,8°C, nos meses mais quentes e mais frios, respectivamente (Vilela & Ramalho, 1979).

Durante o ano, ocorrem duas estações bem definidas: seca (23,4 mm no mês mais seco), de abril a setembro, e chuvosa (295,8 mm no mês mais chuvoso), de outubro a março. A precipitação total anual é de, aproximadamente, 1.529,7 mm (Brasil, 1969).

As médias mensais de temperatura e de precipitação dos meses de outubro de 2005 a setembro de 2007 encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1. Resultados da análise de solo antes da instalação do experimento realizada pelo Laboratório de Análises de Solo do DCS-UFLA

| Análise | Valor | Classificação* |
|--|-------|----------------|
| pH (em água) | 5,8 | Bom |
| MO (dag/kg) | 4,0 | Médio |
| Ca ²⁺ cálcio trocável (cmol _c /dm ³) | 3,3 | Bom |
| Mg ²⁺ magnésio trocável (cmol _c /dm ³) | 0,6 | Médio |
| Al ³⁺ acidez trocável (cmol _c /dm ³) | 0,0 | Muito baixo |
| Soma de bases (cmol _c /dm ³) | 4,0 | Bom |
| (H + Al) acidez potencial (cmol _c /dm ³) | 3,4 | Médio |
| (t) CTC efetiva (cmol _c /dm ³) | 4,1 | Médio |
| (T) CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³) | 7,4 | Médio |
| (m) Saturação por alumínio % | 0,5 | Muito baixo |
| (V) Saturação por bases % | 48,0 | Médio |
| P fósforo disponível (mg/dm ³) | 2,8 | Muito baixo |
| K disponível (mg/dm ³) | 65,8 | Médio |
| P-rem (mg/L) | 10,4 | - |

*De acordo com a CFSEMG, 5^a aproximação (1999).

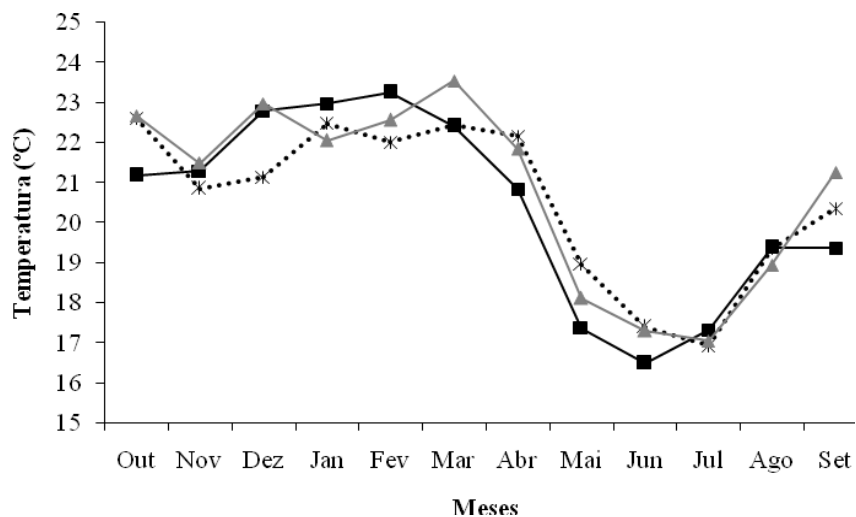


FIGURA 1. Representação gráfica das médias diárias de temperatura do ar (°C), nos anos de 2005 (---*), 2006 (—■—) e 2007 (—▲—). Setor de Agrometeorologia do DEG/UFLA, Lavras, MG.

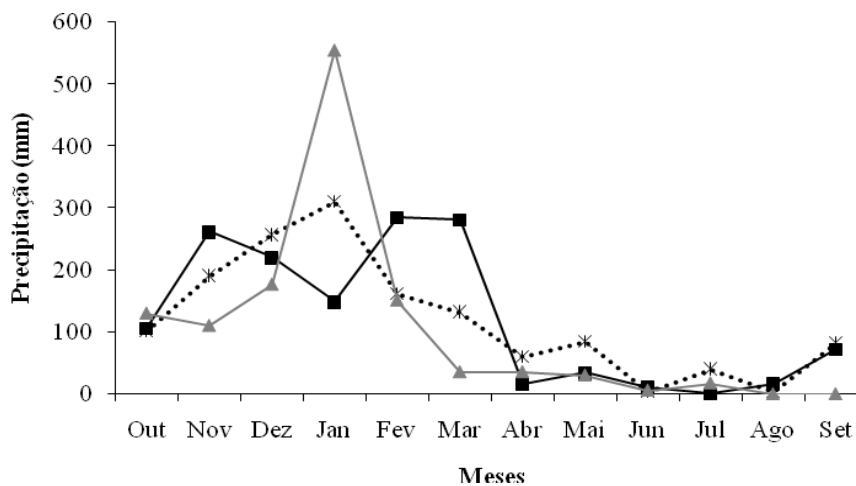


FIGURA 2. Representação gráfica das médias de precipitação pluvial (mm), nos anos de 2005 (---*), 2006 (—■—) e 2007 (—▲—). Setor de Agrometeorologia do DEG/UFLA, Lavras, MG.

2.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições e em esquema de parcelas subdivididas do tipo 3 x 4. Nas parcelas foram alocadas as gramíneas ('Coastcross', 'Tifton 85' e 'Tifton 68') e, nas subparcelas, quatro doses de P (0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), totalizando, portanto, 48 unidades experimentais constituídas de parcelas subdivididas que mediam 6 m² de área total, com área útil de 1 m² cada.

2.4 Instalação e condução do experimento

Após o corte de limpeza da área, aplicou-se, em 17/11/2005, silicato de Ca e MG, visando elevar a saturação por bases do solo a 60%, utilizando-se o método da saturação por bases em cultivos já estabelecidos (CFSEMG, 1999) como critério para esta prática. As doses de P foram aplicadas em 18/01/2006, na forma de superfosfato simples, juntamente com um adubo NPK 30 0 20, que forneceu 100 kg.ha⁻¹ de N e 66,66 kg.ha⁻¹ de K. A fertilização foi precedida de um corte de limpeza da área.

Passados 55 dias de rebrota das plantas, em 14/03/2006, realizou-se uma avaliação (corte) para a coleta dos dados das variáveis a serem estudadas. Em 18 de novembro de 2006, realizou-se outro corte de uniformização, seguido de adubação com 100 kg.ha⁻¹ de N e K e reaplicação dos tratamentos de P. Passados, então, 56 dias da fertilização (11/01/2007), foi realizada nova colheita da forragem, para mensurar as variáveis predeterminadas. Em função da rebrota insuficiente das três gramíneas, não foi possível realizar mais do que uma avaliação a cada ano.

2.5 Variáveis analisadas

2.5.1 Altura de plantas

A altura de perfilhos foi tomada medindo-se, em cinco pontos aleatórios de cada subparcela, a altura em relação ao nível do solo, considerando o horizonte visual das folhas como critério para obtenção desta variável.

2.5.2 Produção de matéria seca

A produção de MS (PMS) foi estimada colhendo-se a forragem da área útil (1 m^2) a uma altura de 10 cm acima do solo. Este material foi pesado no campo e, a partir dele, foram retiradas subamostras que foram colocadas em saquinhos de papel, pesadas e levadas para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 50°C , até peso constante e, por fim, novamente pesadas. A determinação da PMS foi realizada pela correção da MS, a 105°C .

2.5.3 Relação folha/haste e peso de perfilhos

Durante o processamento das amostras para a determinação da PMS, dos saquinhos com a amostra das forrageiras ainda verdes, foram retirados 40 perfilhos de cada subparcela, para serem separados em folhas e hastes. Cada uma dessas frações foi pesada, colocada para secar a 50°C , até peso constante e novamente pesada, permitindo realizar as estimativas da relação folha/haste (RFH) por meio do quociente entre os pesos secos das folhas e das hastes. O peso médio dos perfilhos (PP) foi obtido por meio do peso da massa seca das folhas e das hastes do material oriundo de cada tratamento, dividido pelo número total de perfilhos amostrados (40).

2.5.4 Densidade volumétrica da forragem

De posse dos dados de altura e de PMS, foi possível estimar a densidade volumétrica da forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ de MS), dividindo-se a PMS pela altura respectiva na subparcela.

2.5.5 Composição química da forragem

2.5.5.1 Teor de proteína bruta (PB)

Os teores de PB da forragem foram determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, pelo método semimacro Kjeldahl, descrito por Silva & Queiroz (2004).

Optou-se por expressar os valores de N em termos de PB, contudo, a sua conversão para o teor de N na MS pode ser obtida dividindo-se os valores por 6,25.

2.5.5.2 Teores de minerais

Os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, segundo o método da digestão nitroperclórica descrito por Zaroski & Burau (1977). As leituras das concentrações de P nos extratos foram obtidas por colorimetria; as de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Braga & Defelipo (1974) e os teores de K por fotometria de chama, segundo Malavolta et al. (1989).

2.6 Análises estatísticas

Os valores obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância. As gramíneas foram avaliadas por meio do quadro de comparação de médias pelo teste de Scott-Knott (5%). Já as doses de P foram interpretadas de acordo com o estudo de regressão, utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR) (Ferreira, 2000).

Para as equações de regressão foi considerado o teste dos desvios de regressão, além da disposição dos dados no gráfico e do R^2 , para o ajustamento das observações aos modelos testados.

O modelo estatístico do experimento foi o seguinte:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + r_j + e_{ij} + P_k + GP_{ik} + e_{ijk}$$

no qual:

y_{ijk} = observação referente à subparcela k, da parcela i no bloco j;

μ = constante associada a todas as observações;

G_i = efeito do nível i do fator da parcela (gramínea), com i = 1, 2 e 3;

r_j = efeito do bloco j, com j = 1, 2, 3 e 4;

e_{ij} = erro experimental associado às parcelas que, por hipótese, têm distribuição normal de média 0 e variância σ_a^2 , $e_{ij} \sim N(0, \sigma_a^2)$;

P_k = efeito do nível k do fator P da subparcela, com k = 1, 2, 3 e 4;

GP_{ik} = efeito da interação do nível i do fator G com o nível k do fator P;

e_{ijk} = erro experimental associado às subparcelas que, por hipótese, têm distribuição normal de média 0 e variação σ^2 , $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de matéria seca

Somente no primeiro ano (2006) foi detectada influência ($P < 0,05$) das doses de P na produção de MS das gramíneas. Estas, por sua vez, comportaram-se de maneira distinta ($P < 0,01$) com relação à variável em estudo (Tabela 1A). As médias de produção nos dois cortes foram de 4.199,28 e 2.526,81 kg.ha⁻¹ de MS para o primeiro e o segundo anos, respectivamente.

A cv. Tifton 68 foi a que menos produziu em comparação aos demais, que não diferiram entre si, no primeiro ano (Tabela 2). Em algumas parcelas, esta cultivar estava com produção muito reduzida e com cobertura de solo inferior à das demais cultivares. Possivelmente, pelo tempo de vida do experimento, a cv. Tifton 68 não foi tão persistente em relação à cv. Coastcross e à 'Tifton 85'. A precipitação pluvial também não foi apropriada (Figura 2).

TABELA 2. Produção de MS de 'Coastcross', 'Tifton 85' e 'Tifton 68', submetidas a doses de P nos dois anos

| Cultivar | Produção de MS (kg.ha ⁻¹) | | |
|------------|---------------------------------------|---------|---------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 4443,47a | 2423,79 | 3433,63 |
| Tifton 85 | 4584,61a | 2726,82 | 3655,71 |
| Tifton 68 | 3569,74b | 2429,81 | 2999,77 |
| Média | 4199,28 | 2526,81 | 3363,04 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Burton & Monson (1984), citados por Pedreira & Tonato (2007), afirmam que a cv. Tifton 68 é considerada como uma grama-bermuda, porém,

da espécie *C. nlemfuensis* Vanderyst. Esta cultivar, diferentemente dos outros dois, não possui rizomas, o que pode ter contribuído para esses resultados.

Rocha et al. (2002) obtiveram resultados diferenciados em relação às três gramíneas. Nos ensaios desses autores, as produções obtidas, como soma de três cortes, foram de 7,44; 6,73 e 8,32 t.ha⁻¹ de MS, para as cultivares Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85, respectivamente. Os autores não observaram diferenças significativas entre ‘Coastcross’ e ‘Tifton 68’, que produziram menos MS que a ‘Tifton 85’.

Por sua vez, Cedeño et al. (2003), na mesma área experimental do presente trabalho, não encontraram diferenças entre as produções de MS das três cultivares em estudo quando submetidas às idades de cortes de 28, 42, 56 e 70 dias. As produções de MS obtidas foram de 5,17; 5,80 e 4,84 t.ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85. Estes valores foram superiores aos reportados no presente estudo.

Nos estudos de Alvim et al. (2000), as produções de MS de ‘Tifton 68’ variaram entre 1,1 a 20,8 t/ha, de acordo com os tratamentos aplicados (épocas de corte e adubação nitrogenada). Os autores constataram que as produções relativas à época das chuvas foram mais elevadas que as da época da seca.

As doses de P foram responsáveis por incrementos quadráticos na PMS, no primeiro corte (Figura 3). A máxima produção de MS foi estimada em 4.495,06 kg.ha⁻¹ e ocorreu na dose de 175,85 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Estes resultados mostram que, para esta variável, o intervalo de P, variando de 0 a 240 kg.ha⁻¹, foi apropriado para o ajustamento de uma equação quadrática, evidenciando que doses muito elevadas de P são responsáveis por reduções na PMS.

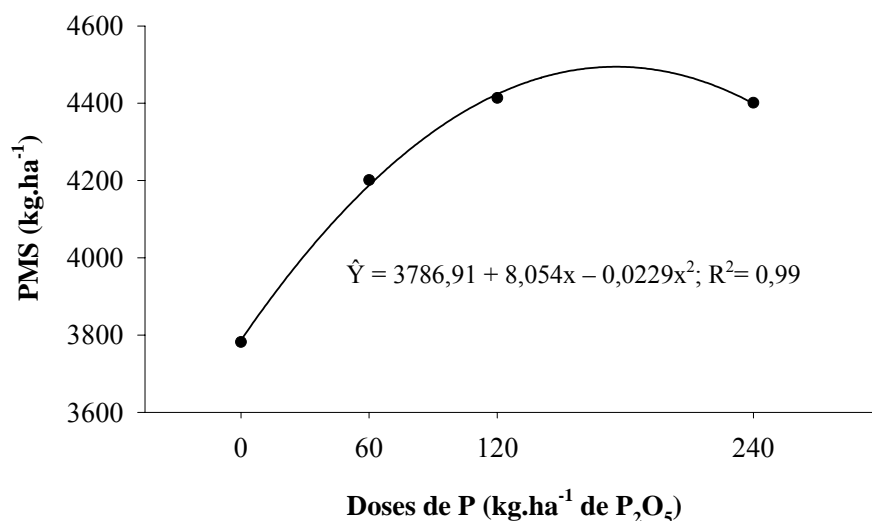


FIGURA 3. Produção de MS (PMS) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P, no primeiro ano.

Estes resultados demonstram que as três cultivares do gênero *Cynodon* respondem à adubação fosfatada por, basicamente, dois motivos; primeiro, tratam-se de gramíneas que demandam elevada concentração de nutrientes no solo para expressar seu potencial produtivo e, segundo, a baixa contribuição de P presente naturalmente na solução do solo é incapaz de realizar tal efeito, sendo necessária, portanto, a aplicação de fertilizantes fosfatados.

De acordo com Monteiro (1996), nas condições tropicais e subtropicais, têm sido freqüentemente encontrados muito baixos ou baixos teores de P disponível nos solos. Essa ocorrência tem resultado em comprometimento para as forrageiras cultivadas nesses solos, quando este nutriente não é fornecido.

Moreira et al. (2006) também reportaram comportamento quadrático para a produção de MS do capim-napier (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Napier) submetido a doses de P aplicadas no fundo do sulco de plantio (0, 30,

60, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P) ou distribuídas no sulco com incorporação (0, 60, 120, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de P).

Nascimento et al. (2002), no nordeste do Brasil, encontraram produções de 2,5; 3,14 e 4,29 t.ha⁻¹.ano⁻¹, para a ‘Coastcross’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’, respectivamente, em cortes realizados a cada 35 dias.

3.2 Altura de plantas

As alturas de plantas entre as gramíneas foram distintas (P<0,01) apenas no segundo corte. Essa variável também foi influenciada (P<0,05) pelas doses de P no primeiro corte (Tabela 2A).

De acordo com a Tabela 3, nota-se que a maior altura de plantas foi a da cv. Tifton 68, em detrimento das outras duas cultivares avaliadas. Essa cultivar é considerada, por Evangelista & Pinto (2005), como sendo um tipo gigante, com hastes grandes e estolões longos. Esta condição conferiu à ‘Tifton 68’ o maior porte. Presume-se também que a menor produção de MS e o raleamento dessa cultivar citada anteriormente (Tabela 2) podem ter contribuído para essa resposta, ou seja, sob menor condição de competição, as plantas de ‘Tifton 68’ desenvolveram-se em maior altura.

TABELA 3. Altura de plantas de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Altura de plantas (cm) | | |
|-------------------|------------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 42,56 | 35,18b | 38,87 |
| Tifton 85 | 43,58 | 36,86b | 40,22 |
| Tifton 68 | 48,96 | 45,63a | 47,29 |
| Média | 45,03 | 39,22 | 42,12 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Esse efeito foi observado também no primeiro ano; entretanto, a diferença entre as cultivares foi apenas numérica.

As alturas obtidas no presente ensaio foram próximas às relatadas por Santos (2004). Esta autora reportou altura de 43 cm para cv. Florona (*Cynodon nlemfuensis* var. *nlemfuensis* Vanderyst) e 42,83 cm para cv. Coastcross, numa rebrota de 35 dias.

Carnevali et al. (2001) estudaram o impacto das diferentes alturas (5, 10, 15 e 20 cm) da pastagem de 'Coastcross', pastejado sob lotação contínua e taxas de lotação variáveis, sobre algumas características morfológicas dessa cultivar. Os autores relataram que, à medida que se elevavam as alturas de manejo, era observada redução nos teores de PB e DIVMO e acréscimos nos teores de FDN e FDA da forragem. Esse comportamento esteve associado à composição da forragem acumulada nos distintos extratos do dossel, observando-se maior acúmulo de material morto nas maiores alturas. Em contrapartida, a altura de 5 cm proporcionou melhores incrementos na DIVMO, em função da maior participação de folhas.

A altura é uma característica de fundamental importância para o manejo pré e pós-pastejo e, também, no pastejo sob lotação contínua. Isto se deve ao fato de os componentes altura e densidade de forragem estarem diretamente relacionados a incrementos no consumo dos animais (Silva & Sarmiento 2005; Palhano et al., 2006, 2007; Pinto et al., 2007).

As doses de P influenciaram a altura média das gramíneas de forma quadrática (Figura 4), no primeiro ano. Foi registrada altura máxima estimada de 48,02 cm sob a dose de 190,35 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

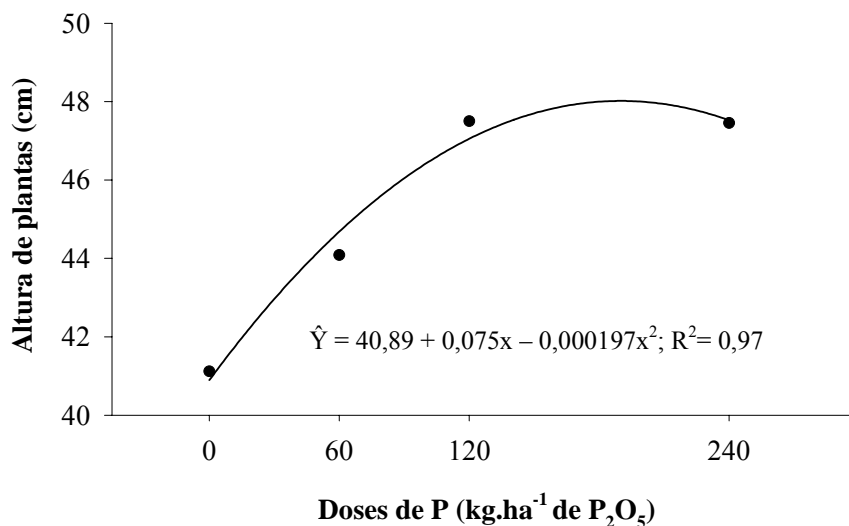


FIGURA 4. Altura de plantas de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P, no primeiro ano.

Esses resultados são semelhantes aos relatados por Santos (2004), que encontrou comportamento linear para a altura média de ‘Coastcross’, ‘Florona’ e ‘Quicuiu’ (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov) cultivadas sob as doses de 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. O mesmo comportamento foi descrito por Belarmino (2005), que registrou comportamentos lineares crescentes para a altura média de quatro gramíneas forrageiras tropicais submetidas às doses de 0, 40, 80, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

A produção de MS e a altura de plantas, muitas vezes, relacionam-se positivamente (Luz et al., 2000; Fortes, 2006; Souza et al., 2006), com algumas exceções. Dessa forma, maiores produções estão, geralmente, associadas a maiores alturas de plantas. Observando-se as médias constantes nas Tabelas 2 e 3, nota-se que, no primeiro ano, tanto a produção como a altura de plantas foram

superiores às do segundo ano. Uma terceira avaliação poderia confirmar ou não esta hipótese.

3.3 Relação folha/haste, peso de perfilhos e densidade volumétrica da forragem

Para a relação folha/haste (RFH), houve diferenças ($P < 0,01$) apenas entre as gramíneas, no segundo ano (Tabela 3A). As médias de RFH foram de 1,10 e 1,05, no primeiro e no segundo cortes, respectivamente.

A cv. Tifton 68 foi a que apresentou a menor RFH, no segundo ano (Tabela 4). Essa é uma característica desta cultivar, que apresenta longas hastes (Evangelista & Pinto, 2005). Os melhores resultados obtidos para as cultivares Coastcross e Tifton 85 as destacam como sendo cultivares de melhor qualidade em relação à cv. Tifton 68.

A RFH serve como base para considerar se uma forrageira possui ou não boa qualidade. Isso ocorre porque RFHs maiores são conseqüências de uma maior proporção de folhas na forragem – a recíproca se faz verdadeira. As folhas são constituintes mais tenros e com menor proporção de carboidratos estruturais em relação às hastes.

Esta maior participação das folhas na pastagem imprime um comportamento ingestivo diferenciado por parte dos animais, como conseqüência do pastejo seletivo exercido por estes, que buscam sempre alimentar-se de folhas, evitando o consumo de hastes quando a pastagem apresenta elevada RFH. Van Soest (1994) afirma que esta relação entre folhas e hastes é um importante indicativo da qualidade da forragem.

A idade da planta influencia fortemente esta variável, ou seja, com o passar do tempo, há diminuição na proporção de folhas e aumento na de colmos. Como conseqüência, pode-se perceber redução no teor de PB da forragem, além

do aumento da concentração de FDN, tanto nas folhas quanto nos caules (Vilela, 2005).

TABELA 4. Relação folha/haste de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Relação folha/haste | | Média |
|-------------------|---------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | |
| Coastcross | 1,07 | 1,12a | 1,09 |
| Tifton 85 | 1,13 | 1,09a | 1,11 |
| Tifton 68 | 1,10 | 0,95b | 1,02 |
| Média | 1,10 | 1,05 | 1,07 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

A RFH, nos estudos de Santos (2004), foi de 1,54 e 0,95, para a ‘Coastcross’ e ‘Florona’, respectivamente, cortadas aos 35 dias de idade. Dessa forma, a média geral de RFH igual a 1,07, obtida das três gramíneas deste estudo, está de acordo com o observado por aquela autora. Contudo, a cv. Coastcross apresentou menor relação, o que pode ter decorrido do tempo de rebrota mais elevado empregado no presente ensaio. Nascimento et al. (2002) encontraram maiores proporções de folhas do que colmos na ‘Coastcross’ e ‘Tifton 68’ e o contrário em ‘Tifton 85’.

De acordo com Vilela & Alvim (1998), a ‘Tifton 85’ apresenta melhor RFH do que a ‘Tifton 68’, o que lhe confere melhor qualidade.

Para o peso de perfilhos, foram observadas diferenças ($P<0,01$) apenas entre as cultivares (Tabela 4A), nos dois anos.

‘Tifton 68’ foi a forrageira cujos perfilhos apresentaram-se mais pesados em relação às outras duas cultivares; esses últimos não diferiram entre si (Tabela 5). O maior peso de perfilhos da ‘Tifton 68’ pode ter decorrido da sua maior altura (Tabela 3) e proporção de hastes (Tabela 4) em relação às demais cultivares. O raleamento das parcelas de ‘Tifton 68’, reportado no subitem PMS,

contribuiu para a menor competição entre plantas, fazendo com que este apresentasse maior peso individual de cada perfilho.

Este componente, dentre outros, também apresenta estreita relação com a PMS, em muitos casos. Dessa maneira, à medida que os perfilhos se tornam mais pesados, possivelmente, ocorrerão maiores produções de MS (Luz et al., 2000; Fortes, 2006; Souza et al., 2006).

TABELA 5. Peso de perfilhos de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois cortes

| Cultivar | Peso de perfilhos (g) | | |
|------------|-----------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 0,48b | 0,27b | 0,37 |
| Tifton 85 | 0,52b | 0,26b | 0,39 |
| Tifton 68 | 0,75a | 0,45a | 0,60 |
| Média | 0,58 | 0,33 | 0,45 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Para um manejo apropriado da pastagem, as pesquisas devem considerar as características morfológicas das forrageiras que irão comprometer tanto o consumo animal quanto a perenidade da pastagem. Dessa forma, os ensaios que estabeleçam as relações entre, por exemplo, produção de MS, densidade e peso de perfilhos podem dirimir algumas dúvidas inerentes a este assunto, sobremaneira as que se referem ao momento apropriado de pastejo, quando este for rotacionado, ou a altura apropriada do relvado para alimentar o rebanho criado em sistema contínuo.

Santos (2004) obteve peso médio de perfilhos de 0,15 e 0,20 g, para a ‘Coastcross’ e ‘Florona’, cortadas aos 35 dias de rebrota, respectivamente. Estes valores estão muito abaixo dos reportados no presente estudo, possivelmente pelo maior tempo de rebrota utilizado.

A densidade volumétrica de forragem foi diferente ($P < 0,05$ e $P < 0,01$, para o primeiro e o segundo ano, respectivamente) apenas entre as cultivares (Tabela 5A).

As maiores densidades volumétricas de forragem ocorreram para a ‘Coastcross’ e ‘Tifton 85’ (Tabela 6). A ‘Tifton 68’ apresentou menor volume de forragem em relação às demais, comparável com a sua menor produção de MS, mesmo apresentando porte mais alto no segundo ano (Tabela 3) e perfilhos mais pesados (Tabela 5).

TABELA 6. Densidade volumétrica de forragem de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Densidade volumétrica da forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) | | |
|------------|---|--------|-------|
| | 1º ano | 2º ano | Média |
| Coastcross | 104,95a | 69,26a | 87,10 |
| Tifton 85 | 106,67a | 74,85a | 90,76 |
| Tifton 68 | 75,54b | 53,41b | 64,47 |
| Média | 95,72 | 65,84 | 80,78 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Essa variável mostra porque, em plantas forrageiras, o peso e a altura de plantas nem sempre estão associados às maiores PMS. Nestes casos, o volume de MS de uma pastagem representa um parâmetro decisório sobre a oferta de forragem para o pastejo ou corte e não apenas a altura das plantas, como já citado por alguns autores.

A alta densidade volumétrica de forragem, além de apresentar alimento em abundância para os animais, garante boa cobertura do solo, evitando a exposição do mesmo às intempéries, bem como protegendo a pastagem contra possíveis plantas espontâneas de reduzido caráter nutricional.

Carvalho et al. (2001) encontraram maiores acúmulos de forragem para a ‘Tifton 85’ e ‘Coastcross’, em relação à ‘Florakirk’ (*Cynodon dactylon* (L.)

Pers.). Foi demonstrado, pelos autores, que a ‘Tifton 85’ apresentou a maior produção de forragem no período experimental, no entanto, caracterizada por uma estacionalidade mais pronunciada que aquelas de ‘Coastcross’ e ‘Florakirk’.

A disponibilidade de forragem, altura, densidade e composição botânica são características do pasto usualmente mensuradas e que propiciam as informações básicas do quanto e de que forma a forragem está disponível para os animais (Brâncio et al., 2003).

A densidade de forragem e a altura de plantas, de forma geral, estão diretamente relacionadas a incrementos no consumo dos animais (Silva & Sarmiento 2005; Palhano et al., 2006, 2007; Pinto et al., 2007) por constituírem padrões de respostas, por parte destes, que variam quando a altura e a densidade volumétrica da forragem são alteradas. Estas variáveis são de relevante importância na compreensão do comportamento das forrageiras submetidas ao manejo da adubação.

3.4 Proteína bruta (PB)

Os teores de PB variaram ($P < 0,01$ e $P < 0,05$ para o primeiro e segundo anos, respectivamente) apenas entre as forrageiras (Tabela 6A).

Entre as cultivares, a ‘Tifton 68’ destacou-se das demais, nos dois anos de avaliação (Tabela 7), exibindo a maior concentração de PB, ao passo que não houve diferença entre a ‘Coastcross’ e a ‘Tifton 85’. Esses resultados decorreram da menor ocupação de área dessa cultivar que, sob condições de menor competição entre plantas, pôde absorver maior quantidade de N presente no solo.

As variações de PB detectadas em forrageiras ocorrem por diversos fatores. Dentre eles, destacam-se a idade da planta (Vieira et al., 1999; Fagundes et al., 2000, Cedeño et al., 2003) e as fertilizações, como as de N e P (Oliveira et

al., 2004), que elevam a produção de MS e, possivelmente, diluem o teor de PB na planta. Ao observar a PMS da ‘Tifton 68’ (Tabela 2), nota-se que essa cultivar foi a menos produtiva, no primeiro ano.

Com o passar do tempo, o teor de PB das forrageias sofre redução em função de alterações na morfologia dos perfilhos, como, por exemplo, redução da RFH, refletindo nos teores de nutrientes das plantas. Isso não ocorreu no presente ensaio, pois a ‘Tifton 68’ foi a cultivar que apresentou a menor RFH. Contudo, a sua menor densidade volumétrica de forragem, em relação às demais, possivelmente foi responsável pelo seu maior teor de PB.

Fontaneli et al. (2004) afirmam que as gramíneas tropicais têm sua composição química e qualidade rapidamente modificadas ao longo de seu desenvolvimento, em função de sua rápida taxa de crescimento.

TABELA 7. Teores de proteína bruta na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Proteína bruta (%) | | |
|-------------------|--------------------|---------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano* | Média |
| Coastcross | 9,32b | 10,95b | 10,13 |
| Tifton 85 | 8,72b | 10,86b | 9,79 |
| Tifton 68 | 11,27a | 12,51a | 11,89 |
| Média | 9,77 | 11,44 | 10,60 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Os valores médios obtidos por Cedeño et al. (2003), na mesma área experimental, para a ‘Coastcross’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’, foram, respectivamente, de 11,42%, 12,49% e 12,23%, cortadas aos 56 dias de rebrota. ‘Tifton 68’ foi a forrageira que se destacou das demais; resultados semelhantes, portanto, aos do presente estudo.

O valor médio de 10,60% de PB na MS das cultivares estudadas está acima dos requerimentos mínimos de bovinos recomendados por Silva (1998)

que afirma que teores de PB abaixo de 6%-7% alteram a fermentação ruminal por parte da microbiota ali presente.

Epstein & Bloom (2006) afirmam que 15 g.kg¹ de N na MS do tecido vegetal é uma concentração adequada deste elemento e que essa é uma concentração limite acima da qual a maioria das plantas provavelmente não sofre limitações no crescimento. O valor médio geral obtido na forragem deste experimento foi de 16,9 g.kg⁻¹ de N, que é superior ao descrito acima.

3.5 Teor de fósforo (P)

Houve diferença significativa dos teores de P entre as cultivares (P<0,05), no segundo ano. A adubação fosfatada também alterou (P<0,01) a concentração média de P das gramíneas, em ambos os cortes (Tabela 7A).

A concentração de P foi maior para a cv. Tifton 68, em relação às demais, no segundo ano (Tabela 8). A melhor nutrição em P dessa cultivar, possivelmente, decorreu do que foi discutido em relação ao teor de PB. Ou seja, a maior competição dentro das unidades experimentais, verificada pela maior densidade volumétrica da forragem da 'Coastcross' e da 'Tifton 85', pode ter contribuído com os resultados de teor de P na MS das forrageiras.

Em geral, os teores de P obtidos neste ensaio estão abaixo dos citados por Rocha et al. (2000) que descreveram teores médios de 2,7; 2,3 e 2,5 g.kg⁻¹ de P na MS de 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', respectivamente.

Os teores de P na MS das cultivares, no segundo ano, estão acima do exigido para bovinos de corte (1,9 g.kg⁻¹ de MS) com peso de, aproximadamente, 450 kg, consumindo cerca de 2% de MS em relação ao seu peso vivo (NRC, 1984). Já as médias gerais do primeiro e do segundo anos, de 1,77 e 2,26 g.kg⁻¹, respectivamente, estão dentro do limite de ótimo crescimento

da planta ($1-5 \text{ g.kg}^{-1}$), segundo Malavolta et al. (1997). Para Epstein & Bloom (2006), a concentração adequada de P em tecidos vegetais seria de $2,0 \text{ g.kg}^{-1}$.

Contudo, de acordo com o NRC (1988), os teores médios de P obtidos no presente estudo estão abaixo das exigências (0,28%-0,41%) de vacas leiteiras em lactação com 400 kg de PV e produção diária de 7 a 26 kg.dia^{-1} de leite.

TABELA 8. Teores de P na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Teor de P (g.kg^{-1}) | | |
|-------------------|----------------------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 1,79 | 2,16b | 1,97 |
| Tifton 85 | 1,74 | 2,19b | 1,96 |
| Tifton 68 | 1,78 | 2,42a | 2,10 |
| Média | 1,77 | 2,26 | 2,01 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

As doses de P aplicadas incrementaram linearmente o teor de P na MS das forrageiras estudadas (Figura 5), nos dois anos. Estes acréscimos foram mais pronunciados no segundo corte.

Foram estimados aumentos de $0,0027 \text{ g.kg}^{-1}$ de P na MS das forrageiras, para cada kg.ha^{-1} de P_2O_5 aplicado no segundo corte. Já na primeira avaliação, ocorreu elevação de apenas $0,0013 \text{ g.kg}^{-1}$ no teor de P na MS das gramíneas para cada kg.ha^{-1} de P_2O_5 aplicado.

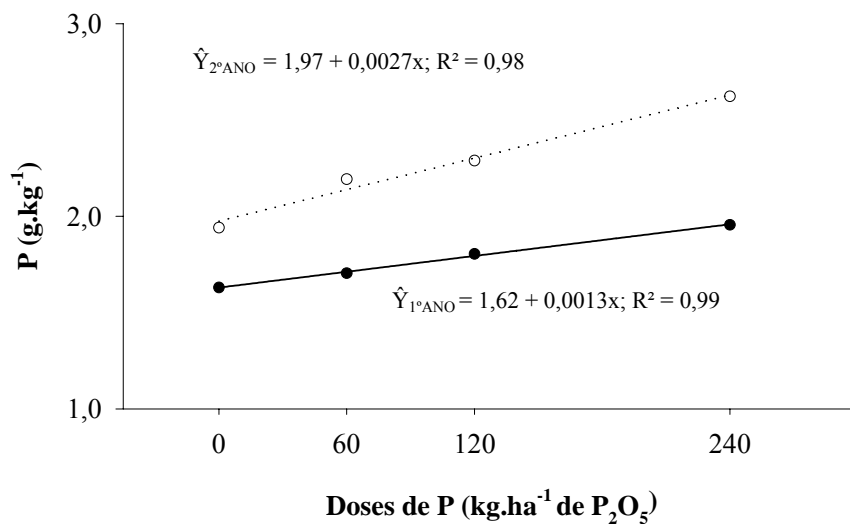


FIGURA 5. Teores de fósforo (P) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função das doses de P, no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{corte}}$) e no segundo (.....○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{corte}}$) cortes.

A adubação fosfatada contribui para aumentar a produção de MS e também elevar o teor de P no tecido vegetal das forrageiras estudadas. Este efeito mostra a resposta das gramíneas do gênero *Cynodon* cultivadas em solos com baixos teores de P, uma vez que, nas menores doses de P, ocorreram as mais modestas produções e os teores mais baixos deste elemento. A recíproca foi verdadeira.

Os maiores teores de P registrados no segundo ano de avaliação estão, possivelmente, relacionados à menor produção de MS obtida naquela ocasião.

Essa variação dos teores de P na MS das gramíneas foi semelhante à observada nos estudos de Santos (2004) que, aos 35 dias de rebrota, registrou um comportamento linear dos teores de P na MS da ‘Coastcross’, ‘Florana’ e do capim-quicuiu, sob doses crescentes de P.

Esse comportamento linear crescente do teor de P na MS de gramíneas forrageiras também foi citado nos estudos de Caramori (2000), Oliveira (2004) Belarmino (2005) e Melo (2005).

3.6 Teor de potássio (K)

O teor de K das forrageiras variou apenas entre cultivares, no primeiro ($P < 0,05$) e no segundo ($P < 0,01$) ano de avaliação (Tabela 8A).

Os maiores teores de K ocorreram na cv. Tifton 68 (Tabela 9), em relação às demais, que não diferiram entre si.

Essa resposta está, novamente, relacionada à menor produção obtida pela ‘Tifton 68’, o que, possivelmente, contribuiu para reduzir a sua diluição na MS dessa gramínea, quando comparada às demais.

TABELA 9. Teores de K na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois cortes

| Cultivar | Teor de K (g.kg^{-1}) | | |
|------------|----------------------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 17,34b | 20,41b | 18,87 |
| Tifton 85 | 16,95b | 19,98b | 18,46 |
| Tifton 68 | 18,96a | 23,02a | 20,99 |
| Média | 17,75 | 21,14 | 19,44 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Os teores de K das forrageiras, bem como os de PB, também são afetados por diversos fatores de manejo, sendo as fertilizações fosfatadas (Santos, 2004; Belarmino, 2005) e a correção do solo (Guimarães, 2000; Souza et al., 2006) mais comumente relatadas na literatura, além do avanço da idade da planta (Vieira et al., 1999). Os efeitos, geralmente, são inversos quando a elevação de doses de P, os incrementos de Ca e Mg no solo (via calagem, por

exemplo) e maiores períodos de rebrota reduzem a concentração de K na MS das forrageiras. Este efeito é notório no item relatado e discutido adiante.

O teor desejável de K para atender às exigências de vacas leiteiras lactantes, com peso de 400 kg e produção de 7 a 26 kg.dia⁻¹ de leite, segundo o NRC (1988), varia de 9 a 10 g.kg⁻¹ de K na MS. Em bovinos de corte (animais com 454 kg e com consumo de 2,2% do PV), este valor é de 6,5 g.kg⁻¹ (NRC, 1984). Dessa maneira, os teores de K, mesmo menores em ‘Coastcross’ e em ‘Tifton 85’, são suficientes para atender às exigências nutricionais das categorias animais supracitadas.

O teor de K adequado para o desenvolvimento dos vegetais, descrito por Epstein & Bloom (2006), é de 10 g.kg⁻¹. Dessa forma, todas as forrageiras apresentaram-se bem nutridas em K, mesmo com idade de rebrota elevada.

O teor médio de K das forrageiras (19,44) está próximo ao reportado por Vieira et al. (1999) para a cv. Florakirk, que apresentou teor de 20,7 e 15,0 g.kg⁻¹ de K na MS. Fontaneli et al. (2004) encontraram variações em 124 amostras de gramíneas do gênero *Cynodon* (‘Coastcross’, ‘Tifton 85’, ‘Tifton 68’ e ‘Florakirk’) com amplitudes de 14,4 a 28,9 g.kg⁻¹ de K na MS. Neste intervalo está presente o teor médio de K das forrageiras utilizadas no presente ensaio.

3.7 Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

Somente as doses de P, no primeiro ano, foram responsáveis por modificação ($P < 0,01$) dos teores de Ca na MS das forrageiras (Tabela 9A).

O teor de Ca elevou linearmente, de modo que, para cada incremento de 1 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, foi registrado um aumento de 0,0019 g.kg⁻¹ no teor médio desse nutriente na MS das forrageiras.

Santos (2004) reportou um efeito linear crescente, semelhante ao obtido no presente estudo, para os teores médios de Ca na MS de ‘Coastcross’,

‘Florona’ e ‘Quicuiu’, quando se aplicaram as doses de 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

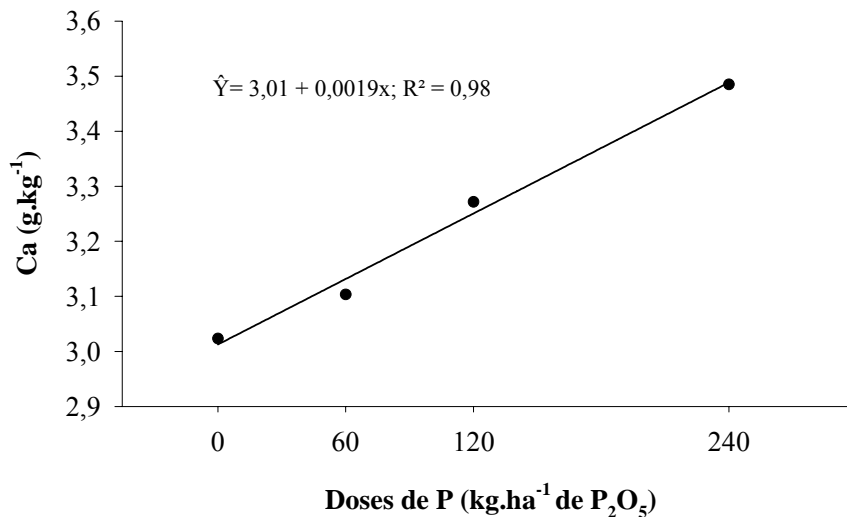


FIGURA 6. Teores de Ca na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P, no primeiro ano.

Os teores médios de Ca das três gramíneas, tanto no primeiro (3,22) quanto no segundo (3,26) ano de avaliação, foram inferiores aos 5 g.kg⁻¹ descritos por Epstein & Bloom (2006) como sendo adequados para a maioria dos vegetais. São, ainda, segundo NRC (1988), inferiores às exigências nutricionais (5,8 g.kg⁻¹ de Ca na MS) de animais leiteiros em lactação (400 kg de PV, com produção de 20 kg.dia⁻¹ de leite).

Contudo, os valores médios de Ca, nos dois anos, são apropriados para as demandas de bovinos de corte (2,7 g.kg⁻¹) com 545 kg e consumo de 2,2% de seu PV (NRC, 1984).

Os teores médios de Ca na MS das três gramíneas estão dentro das amplitudes reportadas na literatura. Fontaneli et al. (2004) relataram teor médio

de Ca em forrageiras do gênero *Cynodon*, coletadas em alguns anos, da ordem de 4,7 g.kg⁻¹. Os autores também informaram o teor de Ca de 2,6 g.kg⁻¹ em ‘Coastcross’, obtido nos ensaios de Palhano & Haddad (1992).

Os teores de Mg variaram entre as gramíneas (P<0,05), no segundo ano, e entre as doses de P (P<0,01), no primeiro ano (Tabela 10A).

O maior teor de Mg ocorreu na ‘Tifton 68’, não sendo observada diferença entre a ‘Coastcross’ e ‘Tifton 85’ (Tabela 10).

TABELA 10. Teores de Mg na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’ submetidas a doses de P, nos dois anos

| Cultivar | Teor de Mg (g.kg ⁻¹) | | |
|-------------------|----------------------------------|--------|-------|
| | 1º Ano | 2º Ano | Média |
| Coastcross | 2,11 | 2,00b | 2,05 |
| Tifton 85 | 2,30 | 2,06b | 2,18 |
| Tifton 68 | 2,42 | 2,56a | 2,49 |
| Média | 2,28 | 2,20 | 2,24 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Novamente, a baixa população de plantas por área, da cv. Tifton 68, pode ter causado esse efeito entre as cultivares, apresentando maiores teores de Mg em sua composição.

A adubação fosfatada foi responsável por um comportamento quadrático do teor de Mg na MS das forrageiras estudadas (Figura 7). A dose de 182,14 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ foi responsável pelo máximo teor estimado de Mg na MS das forrageiras, com valor de 2,47 g.kg⁻¹.

Este comportamento foi diferenciado nos ensaios de Santos (2004), que observou comportamento linear dos teores de Mg de gramíneas do gênero *Cynodon*. Belarmino (2005) também descreveu semelhante ajuste em quatro gramíneas forrageiras, que tiveram os seus teores de Mg elevados de maneira linear, cultivadas sob doses de P₂O₅.

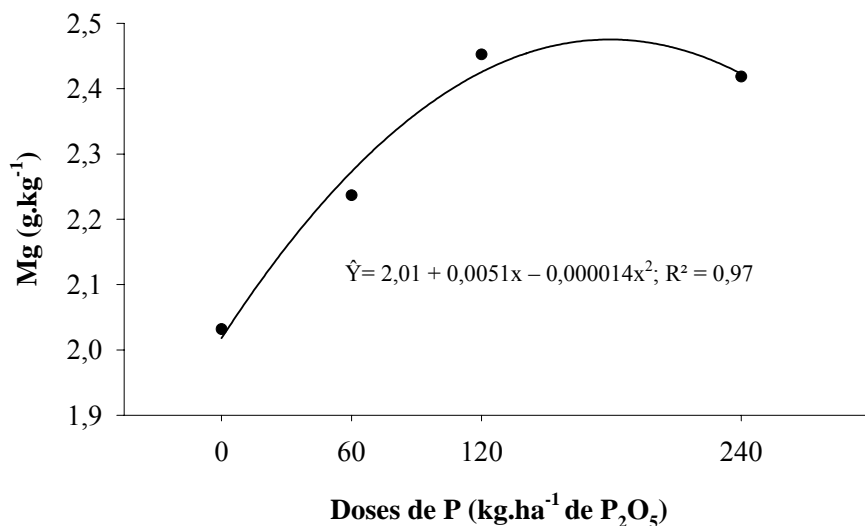


FIGURA 7. Teores de Mg na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P, no primeiro ano.

Os teores médios de Mg do presente estudo estão próximos das médias de 2,4 g.kg⁻¹ e 2,2 g.kg⁻¹ de Mg na MS da ‘Coastcross’ e ‘Florona’, obtidas por Santos (2004). Rocha et al. (2000) encontraram teores de 2,0; 2,5 e 2,2 g.kg⁻¹ para a ‘Coastcross’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’, respectivamente, valores estes, também, próximos aos apurados no presente estudo.

Por sua vez, Fagundes et al. (2000) relataram teores mais elevados de Mg na MS da ‘Tifton 68’ (3,1 g.kg⁻¹) colhida aos 30 dias de rebrota. Os menores valores aqui relatados podem ter sido decorrentes do tempo de colheita das forrageiras, uma vez que as três cultivares foram ceifadas com idades mais avançadas neste ensaio.

Epstein & Bloom (2006) consideram que a concentração de Mg apropriada para a maioria dos vegetais seja da ordem de 2 g.kg⁻¹. Dessa forma,

as forrageiras aqui estudadas, em qualquer tratamento de P_2O_5 , no primeiro ano, estão acima do recomendado por aqueles autores.

Os teores médios de Mg apresentados pelas gramíneas, nos dois anos, seriam suficientes para atender às exigências nutricionais de vacas em lactação ($2,0 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg) com 400 kg de PV e produção variando de 7 a 20 kg.dia^{-1} de leite, segundo o NRC (1988). Por outro lado, apenas 'Tifton 68', no segundo ano, supriria as demandas nutricionais em Mg de bovinos de corte que, segundo o NRC (1984), é de $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$.

4 CONCLUSÕES

A ‘Coastcross’ e a ‘Tifton 85’ apresentaram, em geral, os maiores valores de produção de MS, relação folha/haste e densidade volumétrica de forragem. Já a altura de plantas e o peso de perfilhos, dentre as características agrônômicas destas forrageiras, foram maiores para ‘Tifton 68’.

Apesar de sua maior altura, característica comumente associada a maiores produções, a ‘Tifton’ 68 foi a que proporcionou a menor densidade volumétrica de forragem, sugerindo que somente a altura não constitui parâmetro apropriado de avaliação para planejar o manejo do pasto.

A menor produção da ‘Tifton 68’ contribuiu com os maiores teores de minerais encontrados na sua MS.

As doses de P foram responsáveis por incrementos quadráticos na produção de MS e no teor de Mg e lineares na altura de plantas e nos teores de P e Ca.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERONI, R. B. **Hidroponia, como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo**. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.
- ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do Tifton 68 à doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1875-1882, set. 2000.
- BELARMINO, M.C.J. **Superfosfato triplo na produção e qualidade de quatro gramíneas forrageiras tropicais**. 2005. 147 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n.113, p. 73-85, jan./fev. 1974.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n. 1, p. 55-63, jan./fev. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Normais climatológicas (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Guanabara)**. Rio de Janeiro: MA, v. 3, 1969. 99 p.
- CARAMORI, T. B. A. **Acúmulo de fósforo e crescimento de Tanzânia-1 em função de fontes e níveis de fósforo e calagem, em dois latossolos de Dourados-MS**. 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.
- CARNEVELLI, R.A.; SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 919-927, jun. 2001.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 667-674, out./dez. 2001.

CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; MCDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a Pasto**. Belo Horizonte: PapelForm, 2003. 438 p.

CEDENO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C.; MUNIZ, J.A.; GOMIDE, E.M. Efeito da idade de corte na *performance* de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 462-470, mar./abr., 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** : 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas** : princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

EVANGELISTA, A. R.; PINTO, J.C. Potencial do gênero *Cynodon* para a produção de ruminantes: Realidades e perspectivas. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2005. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2005. p. 257-280.

FAGUNDES, J.L.; HADDAD, C.M.; ROSSI, C.; HEISECKE, O.R.P. Produção, teores e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função da idade de corte na época de inverno. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 794-803, jul./set. 2000.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONTANELI, R.S.; BASSO-SCHEFFER, S.M.; DÜRR, J.W.; APPELT, J.V.; BORTOLINI, F.; HAUBERT, F.A. Predição da composição química de Bermudas (*Cynodon* spp.) pela espectroscopia de reflectância no Infravermelho proximal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.838-842, jul./ago. 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agroclimatological data for Latin America and the Caribbean**. Rome: FAO, 1985. (Producción y protección vegetal, 24).

FORTES, C.A. **Correção do solo com silicato de Ca e Mg para a produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, G. F. P. B. **Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases**. 2000. 197 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C.; LIMA, C. G. de. Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agrônômicas e fisiológicas do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 964-970, jul./ago. 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: PATAFOS, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. . **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: PATAFOS, 1997. 319 p.

MELO, S.P. **Silício e fósforo para o estabelecimento do capim-marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo**. 2005. 110 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MONTEIRO, F.A. *Cynodon* : exigências minerais e adubação. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 1996. p. 23-44.

MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; NÓBREGAS, E.B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.943-952, maio/jun. 2006 Suplemento.

NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; NASCIMENTO, H.T.S; LEAL, J.A.
Comportamento de cultivares de *Cynodon* no Piauí. Teresina: EMBRAPA.
2002. 3 p. (Comunicado técnico, 146).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.**
Washington: National Academy of Science, 1976. 56 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 6.
ed. Washington: National Academy of Science, 1984. 90 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.**
Washington: National Academy of Science, 1988. 157 p.

OLIVERIA, T.N.; PAZ, L.G.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, C.B.;
FERREIRA, R.L.C. Influência do fósforo e do regime de corte na composição
química e digestibilidade *in vitro* do capim-de-raiz (*Chloris orthonotoni* Doell).
Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2248-2255, nov./dez.
2004. Suplemento 3.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.;
SILVA, S.C.; MONTEIRO, A.L.G. Características do processo de ingestão de
forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p.1014-1021, jul./ago. 2007.
Suplemento 4.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.;
SILVA, S.C.; MONTEIRO, A.L.G. Padrões de deslocamento e procura por
forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2253-2259, nov./dez. 2006.

PALHANO, A.L.; HADDAD, C.M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de
Cynodon dactylon (L.) Pers. cv. *Coastcross* nº1. **Pesquisa Agropecuária
Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1429-1438, out. 1992.

PEDREIRA, C.G.S.; TONATO, F. Uso de gramíneas do gênero *Cynodon* como
alternativas na formação de pastagens : abordagem e aplicações econômicas. In:
SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM
EVIDÊNCIAS, 7., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 49-84.

PINTO, C.E.; CARVALHO, P.C.F.; FRIZZO, A.; FONTOURA JÚNIOR, J.A.S.; NABINGER, C.; ROCHA, R. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 319-327, mar./abr.2007.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.

RANDÜZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de eqüinos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RESENDE, H.; ALVIM, M.J. Estabelecimento e manejo sob corte do capim Coast-cross. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996, p.3-8.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ROSA, B. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.3, n.1, p. 1-9, jan./jun. 2002.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; GARCIA, E.; ROSA, B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, n. 1, p. 31-41, jan./jun. 2000.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p.115-128.

SANTOS, Í. P. A. **Morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo**. 2004. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1998. 165 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

SILVA, S.C. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de corte. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, S. **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2005. p.177-189.

SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. Consumo de forragem sob condições de pastejo. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE: OTIMIZANDO A PECUÁRIA DE CORTE, 4., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p. 35-76.

SOEST, P.J. van. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University, 1994. 476 p.

SOUZA, R.M. **Formas de aplicação de calcário na produção e qualidade da forragem do capim-tanzânia**. 2004. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, R.M.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; COUTO FILHO, C.C.C. Formas de aplicação de calcário nos teores de minerais da forragem do capim-tanzânia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p.752-758, jul./ago. 2006.

VIERIA, A.C.; HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F.; HEISECKE, R.P.; et al. Produção e valor nutritivo da grama bermuda Florakirk (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p.1185-1191, out./dez. 1999. Suplemento.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p.23-83.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Produção de leite em pastagens de *Cynodon dactylon*, (L.) PERS, cv. Coastcross. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p. 77-92.

VILELA, D. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de leite. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, S. **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2005. p.191-223.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Lavras, **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan./jun. 1979.

ZAROSKI, R. J.; BURAU, R. G. A. Rapid nitric perchloric acid digestion method for multi-elements tissue analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n.5, p. 425-436. 1977.

CAPÍTULO 3

FÓSFORO, CALCÁRIO E SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA 'JIGGS'

RESUMO

SOUZA, Ronan Magalhães de. Fósforo, calcário e silicato de cálcio e magnésio nas características agronômicas e composição química da ‘Jiggs’. In: _____. **Produção e composição química de cultivares de *Cynodon* submetidos a silicato de cálcio e magnésio, calcário e fósforo**. 2008. cap. 3, p. 80-154. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as características agronômicas e a composição química da Jiggs [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] submetida a doses de fósforo, calcário e silicato de Ca e Mg. O ensaio foi conduzido, durante o período de janeiro a julho de 2007, em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Ciência do Solo da UFLA, em Lavras, MG. Foi montado em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4, com três formas de correção do solo (sem corretivo, com calcário e com silicato de Ca e Mg) associadas às doses de 100, 200, 400 e 800 mg.dm⁻³ de P. Durante o período experimental, foram realizadas duas avaliações, no intuito de verificar o efeito dos tratamentos aplicados sobre a produção de matéria seca (PMS), a PMS total (PTMS), a densidade de perfilhos (DP), o comprimento de perfilhos (CP) e de estolões (CE), a razão parte aérea/raiz (RAR) e os teores de proteína bruta (PB), P, K, Ca, Mg, Si e seus respectivos acúmulos e as fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). De maneira geral, os tratamentos com calcário e com silicato de Ca e Mg foram mais promissores em comparação ao tratamento sem correção do solo. Em relação às doses de P, observou-se que as doses extremas estiveram associadas às menores produções e a uma forragem de pior composição química. A PMS, a PTMS, a DP e o CE foram maiores nos tratamentos com corretivos e as doses de P proporcionaram um comportamento quadrático. O CP variou apenas com as doses de P de forma linear crescente e a RAR apresentou ponto de máxima sob as doses de P. O tratamento sem correção do solo foi responsável por maiores teores de PB e K e menores de Ca e Mg na MS da ‘Jiggs’. Já o conteúdo de K foi maior no tratamento com calcário em relação aos demais. Os corretivos proporcionaram o maior teor de P e os maiores acúmulos de Ca e Mg na MS da forrageira, em comparação ao solo sem corretivo. Em relação ao teor e ao acúmulo de Si, estes foram sempre maiores nos tratamentos com silicato. A FDN diminuiu quando o solo foi incubado tanto com calcário quanto com silicato. Os teores de PB, K, Ca, Si, FDN e FDA decresceram à medida que se

* Comitê Orientador: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Orientador), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA e Joel Augusto Muniz – UFLA.

elevaram as doses de P aplicadas. Por outro lado, os teores de P e os conteúdos de N, K, Ca, Mg e Si foram incrementados pelas doses de P, com comportamentos variados.

ABSTRACT

SOUZA, Ronan Magalhães de. Phosphorus, limestone and calcium and magnesium silicon on agronomical characteristics and chemical composition of 'Jiggs'. In: _____. **Yield and chemistry composition of *Cynodon* cultivars submitted on calcium and magnesium silicate, limestone and phosphorus.** 2008. cap. 3, p. 80-154. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras*.

This study was conducted with the objective to evaluate the agronomic characteristics and chemistry composition of 'Jiggs' (*Cynodon dactylon*) submitted to phosphorus doses, limestone and Ca and Mg silicon. The experiment was conducted during the period of January to July, 2007, in green house of Soil Science Department of UFLA and was assembled in a randomized complete block design, with four replicates, on factorial scheme 3 x 4, with three soil corrections (without corrective, limestone and Ca and Mg silicon) in association of four phosphorus doses (100, 200, 400 and 800 mg.dm⁻³ P). During experimental period was made two evaluations to study treatment effects on DMY and total DMY (TDMY) tiller density (TD), tiller length (TL), stolon length (SL), shoot: root ratio (SRR) and CP, P, K, Ca, Mg and Si contents and their respective accumulateness, neutral (NDF) and acid detergent fiber contents (ADF). Generally, limestone and Silicon were more soil influencing compared to without soil correction. Phosphorus extreme doses are associated to minor DMY and chemical forage composition. The DMY, TDMY, TD and SL were biggest on soils corrected to the detriment of without soil correction and the phosphorus doses, in these variables, exercised a quadratic influence. The TL varied only under phosphorus doses with linear increments and SRR exhibited a maximum point under phosphorus doses. Soil without correction was responsible to major CP and K and minors Ca and Mg contents on 'Jiggs', although K accumulateness was major on the limestone treatment in relation to the others. The corrective of soil showed the biggest P content and major Ca and Mg accumulateness on 'Jiggs', in comparison with soil without corrective. The Si content and accumulateness were always major on the Ca and Mg Silicon treatment. The NDF reduced when soil was corrected. The CP, K, Ca, Si, NDF and ADF contents decreased as doses of phosphorus were applied. On the other hand, P content and N, K, Ca, Mg and Si accumulateness were raised by these doses, with varying behavior.

* Guidance Committee: Gudesteu Porto Rocha – UFLA (Adviser), José Cardoso Pinto – UFLA, Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA and Joel Augusto Muniz – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne e de leite, no Brasil, baseia-se quase que exclusivamente em pastagens de gramíneas e leguminosas forrageiras (Pedreira, 2005). Trata-se, pois, de uma forma econômica de alimentar os rebanhos, sobretudo de ruminantes.

Segundo estimativas do Censo Agropecuário do IBGE (2008) o rebanho bovino nacional, com aproximadamente 170 milhões de cabeças, em 2006, era 216% maior do que o computado na década de 1970 (78,5 milhões de cabeças). Curiosamente, os dados de áreas ocupadas com pastagens (172,3 milhões de ha) representam uma redução de 3,8% e 3%, quando comparados aos anos de 1985 e 1995, respectivamente.

Esse comportamento em que o rebanho cresce a cada ano e as áreas com pastagens estão tendendo a estabilizar ou, de certa forma, a reduzir, induz a pensar cada vez mais em sistemas tecnificados e, conseqüentemente, em melhorar os incrementos de produtividade e ou desempenho dos animais.

Nas plantas, o ácido fosfórico pode se apresentar por dissociação em três formas iônicas diferentes: o H_2PO_4^- , o HPO_4^{2-} e o PO_4^{3-} . Sob a forma de fosfato orgânico, o fósforo (P) se encontra no citoplasma e no núcleo das células que formam os tecidos jovens das plantas, local que ocorre intenso metabolismo, sendo o P indispensável em inúmeras etapas dos processos bioquímicos vegetais. Dentre estes, destacam-se: a fotossíntese, a produção de energia (ATP), a síntese e a degradação de carboidratos, o crescimento e a divisão celular e, por isso, concentra-se nos tecidos jovens, como folhas, que são mais nutritivos, dentre outros (Carvalho et al., 2003).

De acordo com o NRC (1988), o P é o mais importante elemento na formulação de dietas de gado leiteiro. Aproximadamente 86% do P nos animais são encontrados no esqueleto e nos dentes.

O manejo da adubação, tanto em plantio como em pastagens já estabelecidas, deve ser considerado como uma ferramenta importante. Esta é uma das poucas formas de se manter produtiva uma pastagem por longos períodos. A adubação fosfatada constitui uma tecnologia que deve ser considerada premissa básica no manejo da fertilização das pastagens, pois, de acordo com Volpi et al. (2008), o P é o nutriente mais limitante no estabelecimento de pastagens no Cerrado, em virtude dos baixos teores no solo e da sua alta capacidade de fixação.

Esta baixa disponibilidade de P e a elevada acidez de grande parte dos solos brasileiros são os principais limitantes para se alcançar altas produtividades das culturas (Cantarutti et al., 2004). Dessa forma, medidas que visem elevar os teores de P no solo, como a adubação fosfatada e, também, reduzir a sua fixação, por meio da calagem e da silicatagem, são práticas que irão contribuir com sistemas de produção sustentáveis ao longo dos anos, de elevada produtividade.

A fixação de P no solo ocorre na presença de minerais de argila capazes de adsorver o íon fosfato em sua superfície por meio da troca deste elemento por hidroxilas, num processo denominado “adsorção específica de ânions ácidos incompletamente dissociados” (Pozza et al., 2007) e, também, pela redução do pH de solos com cargas variáveis, gerando, nesta condição, cargas positivas que atraem os íons fosfatos.

Outra forma de fixação de P no solo é a sua precipitação. Isso ocorre por meio da formação de compostos com Fe e Al em condições ácidas e com Ca em valores de pH elevados (Sato & Comerford, 2005), gerando fosfato de ferro

[Fe(OH)₂ H₂PO₄] ou de alumínio [Al(OH)₂ H₂PO₄] ou, ainda, fosfato de cálcio (CaHPO₄).

Nesse sentido, mecanismos capazes de inibir a redução do pH e a atividade da acidez trocável e potencial contribuem para a melhor eficiência da adubação fosfatada, por, possivelmente, evitarem a fixação de P em solos sob condições de acidez.

A calagem, por meio da hidrólise de seus componentes, os carbonatos de cálcio e magnésio (CaCO₃ e MgCO₃), é capaz de gerar OH como um dos produtos finais de sua reação. Estas hidroxilas neutralizam os prótons H⁺ e precipitam o Al presente no solo, reduzindo, portanto, a condição de acidez do meio.

Já os silicatos, além de elevarem o pH e reduzirem a acidez dos solos, liberam o ácido silícico (H₄SiO₄) como produto de sua dissociação. A forma iônica desprotonada deste componente (H₃SiO₄⁻) compete com os íons fosfato pelo mesmo sítio de adsorção nas superfícies minerais do solo, aumentando a dessorção de P à solução do solo.

As características agronômicas das forrageiras são de extrema importância para que sejam estabelecidas metodologias apropriadas de manejo da pastagem, seja ela mantida sob lotação contínua, seja sob lotação rotacionada.

As tentativas do passado de se manter o ciclo de pastejo em datas fixas pré-estabelecidas falharam. As considerações acerca da entrada e da saída dos animais levavam em conta apenas a produção de MS e sua relação com uma taxa de lotação qualquer, sem, contudo, atentar para o acúmulo líquido de forragem; a proporção de folhas, hastes e material morto; a densidade de forragem; a população de perfilhos e a distribuição das diferentes frações da planta ao longo do perfil do dossel forrageiro, dentre outros.

Atualmente, é crescente o número de trabalhos que consideram as características morfológicas e estruturais da pastagem na tomada de decisão para

o momento apropriado de entrada e de retirada dos animais (Brâncio et al., 2003; Barbosa et al., 2007; Carvalho et al., 2007; Pedreira et al., 2007). A idéia é fazer com que a planta aproveite, da forma mais apropriada possível, as condições ambientais, sem padronização de ciclos de pastejo, reduzindo desperdícios (acúmulo de material morto) ou evitando estresse ao vegetal (elevada pressão de pastejo) e, dessa forma, permitir um pastejo adequado numa condição em que planta e animal sejam beneficiados por meio de um sistema harmônico.

Silva (2005) afirma que a adubação e a calagem aumentam a velocidade de crescimento das plantas forrageiras e, caso o processo de colheita (manejo da desfolhação – corte ou pastejo) não seja devidamente ajustado, o valor nutritivo será rápida e significativamente reduzido, em função da maturidade dos tecidos vegetais (excesso de hastes e material morto).

A densidade de perfilhos, a altura de plantas, a relação folha/haste e o peso de perfilhos são algumas variáveis que podem contribuir para o entendimento da dinâmica de desenvolvimento das forrageiras na pastagem e o momento apropriado do pastejo, sobretudo naquelas que são manejadas com corretivos de solo e fertilizantes fosfatados.

As gramíneas do gênero *Cynodon*, um grupo de forrageiras mais recentes introduzidas no Brasil, vêm sendo utilizadas fortemente pelo setor agropecuário como alternativa para a nutrição animal.

A crescente utilização das gramíneas deste gênero decorre das vantagens apresentadas pelas suas cultivares. Vilela (2005) aponta fatores, como a alta produtividade e a boa qualidade, associadas à elevada capacidade de resposta à fertilização; a grande resistência ao pisoteio e a boa capacidade de adaptação a solos úmidos e a baixas temperaturas, como pontos favoráveis de algumas variedades e cultivares do gênero *Cynodon*.

Trata-se de um grupo de forrageiras cosmopolitas, pois, segundo Pedreira (2005), a espécie *C. dactylon* tem distribuição geográfica não apenas na

África e Ásia, mas em todos os continentes, com exceção do Antártico. Isso garante uma diversidade de cultivares que apresentam potencial de utilização em diversas partes do mundo.

A ‘Jiggs’ [*C. dactylon* (L.) Pers.] é uma das mais recentes do gênero *Cynodon* lançado no Brasil. Este é o motivo de poucos relatos dessa cultivar na literatura. De acordo com Athayde et al. (2005), trata-se de uma grama-bermuda melhorada por um fazendeiro do leste do Texas e que apresenta elevada capacidade de suporte em períodos prolongados de estiagem.

Randüz (2005) reportou teores médios de 18,06% e 0,47%, de PB e P, respectivamente, na MS da ‘Jiggs’.

Em razão da escassez de informações sobre as cultivares de *Cynodon*, bem como do efeito de corretivos e adubação neste gênero, objetivou-se, com a condução deste trabalho, avaliar a influência da calagem, da silicatagem e da adubação fosfatada sobre as características agronômicas e a composição química da ‘Jiggs’ em casa de vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Este município situa-se nas coordenadas geográficas 21°14'30'' de latitude Sul e 45°00'10'' de longitude Oeste, a 918 m de altitude média (FAO, 1985), no período compreendido entre os meses de janeiro e junho de 2007.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4. Foram testados três materiais corretivos do solo (testemunha – sem aplicação de corretivo, aplicação de calcário e a incubação do solo com escória de siderurgia) associados a quatro doses de P (100, 200, 400 e 800 mg.DM⁻³), totalizando 48 unidades experimentais constituídas por vasos plásticos, sem furos, com capacidade para 4 dm³ de solo cada.

As doses dos dois materiais corretivos foram calculadas de acordo com a CFSEMG (1999), considerando o método da elevação da saturação por bases do solo (V%) adaptado à fórmula da seguinte maneira:

$$NC = T(V\hat{e}-V)/100 \text{ e } QCV = NC \times 100/PRNT/0,5$$

em que:

NC – necessidade de corretivo (PRNT de 100% e volume de solo de 2.000.000 dm³); **Vê** – saturação esperada (60% no presente estudo); **V** – saturação atual do solo (%); **T** – CTC a pH 7,0 (cmol_c.dm⁻³) e **QCV** – quantidade de corretivo em cada vaso (g.vaso⁻¹); **PRNT** – poder relativo de neutralização total do material corretivo (%) e 0,5 = fator de conversão (t.ha⁻¹ → g.vaso⁻¹).

As características dos corretivos utilizados estão listadas na Tabela 1.

TABELA 1. Características químicas dos corretivos utilizados

| Corretivo | CaO | MgO | PN | Reatividade | PRNT | Ca | Mg |
|------------------|------------|------------|-----------|--------------------|-------------|-----------|-----------|
| | | | | % | | | |
| Calcário | 38,98 | 15,93 | 98,41 | 99,68 | 98,09 | 27,84 | 9,56 |
| Silicato | 30,84 | 10,48 | 76,55 | 69,36 | 53,09 | 22,03 | 6,29 |

Laboratório do Departamento de Química (DQI/UFLA), 2005.

2.3 Instalação e condução do experimento

O solo utilizado (Tabela 2) foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), coletado em área de vegetação secundária do Campus da UFLA, à profundidade de 0-20 cm.

Após a secagem, peneiramento e envasamento do solo (4 dm³ em cada vaso), aplicaram-se o calcário e o silicato de Ca e de Mg, nos tratamentos correspondentes, juntamente com uma adubação oriunda do preparo de cinco soluções, sendo quatro para os macronutrientes (uma solução para cada tratamento de P, associando N, K e S em cada solução) e outra para os microelementos. Esta adubação de plantio consistiu da aplicação de uma alíquota de 25 mL.vaso⁻¹ das soluções que continham as seguintes proporções de

nutrientes: 100 mg.dm⁻³ de N; 100, 200, 400 e 800 mg.dm⁻³ de P (quatro soluções para cada tratamento de P – com cada dose aplicada de uma única vez); 122 mg.dm⁻³ de K e 20 mg.dm⁻³ de S; e, para os micronutrientes, utilizou-se uma alíquota de 10 mL.vaso⁻¹, de uma única solução, visando aplicar 0,15 mg.dm⁻³ de Mo; 5,0 mg.dm⁻³ de Zn; 3,6 mg.dm⁻³ de Mn; 1,3 mg.dm⁻³ de Cu e 0,8 mg.dm⁻³ de B.

As soluções foram preparadas por meio dos ácidos e sais puros para análise (PA) dos seguintes reagentes: sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄], nitrato de amônio (NH₄NO₃), fosfato monoamônico (NH₄H₂PO₄), ácido fosfórico (H₃PO₄), sulfato de potássio (K₂SO₄), cloreto de potássio (KCl), molibdato de amônio [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O], sulfato de zinco (ZnSO₄.H₂O), sulfato de manganês (MnSO₄.4H₂O), sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O) e ácido bórico (H₃BO₃).

TABELA 2. Resultados da análise de solo antes da aplicação dos corretivos e nutrientes

| Análise | Valor | Classificação* |
|--|-------|----------------|
| pH (em água) | 4,5 | baixo |
| MO (dag/kg) | 3,8 | médio |
| Ca ²⁺ Cálcio trocável (cmol _c /dm ³) | 0,4 | muito baixo |
| Mg ²⁺ Magnésio trocável (cmol _c /dm ³) | 0,1 | muito baixo |
| Al ³⁺ Acidez trocável (cmol _c /dm ³) | 1,3 | alta |
| Soma de bases (cmol _c /dm ³) | 0,6 | muito baixo |
| (H + Al) Acidez potencial (cmol _c /dm ³) | 7,9 | alta |
| (t) CTC efetiva (cmol _c /dm ³) | 1,9 | baixo |
| (T) CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³) | 8,5 | médio |
| (m) Saturação por alumínio % | 70 | alta |
| (V) Saturação por bases % | 6,6 | muito baixa |
| P Fósforo disponível (mg/dm ³) | 1,2 | muito baixo |
| K disponível (mg/dm ³) | 22 | baixo |
| P-rem (mg/L) | 4,5 | - |
| Si (mg/dm ³) | 15,5 | - |

Laboratório de Análises de Solo do DCS-UFLA, 2007.

(*) de acordo com a CFSEMG (1999).

Após a aplicação dos corretivos e da adubação de plantio, bem misturados ao solo, os vasos foram irrigados com água destilada, quando necessário, visando sempre manter um volume de água no intervalo de 50% e 70% do volume total de poros (VTP). Os vasos foram pesados diariamente, para se ajustar a quantidade de água e mantidos sob folhas de jornal, para se evitar as perdas por evaporação.

Passados 31 dias de incubação do solo, as mudas da 'Jiggs' foram plantadas (22/03/2007) utilizando-se estolões que apresentavam três gemas viáveis, enterrando-se uma e as demais permaneciam sobre a superfície do solo nos vasos.

No dia 20/04/2007, 60 dias após a incubação do solo e aos 29 dias de plantio das mudas, realizou-se o corte de uniformização das plantas, ceifando-as a cerca de 5 cm de altura em relação ao solo. Por esta ocasião, o solo foi coletado para, a partir de então, ser monitorado com relação às modificações químicas que este apresentaria em resposta aos tratamentos aplicados (Tabelas 3 e 4). Após a coleta do solo, os vasos receberam adubação de manutenção correspondente a 80 mg.dm^{-3} de N e K, por meio da utilização de uma alíquota de 25 mL.vaso^{-1} de uma solução preparada a partir dos sais nitrato de potássio (KNO_3) e nitrato de amônio (NH_4NO_3).

No dia 22/05/2007, três dias após o primeiro corte de avaliação da 'Jiggs', realizou-se uma adubação de manutenção com N e K, aplicando-se 100 mg.dm^{-3} de cada nutriente, o que se repetiu em 20/06/2007, nove dias antes da última avaliação, porém com proporção de nutrientes de 50 mg.dm^{-3} de N e K. Em ambas as situações, foram utilizados os sais descritos anteriormente no manejo da adubação de manutenção.

TABELA 3. Resultados de análise do solo coletado antes do primeiro corte

| Atributos | Sem corretivo | | | | Calcário | | | | Escória de siderurgia | | | |
|--|---|------|------|-------|----------|------|------|-------|-----------------------|------|------|-------|
| | -----Doses de P (mg.dm ⁻³)----- | | | | | | | | | | | |
| | 100 | 200 | 400 | 800 | 100 | 200 | 400 | 800 | 100 | 200 | 400 | 800 |
| pH (em água) | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,7 | 5,3 | 5,3 | 5,2 | 5,2 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 5,4 |
| MO (dag/kg) | 2,6 | 3,1 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 2,6 | 3,0 | 3,1 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,3 |
| Ca ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³) | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 2,9 | 2,7 | 2,9 | 2,8 | 3,9 | 4,2 | 4,0 | 4,1 |
| Mg ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 |
| Al ³⁺ Acidez trocável (cmol _c /dm ³) | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Soma de bases (cmol _c /dm ³) | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,3 | 5,9 | 6,2 | 6,0 | 6,1 |
| (H + Al) Acidez potencial (cmol _c /dm ³) | 7,0 | 8,8 | 8,8 | 9,8 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 3,6 | 3,6 | 5,0 | 3,6 |
| (t) CTC efetiva (cmol _c /dm ³) | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,3 | 5,9 | 6,2 | 6,0 | 6,1 |
| (T) CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³) | 7,7 | 9,6 | 9,5 | 10,6 | 9,0 | 8,1 | 9,0 | 9,3 | 9,5 | 9,8 | 11 | 10,6 |
| (m) Saturação por alumínio % | 55,0 | 52,0 | 59,0 | 54,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (V) Saturação por bases % | 9,6 | 8,5 | 7,3 | 7,9 | 50,1 | 50,8 | 49,9 | 46,4 | 62,0 | 63,2 | 54,6 | 57,7 |
| P fósforo disponível (mg/dm ³) | 6,5 | 15,9 | 47,7 | 178,6 | 5,2 | 15 | 50,6 | 137,7 | 6,5 | 15 | 43,5 | 117,9 |
| K disponível (mg/dm ³) | 94 | 87 | 73 | 95 | 87 | 89 | 76 | 90 | 106 | 112 | 87 | 90 |
| P-rem (mg/L) | 13,6 | 11,5 | 14,3 | 17,4 | 14,3 | 17,8 | 16,4 | 21,7 | 15,6 | 16 | 17,4 | 19,9 |
| Si (mg/dm ³) | 15,4 | 15,9 | 13,3 | 14,7 | 9,9 | 10,7 | 9,7 | 12,5 | 41,3 | 38,5 | 36,1 | 39,5 |

Laboratório de Análises de Solo do DCS-UFLA, 2007.

TABELA 4. Resultados de análise do solo coletado no final do experimento, após o segundo corte

| Atributos | Sem corretivo | | | | Calcário | | | | Escória de siderurgia | | | |
|--|---|------|------|------|----------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|
| | -----Doses de P (mg.dm ⁻³)----- | | | | | | | | | | | |
| | 100 | 200 | 400 | 800 | 100 | 200 | 400 | 800 | 100 | 200 | 400 | 800 |
| pH (em água) | 4,7 | 4,5 | 4,4 | 4,5 | 5,3 | 5,4 | 5,4 | 5,3 | 5,6 | 5,8 | 5,7 | 5,7 |
| MO (dag/kg) | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,3 | 3,1 | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,1 |
| Ca ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³) | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 2,9 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,8 | 3,9 | 4,1 | 3,9 |
| Mg ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Al ³⁺ Acidez trocável (cmol _c /dm ³) | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Soma de bases (cmol _c /dm ³) | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 4,2 | 3,9 | 3,7 | 4,3 | 5,5 | 5,5 | 5,7 | 5,5 |
| (H + Al) Acidez potencial (cmol _c /dm ³) | 8,8 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 5,0 | 5,0 | 5,6 | 5,6 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| (t) CTC efetiva (cmol _c /dm ³) | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 4,4 | 3,9 | 3,9 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 5,7 | 5,7 |
| (T) CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³) | 9,8 | 11,6 | 11,6 | 11,7 | 9,2 | 8,9 | 9,3 | 9,8 | 9,5 | 9,5 | 10,2 | 10,5 |
| (m) Saturação por alumínio % | 45,0 | 66,0 | 70,0 | 63,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 |
| (V) Saturação por bases % | 10,0 | 5,3 | 4,9 | 5,9 | 45,4 | 43,9 | 40,0 | 43,1 | 57,9 | 57,7 | 55,8 | 52,2 |
| P fósforo disponível (mg/dm ³) | 4,6 | 12,4 | 37,8 | 99,5 | 3,7 | 10,4 | 29,3 | 94,3 | 4,6 | 10,0 | 29,3 | 89,3 |
| K disponível (mg/dm ³) | 148,0 | 44,0 | 28,0 | 36,0 | 64,0 | 48,0 | 16,0 | 20,0 | 84,0 | 22,0 | 28,0 | 22,0 |
| P-rem (mg/L) | 7,2 | 7,2 | 8,0 | 9,1 | 9,1 | 10,2 | 10,9 | 14,3 | 9,7 | 10,9 | 11,8 | 14,0 |
| Si (mg/dm ³) | 17,7 | 18,4 | 20,2 | 22,1 | 18,4 | 18,4 | 15,2 | 17,6 | 43,1 | 38,6 | 43,4 | 43,1 |

Laboratório de Análises de Solo do DCS-UFLA, 2007.

2.4 Avaliações e variáveis analisadas

Durante o período experimental, foram realizadas duas avaliações, cada uma com dois dias de coleta de dados. A primeira avaliação ocorreu aos 31 e aos 32 dias após o corte de uniformização e a segunda, aos 37 e aos 38 dias após a primeira.

2.4.1 Densidade de perfilhos, comprimentos de perfilhos e de estolões

Para a densidade de perfilhos (DP) ($\text{perfilhos.vaso}^{-1}$), realizou-se a contagem total das plantas em cada vaso. Posteriormente, mediu-se, com um metro de bambu, o comprimento de perfilhos (CP) (cm), considerando o material que se apresentava perpendicular ao solo, de forma ereta. O comprimento de estolões (CE) (cm) foi mensurado, considerando o material que saía do vaso e apresentava-se com o ápice em direção o solo.

2.4.2 Produção de matéria seca

A produção de MS (PMS) foi avaliada aos 60 e aos 92 dias após a incubação do solo com os materiais corretivos e a fertilização de plantio. Para a sua estimativa, as plantas foram ceifadas aos 32 e aos 38 dias, no primeiro e no segundo cortes, respectivamente, um dia após a avaliação de DP, CP e CE. A forrageira foi cortada a cerca de 4-5 cm de altura em relação à borda do vaso e levada ao laboratório, onde foi pesada, acondicionada em saquinhos de papel com pequenos furos e encaminhada para estufa de circulação forçada, a 50°C, até peso constante, para ser novamente pesada e determinada, em função de seu peso seco, a PMS. Para a produção total de MS (PTMS), considerou-se o somatório das produções obtidas nos dois cortes.

2.4.3 Matéria seca de raiz e razão parte aérea/raiz

A matéria seca de raiz (MSR), separada do solo com o auxílio de uma peneira, foi obtida por meio da pesagem desta fração da planta, após ser submetida a uma secagem em estufa de circulação forçada, a 50°C, até peso constante. A relação parte aérea/raiz (RAR) foi estimada pela divisão da PTMS pelo peso seco da raiz da 'Jiggs', em cada parcela.

2.4.4 Composição química da forragem

2.4.4.1 Teor de proteína bruta (PB) e acúmulo de N

Os teores de PB da forragem foram determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, por meio do método semimacro Kjeldahl, descrito por Silva & Queiroz (2004).

Para o acúmulo de N, considerou-se o conteúdo desse elemento na MS das plantas, obtido em cada um dos dois cortes.

2.4.4.2 Teores de minerais

Os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, segundo o método da digestão nitroperclórica, descrito por Zaroski & Burau (1977). As leituras das concentrações de P nos extratos foram obtidas por colorimetria; as de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Braga & Defelipo (1974) e os teores de K por fotometria de chama, segundo Malavolta et al. (1989).

Os teores de Si foram determinados, segundo o método descrito por Korndörfer et al. (2004), no Laboratório de Análise de Fertilizantes (LAFER) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O

acúmulo de Si foi estimado por meio do conteúdo desse elemento na MS de cada parcela experimental.

2.4.4.3 Teores de fibras em detergente neutro e ácido

Os teores de FDN e FDA foram obtidos no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, segundo o método de Van Soest (1994).

2.5 Análises estatísticas

Os valores das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e os tratamentos de correção do solo comparados pelo teste de Skott-Knott (5%). Já as doses de P foram interpretadas de acordo com o estudo de regressão, utilizando-se o programa Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR) (Ferreira, 2000).

Quando a interação entre os fatores em estudo foi significativa, procedeu-se ao seu desdobramento, avaliando-se os níveis de um fator dentro dos níveis do outro fator. As análises estatísticas foram realizadas em cada um dos dois cortes e, para a produção total de MS, foi considerada a soma dos dois cortes.

Para as equações de regressão foram considerados os testes de não aderência, além da disposição dos dados no gráfico, e do R^2 , para o ajustamento das observações aos modelos testados.

O modelo estatístico do experimento consta a seguir:

$$y_{tdk} = \mu + C_t + P_d + CP_{td} + r_k + e_{tdk},$$

sendo:

y_{tdk} = referente ao valor observado no nível t do fator corretivos C, no nível d do fator doses de fósforo P, no bloco k ;

μ = médias dos tratamentos, constante associada a todas as oservações;

C_t = efeito do nível t do fator corretivos, com t = 1, 2 e 3;

P_d = efeito do nível d do fator doses de P, com d = 1, 2, 3 e 4;

CP_{td} = efeito da interação do nível t do fator C e nível d do fator P;

r_k = efeito do bloco k, com k = 1, 2, 3 e 4;

e_{tdk} = erro experimental associado à observação y_{tdk} que, por hipótese, tem distribuição normal de média 0 e variância σ^2 , $e_{dik} \sim N(0, \sigma^2)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de MS por corte e total

As análises de variância das PMS do primeiro e do segundo corte e da PTMS revelaram efeito significativo ($P < 0,01$) para os corretivos e doses de P empregadas. A PMS do segundo corte e a PTMS apresentaram interação significativa ($P = 0,07$ e $P = 0,09$, respectivamente) entre os tratamentos testados (Tabela 11A). As médias de produção foram de 24,60; 21,12 e 45,74 g.vaso⁻¹ de MS, obtidas no primeiro e no segundo cortes e na PTMS, respectivamente.

Na Tabela 5, observa-se que as produções foram sempre maiores nos tratamentos em que o solo foi corrigido com calcário ou escória de siderurgia, quando comparadas àquelas nas quais o solo não recebeu material corretivo. Este comportamento era esperado, uma vez que a correção do solo promove modificações no meio, como se pode observar nas Tabelas 3 e 4, refletindo na variável em estudo.

Volpe et al. (2008) concluíram que a adubação com P e N, associada à calagem (níveis de V%), contribuiu com incremento nos teores de N, P, Ca e Mg nas folhas de capim-massai (*Panicum maximum* Jacq. cv. Massai). Esses resultados apontam para a melhoria das condições metabólicas das plantas que estão associadas diretamente aos incrementos de produção dos vegetais cultivados em solos corrigidos e fertilizados.

Para os corretivos utilizados, percebe-se que não houve diferença de produção entre ambos (Tabela 5). Provavelmente, o tempo de avaliação empregado pode ter contribuído para este efeito, uma vez que, em períodos mais prolongados e, segundo Prado et al. (2003), o silicato, possivelmente, apresentaria reação mais lenta (maior efeito residual) graças ao equilíbrio

químico estabelecido entre a sua dissociação e a concentração de Ca e valores de pH da solução, ou seja, a solubilidade da escória de siderurgia é reduzida em função dos acréscimos nos valores de pH e da elevação da concentração de Ca no solo (Prado et al., 2001).

A escória de siderurgia não diferiu do calcário, com relação a PMS, porque o solo utilizado apresenta teor natural de Si abaixo do recomendado por Korndörfer et al. (2002). De acordo com estes autores, em geral, valores de Si no solo (extraídos com ácido acético 0,5 M) inferiores a 20 mg.dm⁻³ (solos arenosos normalmente apresentam baixos teores de Si) indicam alta probabilidade de resposta à adubação com Si. Isso também serve para plantas que são conhecidas como acumuladoras de Si.

TABELA 5. Produções de MS por corte (PMS) e total da ‘Jiggs’, em função dos corretivos

| Corretivos | PMS (g.vaso ⁻¹) | | Total |
|-------------------|-----------------------------|---------|--------|
| | 1ºcorte | 2ºcorte | |
| Testemunha | 21,52b | 17,82b | 39,34b |
| Calcário | 26,09a | 22,23a | 48,33a |
| Silicato | 26,17a | 23,39a | 49,56a |
| Média | 24,60 | 21,12 | 45,74 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Oliveira et al. (2007) reportaram, em estudo com fertilizantes fosfatados, associados ou não à calagem em pastagem degradada de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu], que a calagem contribuiu para aumentos em produção de forragem quando a aplicação de P foi suprimida no segundo ano, em comparação ao tratamento sem calagem e aplicação de P. Esses resultados demonstram a importância da correção do solo

em melhorar a disponibilidade de nutrientes em condições nas quais estes estão em baixas concentrações no solo.

Para o efeito de P, a PMS, no primeiro corte, não se ajustou a nenhuma equação de regressão testada. O valor médio da PMS nesta avaliação foi equivalente a 24,60 g.vaso⁻¹.

No segundo corte, no desdobramento da interação corretivos x doses de P, percebe-se, pelos dados da Tabela 6, que tanto o calcário como o silicato, nas doses superiores de P, foram mais eficientes em elevar a PMS. Porém, o silicato, na dose de 200 mg.dm⁻³ de P, promoveu aumento de 24% na produção da 'Jiggs', comparado ao calcário. Isso pode ter sido consequência das melhores condições do solo incubado com silicato nesta dose de P (Tabela 4), como, por exemplo, elevação dos teores de Ca, Mg e Si, incrementos da saturação por bases do solo, da CTC efetiva e potencial, da soma de bases e do pH, em relação ao solo com calcário.

As respostas diferenciadas de PMS entre os níveis do fator correção de solo confirmam o fato de que a 'Jiggs' é, realmente, sensível a solos ácidos, com reduzidos soma e saturação por bases e valores de pH do solo.

Ainda de acordo com a Tabela 6, nota-se que, na menor dose de P testada (100 mg.dm⁻³), os tratamentos de correção do solo e testemunha não se diferenciaram entre si ($P > 0,05$), demonstrando que, em condições de baixa disponibilidade de P no solo, a sua correção não é eficiente em elevar a produção de MS da 'Jiggs', mesmo passados 92 dias da incubação do solo.

No desdobramento da interação dos corretivos x doses de P no segundo corte, a produção de MS sob influências do silicato de Ca e Mg não se ajustou aos modelos de regressão testados. Já as produções de MS no solo sem corretivo e no solo com calcário apresentaram comportamento quadrático para esta variável, em função das doses de P (Figura 1). As produções obtidas com calcário foram maiores do que as do solo que não recebeu corretivo algum.

TABELA 6. Produção de MS (PMS) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e doses de P, no segundo corte

| Doses de P (mg.dm ⁻³) | PMS (g.vaso ⁻¹) | | | Média |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------|----------|-------|
| | Corretivos | | | |
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 11,63a | 16,33a | 13,97a | 13,97 |
| 200 | 17,25b | 18,40b | 24,32a | 19,99 |
| 400 | 20,28b | 27,20a | 24,55a | 24,01 |
| 800 | 22,10b | 26,98a | 30,72a | 26,60 |
| Média | 17,82b | 22,23a | 23,39a | 21,12 |

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

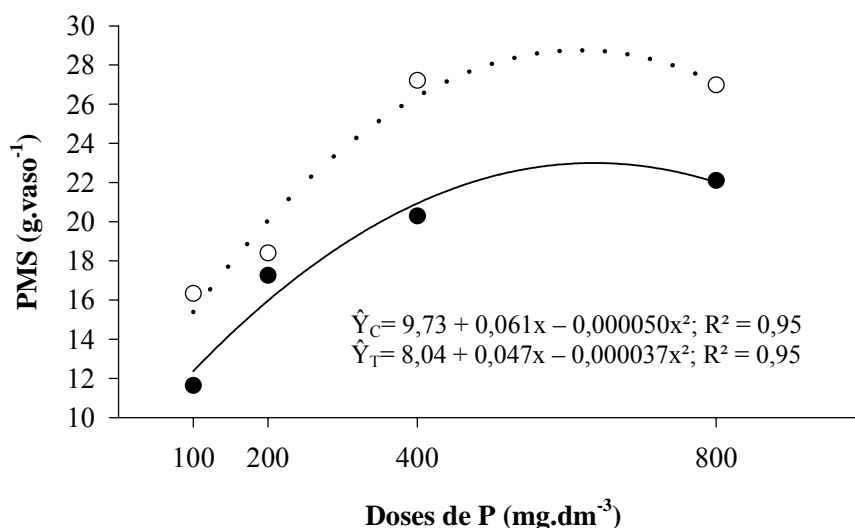


FIGURA 1. Produção de matéria seca (PMS) da ‘Jiggs’ no solo sem corretivo (—●; \hat{Y}_T) e com calcário (---○; \hat{Y}_C), em função das doses de P, no segundo corte.

Santos (2004) também não reportou ajustes a modelos de regressão para a PMS do capim-coastcross, quando testou as doses 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ no primeiro ano de avaliação. Contudo, no ano subsequente, o capim-coastcross respondeu de forma linear às doses testadas.

A máxima PMS estimada com o emprego do calcário foi de 28,34 g.vaso⁻¹, sob a dose de 610 mg.dm⁻³ de P. Já na ausência dos corretivos, a máxima produção estimada foi de 22,96 g.vaso⁻¹, sob a dose de 635,13 mg.dm⁻³ de P.

Observa-se que, com as doses de P no solo com calcário, a máxima PMS alcançada foi maior do que a obtida nos tratamentos sem corretivos, mesmo sendo a dose de P estimada inferior no solo calcareado. Ou seja, uma dose 3,95% menor de P aplicada no solo com calcário é responsável por uma PMS 19% acima daquela obtida sem a calagem.

Estes resultados evidenciam o efeito potencializador que os corretivos apresentam na adubação de pastagens, sobretudo naquelas forrageiras conhecidas como sendo de alto nível tecnológico, como as do gênero *Cynodon*.

Os benefícios da adubação fosfatada em solos de Cerrado são esperados, uma vez que os baixos teores de P nesses solos e as suas demais características químicas naturais de formação não garantem um bom desenvolvimento de material forrageiro que demande grandes quantidades de nutrientes. Nesse sentido, a calagem e a fertilização são componentes indispensáveis de manejo da pastagem.

Na dose de 200 mg.dm⁻³ de P, o tratamento com calcário apresentou menor produção total de MS em relação ao silicato na mesma dose (Tabela 7), refletindo o mesmo comportamento do segundo corte. A melhoria das condições do solo nessa dose (Tabelas 3 e 4) pelo silicato possibilitou a obtenção dessa resposta. Além dos incrementos em algumas características do solo (S, t, T, minerais, etc.), o efeito do Si presente na escória de siderurgia justificou o emprego do silicato nessa dose.

TABELA 7. Produção total de MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e doses de P

| Doses de P (mg.dm ⁻³) | Produção total de MS (g.vaso ⁻¹) | | | Média |
|--------------------------------------|--|----------|----------|-------|
| | Corretivos | | | |
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 21,04b | 34,76a | 30,90a | 28,90 |
| 200 | 40,24b | 43,56b | 52,83a | 45,54 |
| 400 | 47,71b | 57,15a | 53,88a | 52,91 |
| 800 | 48,39b | 57,84a | 60,66a | 55,63 |
| Média | 39,34b | 48,33a | 49,57a | 45,74 |

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

A produção total de MS apresentou comportamento semelhante ao obtido no segundo corte em relação às doses de P estudadas, em cada nível do fator corretivos (Figura 2).

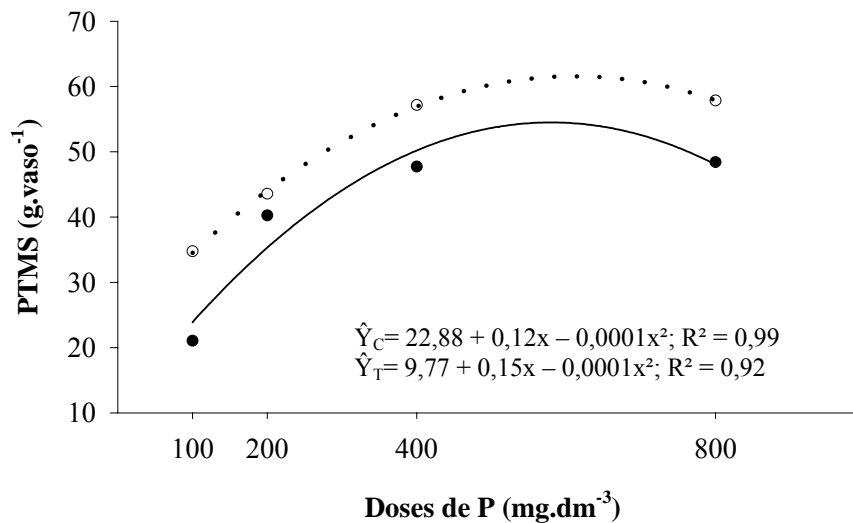


FIGURA 2. Produção total de matéria seca (PTMS) da ‘Jiggs’ no solo sem corretivo (—●; \hat{Y}_T) e com calcário (---○; \hat{Y}_C), em função das doses de P.

As doses de P aplicadas nas parcelas que haviam sido incubadas com o silicato não se ajustaram a nenhuma equação testada para a PTMS da 'Jiggs', cuja média foi de 49,56 g.vaso⁻¹.

Volpe et al. (2008) encontraram respostas lineares e quadráticas para o acúmulo de MS verde (MSV) do capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai) submetido aos tratamentos com doses de 0, 80, 160 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e saturações por bases do solo de 20%, 40%, 60% e 80%, além dos tratamentos com N. Moreira et al. (2006) também reportaram comportamento quadrático para a produção de MS do capim-napier (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) submetido a doses de P aplicadas no fundo do sulco de plantio (0, 30, 60, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P) ou distribuídas no sulco com incorporação (0, 60, 120, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de P).

Passos et al. (1997) encontraram maiores produções de MS do braquiarião (*Brachiaria brizantha*) na presença da calagem e maiores ainda nos tratamentos com calagem+gessagem. O tratamento sem calagem foi responsável pela menor PMS do braquiarião, quando os três tratamentos foram associados com o superfosfato triplo.

É importante ressaltar que os dados de PMS devem estar sempre associados a outras variáveis, como a proporção de material morto (folhas), a relação folha/haste e a altura das plantas.

Durante as avaliações, ocorreu o amarelecimento de algumas folhas mais velhas nos tratamentos com maiores doses de P. Entretanto, esse sintoma estava muito mais associado a deficiências nutricionais do que com a morte de tecidos provocada por sombreamento.

3.2 Densidade de perfilhos

Os corretivos, no segundo corte, foram eficientes ($P < 0,01$) em elevar a densidade de perfilhos da ‘Jiggs’. O perfilhamento foi mais intenso na última avaliação do que aquele apurado na primeira. A densidade de perfilhos da ‘Jiggs’ também respondeu às doses de P ($P < 0,01$), tanto no primeiro quanto no segundo corte (Tabela 12A).

O emprego dos corretivos, no segundo corte, foi responsável pelo maior perfilhamento da ‘Jiggs’, quando comparada à testemunha, ao passo que na primeira avaliação isto não foi observado (Tabela 8).

De modo geral, os incrementos em produção de MS de gramíneas forrageiras estão associados a um perfilhamento menos intenso (Luz et al., 2000; Fortes, 2006; Souza et al., 2006b). Este efeito ocorre quando perfilhos mais leves e mais numerosos estão negativamente correlacionados a maiores índices de produção. A ‘Jiggs’ se comportou de forma semelhante ao descrito, uma vez que a produção média de MS decresceu do primeiro para o segundo corte e a densidade de perfilhos aumentou nessas duas avaliações, mostrando, portanto, que maiores PMS estão associadas a menores DP.

TABELA 8. Densidade de perfilhos (DP) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivos | DP (perfilhos.vaso ⁻¹) | | |
|------------|------------------------------------|----------|--------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 79,37 | 89,18b | 84,27 |
| Calcário | 95,50 | 111,43a | 103,46 |
| Silicato | 92,12 | 117,37a | 104,74 |
| Média | 89,00 | 106,00 | 97,49 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

O braquiário, nos ensaios de Passos et al. (1997), apresentou maior perfilhamento nos tratamentos com calagem+gessagem, em comparação ao tratamento sem calagem. O tratamento calagem apresentou um comportamento intermediário, no 6º corte, quando se utilizou o superfosfato triplo.

O perfilhamento é uma característica natural de que as forrageiras dispõem para explorar, tanto horizontalmente como verticalmente, o território ao seu redor. Nas plantas, este mecanismo ocorre como uma forma de ampliação de seu aparato fotossintético (surgimento de mais folhas) e da absorção de nutrientes (aumento no volume de raízes), quando o ambiente (espaço físico e o solo) oferece suporte para que estas ações se desenvolvam.

O perfilhamento da ‘Jiggs’ respondeu de forma quadrática no primeiro corte e linear no segundo, em função das doses de P empregadas (Figura 3).

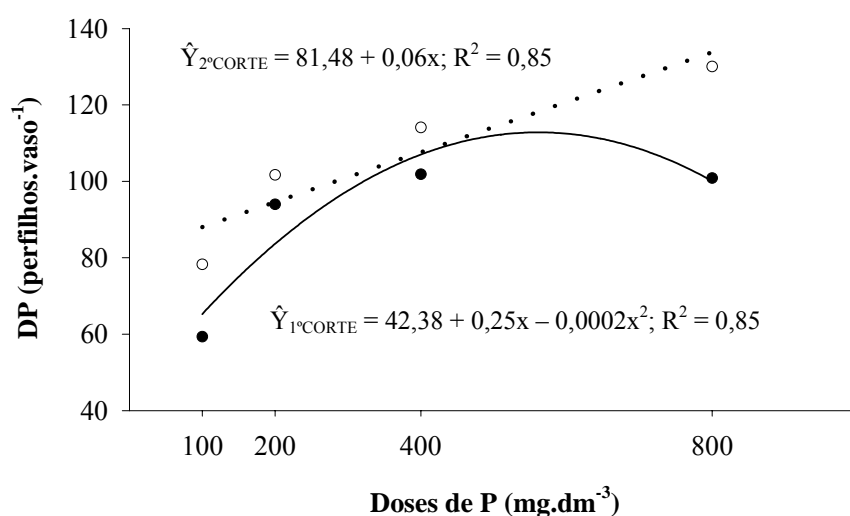


FIGURA 3. Densidade de perfilhos (DP) da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (····○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

O máximo perfilhamento da ‘Jiggs’ no primeiro corte foi de 113,40 perfilhos.vaso⁻¹ e ocorreu na dose de 568,18 mg.dm⁻³ de P. Este comportamento está de acordo com o reportado por Patês et al. (2007) que, avaliando a influência de doses de P (0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), associadas ou não a 100 kg.ha⁻¹ de N no perfilhamento do capim-tanzânia, em casa de vegetação, ajustou um modelo quadrático de regressão para a variável em estudo, quando aplicou as doses de P na presença da adubação nitrogenada.

Por sua vez, Santos (2004) reportou comportamento linear decrescente para a densidade de perfilhos do capim-coastcross, sob as doses de 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, no primeiro ano de avaliação, para uma fonte solúvel de P. Já no segundo ano, o autor reportou incremento linear e positivo em resposta às doses empregadas. Esse resultado é semelhante ao ocorrido na segunda avaliação do presente estudo, em que foi registrado um incremento de 0,06 perfilhos.vaso⁻¹ da ‘Jiggs’, para cada aumento de um mg.dm⁻³ de P.

3.3 Comprimentos de perfilhos e de estolões

Apenas no segundo corte observou-se efeito das doses de P (P<0,01) no comprimento de perfilhos da ‘Jiggs’ (Tabela 13A). Os valores médios obtidos no primeiro e no segundo cortes foram de 18,00 e 17,63 cm, respectivamente.

O comprimento de perfilhos, no segundo corte, apresentou comportamento linear em resposta à aplicação das doses de P (Figura 4). O comprimento médio de perfilhos da ‘Jiggs’ aumentou 0,01 cm para cada acréscimo de uma unidade na dose de P.

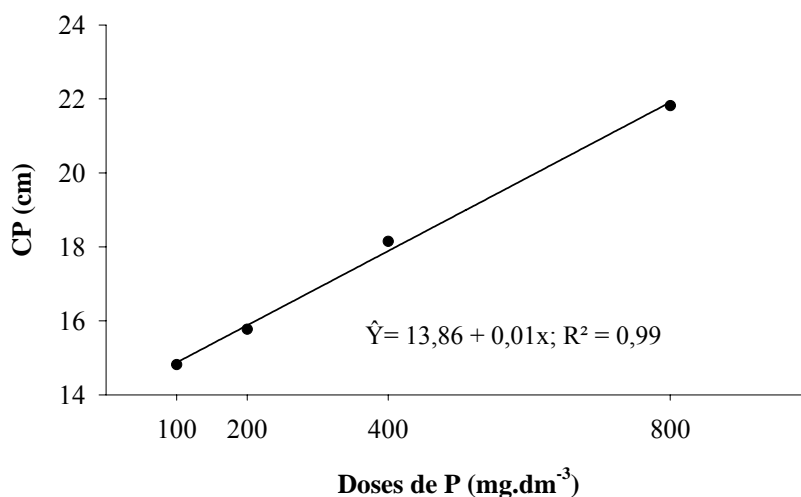


FIGURA 4. Comprimento de perfilhos (CP) da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no segundo corte.

Esses resultados podem estar associados ao fato de que o alongamento intenso dos perfilhos fazia com que estes projetassem seu ápice para o chão em busca de solo, para emitir e fixar suas raízes. Quando isso ocorreu, o perfilho foi considerado como estolão e o que ainda estava ereto, perpendicular ao solo, foi avaliado como perfilho.

Já o comprimento de estolões respondeu aos corretivos ($P < 0,05$) e às doses de P ($P < 0,01$) no primeiro corte. No segundo corte, observou-se interação ($P < 0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 14A).

Nos tratamentos em que o solo foi corrigido ocorreram os maiores comprimentos de estolões (Tabela 9). Esta variável contribuiu com a produção de MS, estando, possivelmente, associada com maiores PMS.

A intensa exploração das áreas circunvizinhas por estas estruturas pode contribuir com a redução de solos descobertos e garantir que as pastagens da

‘Jiggs’, quando forem calcareadas ou silicatadas, apresentem arquitetura densa do dossel vegetal, evitando perdas decorrentes de erosões hídrica e eólica e da exposição solar direta da matéria orgânica do solo.

TABELA 9. Comprimento de estolões (CE) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivos | CE (cm) | | |
|-------------------|----------|----------|--------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 126,20b | 95,61 | 110,90 |
| Calcário | 143,19a | 97,51 | 120,35 |
| Silicato | 137,79a | 91,00 | 114,39 |
| Média | 135,74 | 94,71 | 115,21 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

O comprimento de estolões respondeu de forma quadrática à aplicação das doses de P, no primeiro corte (Figura 5). Observa-se que os valores obtidos de comprimento dos estolões são muito superiores aos registrados para o comprimento de perfilhos (Figura 4). Em condições de campo, na qual os estolões se espalhariam pela área, possivelmente, o comprimento de perfilhos seria muito maior ao que foi reportado neste estudo (média de 17,81 cm). Por esta razão, estes valores são inferiores aos 42,84 cm encontrados por Santos (2004) para o capim-coastcross, aos 35 dias de idade, cultivado a campo.

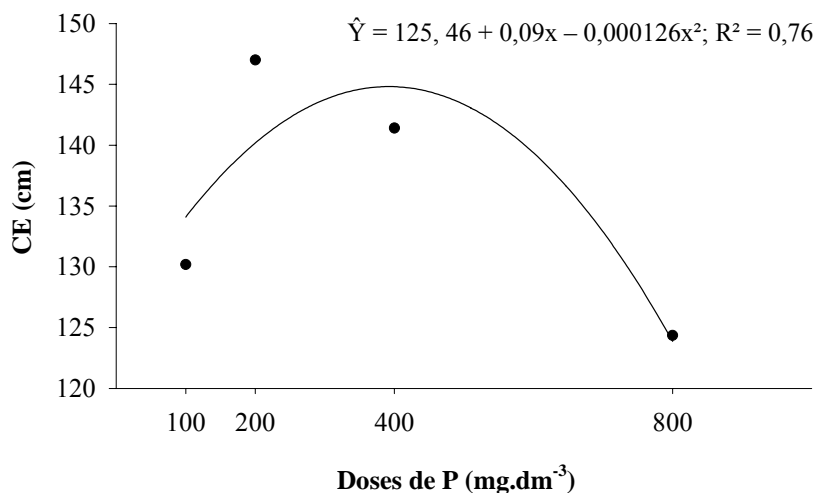


FIGURA 5. Comprimento médio de estolões (CE) da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro corte.

No desdobramento da interação, no segundo corte, verifica-se, pelos dados da Tabela 10, que, com exceção da dose de 200 mg.dm⁻³ de P, o calcário foi responsável pelos maiores comprimentos de estolões, em comparação ao tratamento com silicato. Estes resultados, provavelmente, estão associados aos maiores benefícios que o silicato, em comparação ao calcário, promoveu nessa dose.

As doses intermediárias de P aplicadas no tratamento sem correção do solo apresentaram os maiores valores para a variável em estudo, com relação ao calcário e ao silicato. Isso demonstra, mais uma vez, que a ‘Jiggs’ lança mão de seus estolões, em condições de deficiências nutricionais do solo, para suprir suas necessidades, buscando novos sítios de exploração. Na Tabela 6, nota-se que foram justamente nessas doses (200 e 400 mg.dm⁻³ de P) que o tratamento sem corretivo apresentou as menores produções.

TABELA 10. Comprimento de estolões (CE) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P, no segundo corte

| Doses de P (mg.dm^{-3}) | CE (cm) | | | Média |
|---------------------------------------|------------|----------|----------|-------|
| | Corretivos | | | |
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 92,39a | 100,80a | 83,82a | 92,33 |
| 200 | 95,72a | 85,56a | 92,39a | 91,22 |
| 400 | 108,29a | 99,06a | 90,80a | 99,38 |
| 800 | 86,04a | 104,61a | 96,99a | 95,88 |
| Média | 95,61 | 97,51 | 91,00 | 94,71 |

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Ainda, no desdobramento da interação doses de P x corretivos, nota-se que apenas o tratamento sem corretivo se comportou de forma quadrática frente às doses de P empregadas (Figura 6).

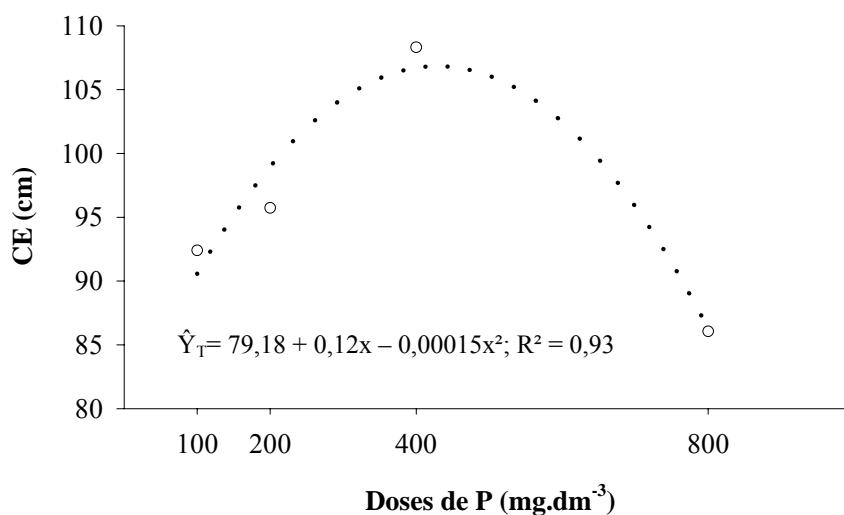


FIGURA 6. Comprimento de estolões (CE) da ‘Jiggs’ sem corretivo (○; \hat{Y}_T), em função das doses de P, no segundo corte.

O calcário e o silicato não se ajustaram a nenhum dos modelos de regressão testados. As médias desses dois tratamentos foram de 97,51 e 91,00 cm, para o calcário e o silicato, respectivamente.

3.4 Matéria seca de raiz e razão parte aérea/raiz

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) de nenhum dos tratamentos testados para a MS de raiz (MSR) (Tabela 15A). Os valores médios obtidos para a MSR foram de 32,29; 36,98; 36,44 e 38,75 g, para as doses de 100, 200, 400 e 800 mg.dm⁻³ de P e de 37,13; 34,56 e 36,65 g, para os tratamentos sem correção, com calcário e com silicato, respectivamente.

A razão parte aérea/raiz variou ($P<0,01$) de acordo com os corretivos e as doses de P empregadas (Tabela 15A).

O tratamento sem corretivo foi o que apresentou a menor RAR (1,07) em relação aos tratamentos com calcário (1,45) e com silicato (1,36). Estes últimos não diferiram entre si.

Estes resultados são, possivelmente, decorrentes do aumento do volume das raízes proporcionado pela correção do solo (Tabelas 3 e 4). Sabe-se que o Al, em níveis tóxicos no solo, inibe o desenvolvimento do sistema radicular. Dessa forma, medidas que reduzam o seu teor no solo condizem com raízes em maior massa e em melhor condição exploratória.

A elevação dos teores de Ca no solo também está relacionada com os incrementos de massa de raiz nos tratamentos de correção do solo.

Vale et al. (1998) ressaltam que, em saturação de Al acima de 60%, há um grande aumento na atividade de Al em solução. Nessas condições, para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado.

Fortes (2006) registrou um comportamento linear decrescente da RAR de gramíneas forrageiras tropicais, em função dos aumentos na V%, quando se utilizou a escória de siderurgia em um Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo).

Com relação às doses de P pode-se perceber (Figura 7) que a RAR apresentou comportamento quadrático, no qual foi estimado um valor de 1,51 decorrente da dose de 533,33 mg.dm⁻³ de P.

O crescimento da raiz pode ter sido limitado pelo volume reduzido de 4 dm³ do vaso utilizado, o que culminou com uma menor massa de raízes em comparação com a parte aérea da 'Jiggs'.

Carneiro et al. (2007) reportaram um comportamento quadrático para a produção de MS da parte aérea e do sistema radicular do capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) com o emprego de fungos micorrízicos arbusculares e de doses de P (0, 60, 120 e 240 mg.dm⁻³).

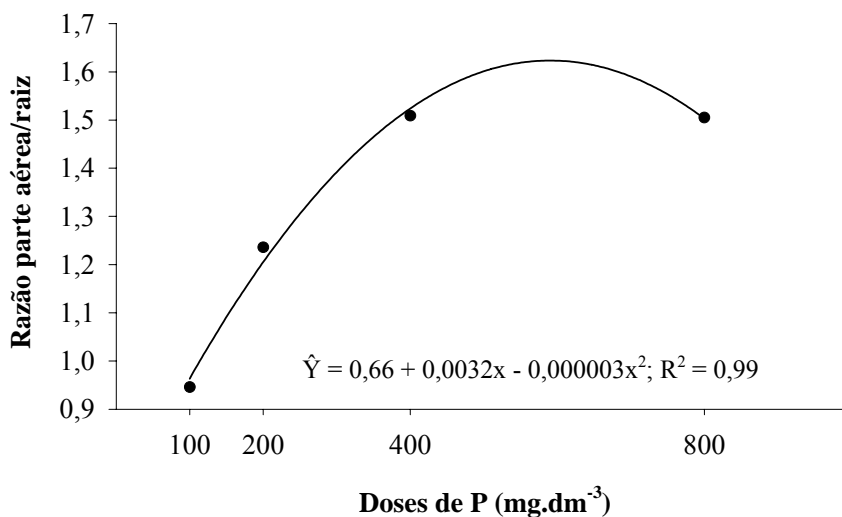


FIGURA 7. Razão parte aérea/raiz da 'Jiggs', em função das doses de P.

3.5 Teor de proteína bruta e acúmulo de nitrogênio

Os teores de proteína bruta (PB) da ‘Jiggs’ foram influenciados ($P < 0,01$) pelas doses de P no primeiro e no segundo cortes e pelos corretivos apenas no segundo corte (Tabela 16A).

No primeiro corte, os teores de PB foram mais elevados do que os encontrados na segunda avaliação. Observa-se, pelos dados da Tabela 11, que nos tratamentos de correção do solo ocorreram os menores teores de PB. Isso é resultado da diluição de N contido na MS da gramínea, que reduz o teor de N à medida que se eleva a sua produção, ou seja, uma condição reduzida de PMS estará associada a maiores teores de PB na MS e vice-versa.

Fortes (2005) reportou um comportamento linear decrescente para o capim-tanzânia com a elevação da V% de um LVdf em estudo com silicato de Ca e Mg.

Pela Figura 8, nota-se que as doses de P também contribuíram para reduções nos teores de PB da ‘Jiggs’. No primeiro corte, para cada aumento de um mg.dm^{-3} de P, houve uma redução equivalente a 0,004% do teor de PB na MS de ‘Jiggs’. Já no segundo corte, o menor teor de PB foi de 10,16% e ocorreu sob a dose de $583,33 \text{ mg.dm}^{-3}$ de P.

TABELA 11. Teores de proteína bruta (PB) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | PB (% na MS) | | |
|------------|--------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 16,60 | 13,27a | 14,93 |
| Calcário | 16,19 | 11,97b | 14,08 |
| Silicato | 14,80 | 11,43b | 13,11 |
| Média | 15,86 | 12,22 | 14,04 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

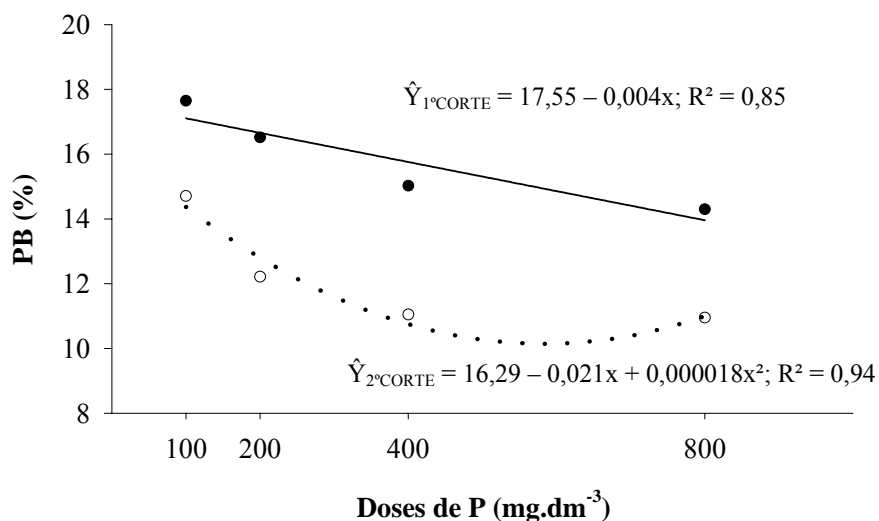


FIGURA 8. Teores de proteína bruta (PB) na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (---○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

Novamente, na situação acima descrita, a elevação na PMS ocorrida sob as doses de P pode ter contribuído para a redução dos teores de PB da ‘Jiggs’, pelos motivos já citados anteriormente.

Cedeño et al. (2003) reportaram, em estudo com idades de corte de três gramíneas do gênero *Cynodon*, teores de 16,81%, 17,91%, 16,81% e 13,88%, 14,22% e 13,45% de PB na MS na forragem de ‘Coastcross’, ‘Tifton 68’ e ‘Tifton 85’ cortados aos 28 e 42 dias de idade, respectivamente. O valor médio obtido no presente estudo (14,04% de PB na MS) está dentro dos limites encontrados por estes autores.

Por sua vez, Randüz (2005) registrou um valor médio de 18,05% de PB na MS da ‘Jiggs’, superior ao obtido no presente experimento. Contudo, o valor médio de 14,04% de PB na MS da ‘Jiggs’ está muito acima dos requerimentos

mínimos dos ruminantes, pois Silva (1998) afirma que teores de PB abaixo de 6%-7% alteram a fermentação ruminal por parte da microbiota ali presente.

Uma consideração importante acerca deste comportamento de redução dos teores de PB frente aos incrementos nas PMS é a de que esta não deve ser considerada como um fato isolado, uma vez que acréscimos em produção estão, quase sempre, associados a aumentos na quantidade acumulada de N ou PB, como se verá a seguir.

Observando-se os dados da Tabela 17A, pode-se notar que tanto os corretivos ($P < 0,05$) como as doses de P ($P < 0,01$), em ambos os cortes, foram responsáveis por modificações no acúmulo de nitrogênio (AN) na MS da 'Jiggs'.

Essa relação mostra que as reduções nos teores de PB na MS das forrageiras, mediante incrementos de produção, de modo geral, não devem ser características de forragem de baixo valor nutritivo, uma vez que a quantidade de um nutriente pode ser crescente diante de elevadas produções.

Os corretivos foram responsáveis por maiores AN da 'Jiggs' em comparação ao tratamento sem corretivo, nos dois cortes (Tabela 12). Apesar de não modificar o teor de MO no solo (Tabela 3), os tratamentos com corretivos contribuíram para melhorar a nutrição mineral da 'Jiggs' e, com isso, potencializar o conteúdo de N na MS dessa cultivar.

Ao comparar esses resultados com os da Tabela 11 percebe-se um comportamento inverso entre os teores de PB e AN encontrados nos tratamentos com os corretivos e na ausência deles. Essa informação confirma a hipótese de que a PB, considerada exclusivamente dentre os quesitos que compõem o valor nutritivo da forragem, não deve ser um parâmetro avaliado isoladamente do AN para se determinar a qualidade de uma forragem qualquer.

TABELA 12. Acúmulo de nitrogênio (AN) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | AN (g.vaso ⁻¹) | | Média |
|-------------------|----------------------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | |
| Testemunha | 0,54b | 0,36b | 0,45 |
| Calcário | 0,65a | 0,41a | 0,53 |
| Silicato | 0,60a | 0,41a | 0,50 |
| Média | 0,60 | 0,39 | 0,49 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Apesar de não ajustar a nenhum dos modelos de regressão testados, no primeiro corte, o acúmulo de N da ‘Jiggs’ apresentou tendência quadrática com o aumento das doses de P, com valor médio de 0,60 g.vaso⁻¹ de N (Figura 9). Já no segundo corte, o AN aumentou 0,0001 g para cada 1 mg.dm⁻³ de P aplicado no solo.

Ceretta et al. (2005) descreveram relação positiva, associada a um comportamento crescente, para o N acumulado e a PMS de plantas de milho (*Zea mays* L.) quando aplicaram dejetos líquidos de suínos (0, 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹) nessa cultura. As doses de P, no primeiro ano de aplicação, corresponderam a 42, 84 e 168 kg.ha⁻¹ de P total contido nas doses de 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹ de dejetos, respectivamente. Esse comportamento foi semelhante ao observado na ‘Jiggs’.

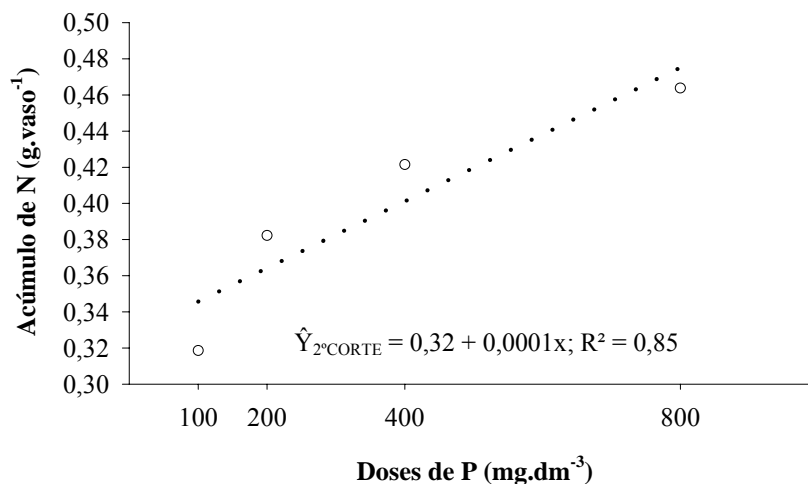


FIGURA 9. Acúmulo de N na MS da 'Jiggs', em função das doses de P no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (.....○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

3.6 Teor de P

Os teores de P da 'Jiggs' foram influenciados ($P < 0,01$) pelos corretivos no primeiro corte e pelas doses de P em ambos os cortes ($P < 0,01$) (Tabela 18A).

Como era de se esperar, no tratamento com ausência de calagem, os efeitos associados à fixação de P e à baixa disponibilidade deste elemento no tipo de solo empregado podem ter reduzido a absorção desse elemento pela 'Jiggs' (Tabela 13). Por outro lado, com a utilização dos corretivos, o P pôde ser desorvido ou disponibilizado para a solução do solo através dos incrementos de pH e do teor de Si no solo (Tabelas 3 e 4), além de ser fornecido via adubação. Não houve diferença entre o calcário e o silicato de Ca e de Mg. Estes resultados mostram que a escória de siderurgia, quando empregada segundo o método da elevação de V%, desempenha papel semelhante ao do calcário em relação ao teor de P.

TABELA 13. Teores de P na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Teor de P (g.kg ⁻¹) | | |
|------------|---------------------------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 1,66b | 1,40 | 1,53 |
| Calcário | 2,20a | 1,46 | 1,83 |
| Silicato | 2,10a | 1,50 | 1,80 |
| Média | 1,99 | 1,45 | 1,72 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05)

As maiores produções de MS para os tratamentos com corretivos estiveram associadas às unidades experimentais cujo solo foi corrigido (Tabela 5). Pode-se perceber, também, que os maiores teores de P na MS da ‘Jiggs’ ocorreram nos tratamentos com calcário e silicato (Tabela 13). Essa analogia é válida para afirmar que a nutrição com P, dentre outros elementos, em forrageiras, é essencial para a obtenção de elevadas produções de MS e, ainda, que a calagem e ou a silicatagem são tecnologias que potencializam este efeito.

Os teores de P na MS da ‘Jiggs’, obtidos nos tratamentos com correção do solo (Tabela 13), estão acima do exigido para bovinos de corte (0,19% na MS) com peso de, aproximadamente, 450 kg, consumindo cerca de 2% de MS em relação ao seu peso vivo (PV) (NRC, 1984). Já as médias gerais do primeiro e do segundo cortes, de 1,99 e 1,45 g.kg⁻¹, respectivamente, estão dentro do limite para ótimo crescimento das plantas (1-5 g.kg⁻¹), segundo Malavolta et al. (1997).

Contudo, de acordo com o NRC (1988), os teores médios de P obtidos no presente estudo estão abaixo das exigências (0,28%-0,41%) de vacas leiteiras com 400 kg de PV e produção diária de 7 a 26 kg de leite.

Prado et al. (2003) encontraram respostas linear e quadrática, crescentes, para o teor de P em soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) quando

empregaram escória de siderurgia e calcário, respectivamente, variando as doses em equivalentes de CaCO_3 (0; 1,3; 2,6 e 3,9 t.ha^{-1}).

A correção do solo é um fator que pode interferir na utilização de determinados fosfatos utilizados na agricultura, sobremaneira o momento da calagem em relação a essa adubação. Caramori (2000) observou, em estudo com doses e fontes de P em capim-tanzânia, elevando ou não a saturação por bases do solo a 50%, que, para a fonte hiperfosfato natural de Gafsa, os maiores teores de P ocorreram quando da ausência da calagem e, em geral, a fonte solúvel (superfosfato triplo), na presença da calagem, foi a responsável pelos teores mais elevados.

Com relação às doses de P e seus efeitos nos teores deste elemento na MS da 'Jiggs', pode-se notar, na Figura 10, que tanto no primeiro como no segundo cortes, para cada mg.dm^{-3} de P aplicado ao solo, o teor de P na MS da 'Jiggs' elevou-se em $0,002 \text{ g.kg}^{-1}$ de P. Na última dose de P, no primeiro corte, o teor de P na MS da cultivar atende às exigências de vacas em lactação (NRC, 1988).

Essa variação dos teores de P na MS da 'Jiggs' foi semelhante nos ensaios de Santos (2004) que, aos 35 dias de rebrota, apresentou comportamento linear para os teores médios de P na MS das gramíneas 'Coastcross', 'Florona' e 'Quicuiu', sob doses crescentes de P. Melo (2005) também descreveu um comportamento linear crescente para o teor de P na MS do capim-marandu, submetido a cinco doses de P (10, 90, 170, 250 e 330 mg.dm^{-3}) e Si.

Em geral, os teores de P na MS da 'Jiggs' obtidos neste ensaio, sobremaneira no primeiro corte, estão próximos ao reportado por Rocha et al. (2000), que descreveram teores médios de 2,7; 2,3 e 2,5 g.kg^{-1} de P na MS das forrageiras 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', respectivamente.

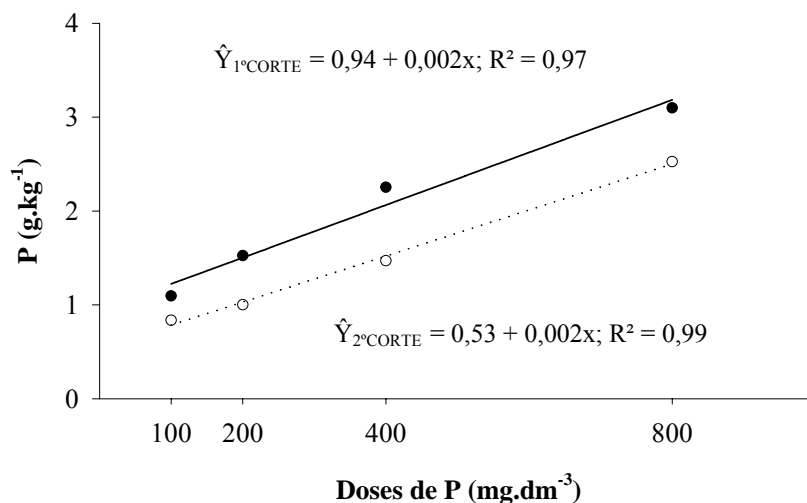


FIGURA 10. Teores de fósforo (P) na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (---○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

3.7 Teor e acúmulo de K

Os teores de K na MS da ‘Jiggs’ foram influenciados ($P < 0,01$) pelos corretivos e pelas doses de P, nos dois cortes. Contudo, no segundo corte, observou-se interação significativa ($P < 0,05$) entre os dois fatores testados (Tabela 19A).

No primeiro corte, os tratamentos sem corretivo e com calcário foram os responsáveis pelos maiores teores de K da ‘Jiggs’, quando comparados com o tratamento silicato. Já no segundo corte, o solo sem corretivo proporcionou o maior teor de K dessa cultivar, comparada aos tratamentos de correção, que não diferiram entre si (Tabela 14).

TABELA 14. Teores de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Teor de K (g.kg⁻¹) | | |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 19,10a | 21,67a | 20,38 |
| Calcário | 18,31a | 18,78b | 18,54 |
| Silicato | 16,24b | 18,27b | 17,25 |
| Média | 17,88 | 19,57 | 18,72 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05)

Os valores médios de K no solo, antes do início do experimento (Tabela 3), foram de 87,25; 85,5 e 98,75 mg.dm⁻³, para os tratamentos sem corretivo, com calcário e com silicato, respectivamente. Estes resultados facilitam o entendimento do comportamento dos teores de K na MS da ‘Jiggs’ no primeiro corte, sugerindo que outro fator, que não a disponibilidade de K no solo, tenha afetado o seu teor na MS da cultivar, como a sua baixa mobilidade no solo, por exemplo.

Já no segundo corte, o tratamento cujo solo não foi corrigido apresentou os maiores teores médios de K em comparação às demais formas de correção (Tabela 4), resultando em maiores teores de K na MS da forrageira.

A redução dos teores de K na MS da ‘Jiggs’ no solo corrigido, sobremaneira no segundo corte, está, possivelmente, relacionada a algum efeito de inibição na absorção deste elemento pelas raízes das plantas, em função da presença de outros nutrientes, como o Ca e o Mg, por exemplo.

A interação entre os íons com prejuízo na absorção de determinado elemento é denominada de inibição competitiva, descrita por Malavolta (1980) como sendo a diminuição na absorção de um nutriente pela combinação de outro por um sítio ativo do carregador, ou seja, uma forma de competição pelo “transportador” para dentro da planta, ocorrendo na membrana plasmática (Malavolta, 1980). A calagem, apesar de seus benefícios, é uma prática que pode

comprometer, até certo ponto, a absorção de K pelas plantas. Contudo, a redução na absorção do K pode ser reversível, pois apenas doses elevadas de Ca e Mg têm efeito significativo sobre a inibição competitiva do K (Malavolta, 1987).

Guimarães (2000) verificou comportamento semelhante ao obtido no presente estudo, em que os teores de K na MS das folhas de *Echinochloa pyramidalis*, *E. polystachia*, *Brachiaria mutica* e *B. humidicola* diminuíram com o aumento das saturações por bases do solo de 0%, 30%, 50%, 70% e 90%.

Souza et al. (2006a) observaram que os teores médios de K na MS do capim-tanzânia reduziram com as elevações de saturação por bases do solo de 40%, 60% e 80%.

Os teores de K na MS da 'Jiggs' também foram reduzindo linearmente com o aumento das doses de P aplicadas no solo (Figura 11). Esse comportamento também foi citado por Santos (2004), em capim-coastcross e por Belarmino (2005), em quatro forrageiras tropicais submetidas a doses crescentes de P.

Os minerais apresentam formas distintas de absorção, translocação (transporte) e redistribuição dentro da planta, sendo a absorção dos íons afetada por uma série de fatores, dentre eles a interação que ocorre entre estes íons, como foi descrito anteriormente. O efeito dessa interação pode ocasionar em redução ou em desequilíbrio nutricional provocado pela diminuição na absorção de um determinado nutriente em detrimento de outro.

No segundo corte, no desdobramento da interação dos dois fatores estudados, observa-se, pelos dados da Tabela 15, que os maiores teores de K na MS da 'Jiggs' ocorreram novamente no solo que não foi corrigido. Os tratamentos com calcário e silicato resultaram em teores semelhantes deste elemento, com exceção da dose 200 mg.dm⁻³ de P, em que o silicato resultou em menor teor de K na MS da forrageira. Isso pode estar relacionado à maior produção de MS obtida no segundo corte, no tratamento com silicato, quando

foram aplicados 200 mg.dm⁻³ de P (Tabela 6), sugerindo um efeito de diluição decorrente de elevada produção.

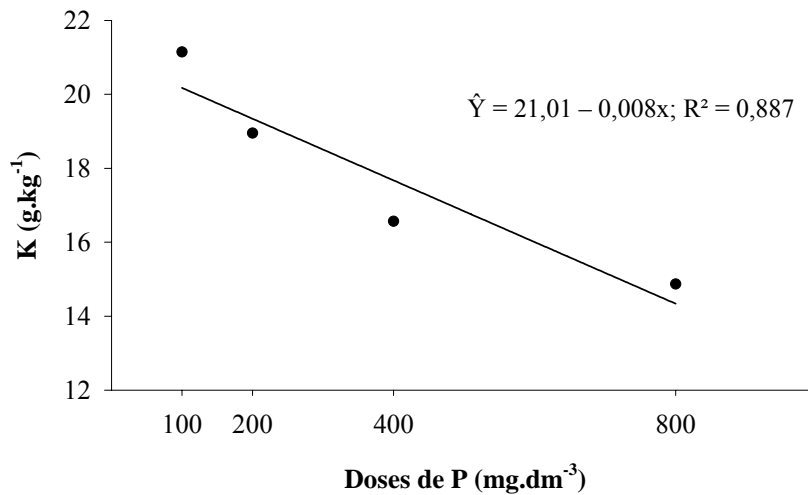


FIGURA 11. Teores de potássio (K) na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro corte.

TABELA 15. Teores de K na MS da cv Jiggs, em função dos corretivos e das doses de P, no segundo corte

| Doses de P (mg.dm ⁻³) | Teor de K (g.kg ⁻¹) | | | Média |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|-------|
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 25,93a | 21,62b | 22,99b | 23,51 |
| 200 | 22,15a | 20,01b | 17,20c | 19,79 |
| 400 | 19,95a | 16,62b | 17,01b | 17,86 |
| 800 | 18,66a | 16,88b | 15,87b | 17,14 |
| Média | 21,67 | 18,78 | 18,27 | 19,57 |

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Apenas os tratamentos sem corretivo e com calcário ajustaram-se a um modelo quadrático de regressão, com comportamento decrescente (Figura 12). O teor médio de K no tratamento com silicato foi de 21,67 g.kg⁻¹.

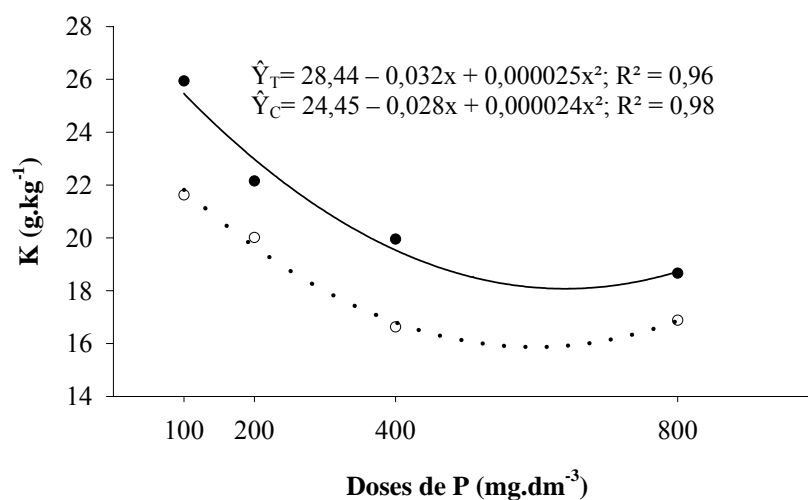


FIGURA 12. Teores de potássio (K) na MS da ‘Jiggs’ sem corretivo (—●; \hat{Y}_T) e com calcário (.....○; \hat{Y}_C), em função das doses de P, no segundo corte.

Os teores mínimos estimados de K na MS da ‘Jiggs’ foram de 18,20 e 16,28 g.kg⁻¹ e ocorreram nas doses de 640 e 583,33 mg.dm⁻³ de P, nos tratamentos sem corretivos e com calcário, respectivamente. Melo (2005) descreveu semelhante comportamento para o capim-marandu, em estudo com doses crescentes de P e Si.

O K acumulado na ‘Jiggs’ diferiu entre si, por meio do tratamento corretivos ($P < 0,05$), no primeiro corte e das doses de P ($P < 0,01$), nos dois cortes (Tabela 20A).

O acúmulo de potássio na MS da ‘Jiggs’ foi maior quando se utilizou o calcário. O solo não corrigido e o silicatado não diferiram entre si no primeiro corte (Tabela 16).

TABELA 16. Acúmulo de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Acúmulo de K (mg.vaso ⁻¹) | | |
|--------------|---------------------------------------|----------|--------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 392,56b | 375,44 | 384,00 |
| Calcário | 467,86a | 405,31 | 436,58 |
| Silicato | 408,14b | 410,25 | 409,19 |
| Média | 422,85 | 397,00 | 409,92 |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05)

As doses de P alteraram o conteúdo de K acumulado na ‘Jiggs’ de forma linear no segundo corte, com incrementos de 0,159 g.vaso⁻¹ de K para cada um mg.dm⁻³ de P aplicado no solo (Figura 13). No primeiro corte, não houve ajuste para nenhum dos modelos testados. O conteúdo médio de K nesta ocasião foi de 422,85 mg.vaso⁻¹.

Melo (2005) encontrou resposta quadrática para o conteúdo de K do capim-marandu submetido a cinco doses de P que variaram de 0 a 300 mg.dm⁻³. O comportamento do conteúdo de K da ‘Jiggs’, no segundo corte, também apresentou tendência quadrática. Entretanto, durante as análises estatísticas dos dados, percebeu-se, pelo teste dos desvios de regressão, que o modelo linear era o que melhor se ajustava à variável em análise.

O teor adequado de K para atender às exigências de vacas leiteiras lactantes, com peso de 400 kg e produção de 7 a 26 kg.dia⁻¹ de leite, segundo o NRC (1988), varia de 0,9 a 1,0% na MS. Em bovinos de corte (animais com 454 kg e com consumo de 2,2% de PV), este valor é de 0,65% (NRC, 1984). O

menor teor encontrado no presente estudo foi de 12,91 g.kg⁻¹ e ocorreu no solo silicatado, no primeiro corte, sob a dose de 800 mg.dm⁻³ de P.

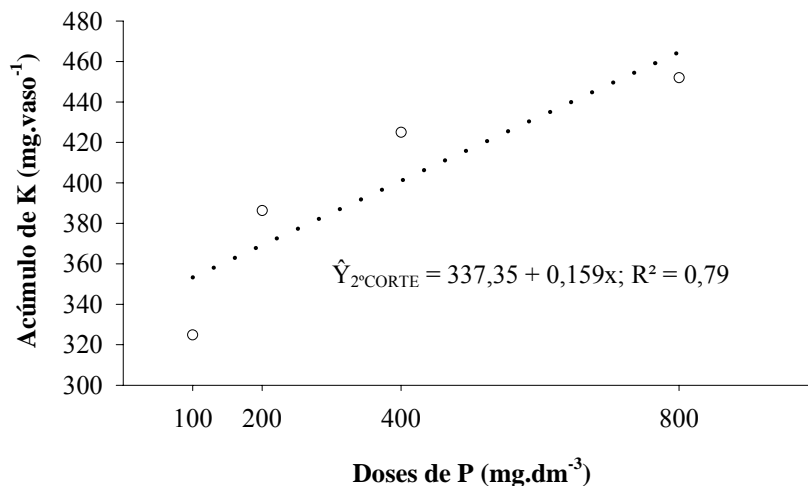


FIGURA 13. Acúmulo de K na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P no segundo corte.

3.8 Teor e acúmulo de Ca

Os teores de Ca responderam à correção do solo e às doses de P ($P < 0,01$) nos dois cortes (Tabela 21A).

No primeiro corte, o calcário foi responsável pelo maior teor de Ca na MS da ‘Jiggs’. O tratamento sem corretivos foi o que apresentou o menor teor desse elemento e o tratamento com silicato comportou-se de forma intermediária (Tabela 17).

O fato de o calcário ter se destacado do silicato, no primeiro corte, está relacionado com o seu maior poder de neutralização e reatividade (Tabela 1). Entretanto, na Tabela 3, verifica-se que o silicato foi o tratamento que proporcionou os maiores teores de Ca no solo. Esse efeito ocorreu,

possivelmente, no momento da análise do solo, ou seja, o Ca que ainda não havia sido liberado pelo silicato naturalmente no solo o foi no momento das reações químicas com KCl 1 mol/L na determinação de seu teor em laboratório.

Já no segundo corte, os corretivos não diferiram entre si e proporcionaram teores de Ca na MS da 'Jiggs' superiores ao obtido no solo que não foi corrigido (Tabela 17).

TABELA 17. Teores de Ca na MS da 'Jiggs', em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Teor de Ca (g.kg ⁻¹) | | |
|-------------------|----------------------------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 2,04c | 5,64b | 3,84 |
| Calcário | 5,77a | 8,28a | 7,02 |
| Silicato | 5,12b | 7,96a | 6,54 |
| Média | 4,31 | 7,29 | 5,80 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Com o passar do tempo, o silicato foi hidrolisando e liberando seus produtos de reação, como o Ca, por exemplo. Isso contribuiu para a elevação dos teores de Ca na MS da 'Jiggs' no solo incubado com a escória de siderurgia no segundo corte. Nos dois cortes, o reduzido teor de Ca na MS da forragem, no tratamento sem corretivo, decorreu do baixo teor deste elemento no solo empregado no experimento (Tabela 2). Pode-se inferir sobre isso que, mesmo recebendo adubação semelhante à dos demais tratamentos, a correção do solo é uma prática que deve ser sempre considerada na fertilização das pastagens.

Este incremento de Ca na MS da cultivar em estudo é semelhante ao descrito por Souza et al. (2006a), que também verificaram elevação de Ca na MS do capim-tanzânia, decorrente dos aumentos de V% com calcário, e por Fortes (2006), em gramíneas forrageiras tropicais submetidas à elevação de V% do solo com a utilização de escória de siderurgia.

Todos os teores de Ca na MS da ‘Jiggs’, com exceção do ocorrido no tratamento sem corretivo, no primeiro corte, são superiores aos definidos por Epstein (1975) (5 g.kg⁻¹) como sendo suficientes para um desenvolvimento adequado das plantas. São, ainda, segundo o NRC (1984 e 1988), adequados à nutrição de animais leiteiros em lactação (400 kg de PV e produção diária de 20 kg de leite, com exigência de 0,58% de Ca na MS) e apropriados, também, para bovinos de corte (0,27%) com 545 kg de PV e consumo de 2,2% de seu PV, respectivamente.

As doses de P foram responsáveis por decréscimos nos teores de Ca da ‘Jiggs’ (Figura 14). Em ambos os casos, foram registradas reduções de 0,002 g.kg⁻¹ de Ca em resposta à elevação de um mg.dm⁻³ de P.

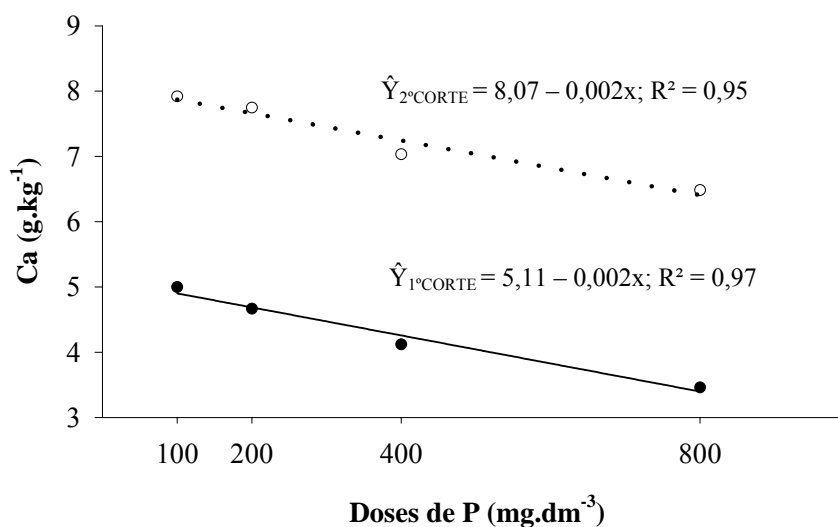


FIGURA 14. Teores de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (---○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

Esse comportamento foi diferente no estudo de Santos (2004). Esta autora reportou efeito linear crescente para os teores médios de Ca na MS de

‘Coastcross’, ‘Florona’ (*Cynodon nlemfuensis* var. *nlemfuensis* Vanderyst) e ‘Quicuío’ (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov), quando aplicou as doses de 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Por sua vez, Belarmino (2005) verificou decréscimos nos teores de Ca na MS do capim-braquiarião em estudo com doses de P, no segundo ano de avaliação.

Melo (2005) considera que essa redução nos teores de Ca do capim-marandu submetido a doses de P e Si está relacionada com a sua diluição na MS pelos incrementos de PMS. Esse efeito foi semelhante na ‘Jiggs’.

O acúmulo de Ca na MS da forrageira apresentou diferenças estatísticas (P<0,01), tanto nos corretivos quanto nas doses de P (Tabela 22A).

O conteúdo de Ca da ‘Jiggs’ foi sempre maior nos solos incubados com os corretivos, quando comparados ao solo não corrigido (Tabela 18). Este efeito está associado às maiores produções obtidas nestes dois tratamentos e nos maiores teores de Ca nos solos calcareado e silicatado (Tabelas 3 e 4). Esses resultados apresentaram comportamento quase semelhante aos dos teores de Ca reportados na Tabela 17, em que o calcário e o silicato foram mais eficientes em elevar o teor de Ca da ‘Jiggs’ do que o solo não corrigido.

TABELA 18. Acúmulo de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Acúmulo de cálcio (mg.vaso ⁻¹) | | |
|------------|--|----------|--------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 40,41b | 100,21b | 70,31 |
| Calcário | 132,97a | 182,07a | 157,52 |
| Silicato | 144,52a | 183,88a | 164,20 |
| Média | 105,97 | 155,38 | 130,67 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05)

Os acúmulos de Ca na MS da ‘Jiggs’ apresentaram, em função das doses de P, comportamentos distintos por ocasião de cada avaliação (Figura 15). O primeiro corte foi descrito por uma equação quadrática, ao passo que o segundo comportou-se de forma linear. O máximo conteúdo estimado de Ca da forrageira ocorreu sob a dose de 461,53 mg.dm⁻³ de P e foi correspondente a 122,97 mg.vaso⁻¹ de Ca, no primeiro corte. À medida que se elevou 1 mg.dm⁻³ de P aplicado no solo, observou-se um acréscimo de 0,067 mg.vaso⁻¹ de Ca na MS da ‘Jiggs’.

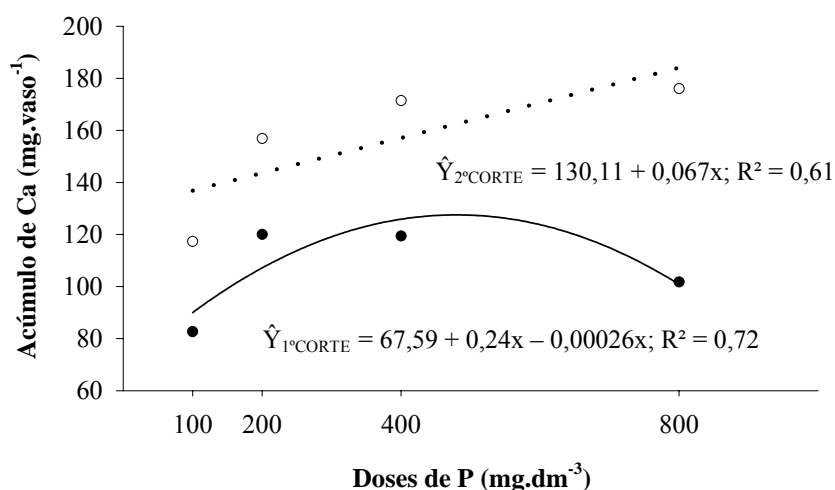


FIGURA 15. Acúmulo de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\circ}\text{CORTE}}$) e no segundo (.....○; $\hat{Y}_{2^{\circ}\text{CORTE}}$) cortes.

Fagundes et al. (2000) reportaram comportamento crescente para o acúmulo de Ca na MS do ‘Tifton 68’ submetido a maiores intervalos de cortes. Estes autores afirmam que a elevação no conteúdo desse elemento ocorreu devido às maiores produções de MS obtidas com o avanço da idade (30, 60, 90 e 130 dias) da forrageira, o que, de fato, é confirmado no presente estudo.

3.9 Teor e acúmulo de Mg

Os teores de Mg na MS da 'Jiggs' variaram ($P < 0,01$) apenas em resposta ao fator correção do solo nos dois cortes (Tabela 23A).

Os teores de Mg se comportaram de forma semelhante aos teores de Ca (Tabela 19), tendo o calcário sido superior aos demais tratamentos no primeiro corte, igualando-se ao silicato no segundo corte. Ambos foram superiores ao tratamento sem corretivo, nos dois cortes.

TABELA 19. Teores de Mg na MS da 'Jiggs', em função dos corretivos, nos dois cortes

| Corretivo | Teor de Mg (g.kg^{-1}) | | |
|------------|-----------------------------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 0,92c | 0,63b | 0,77 |
| Calcário | 3,42a | 3,35a | 3,38 |
| Silicato | 2,99b | 3,25a | 3,12 |
| Média | 2,44 | 2,41 | 2,42 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

Os teores médios de Mg da 'Jiggs' estão próximos dos $2,4 \text{ g.kg}^{-1}$ reportados por Santos (2004) em capim-coastcross e $2,2 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg na MS do capim-florona, com exceção do tratamento sem correção. Fagundes et al. (2000) relataram teor de $3,1 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg na MS de 'Tifton 68' colhido aos 30 dias de idade, valor que se aproxima dos obtidos na 'Jiggs', para os tratamentos com calcário e silicato.

Os tratamentos com correção de solo foram responsáveis por maiores teores de Mg na MS da forrageira, neste estudo, em comparação aos descritos por Rocha et al. (2000), que relataram teores de 2,0; 2,5 e $2,2 \text{ g.kg}^{-1}$ para os *Cynodons* 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', respectivamente.

O teor de Mg definido por Epstein (2006) como sendo adequado para a nutrição de plantas é de 2 g.kg^{-1} . No solo corrigido, os teores de Mg seriam

suficientes para suprir as necessidades de vacas em lactação (0,20% de Mg na MS) com 400 kg de PV e produção diária variando entre 7 e 20 kg de leite (NRC, 1988). Seriam, ainda, segundo o NRC (1984), adequados à exigência nutricional de bovinos de corte (0,25%) com 454 kg de PV, consumindo 2,2% de seu PV.

A quantidade de Mg acumulada na MS da ‘Jiggs’ foi alterada ($P < 0,01$) em resposta aos corretivos e às doses de P empregadas, nos dois cortes. Ainda, observou-se interação significativa entre os tratamentos testados no segundo corte (Tabela 24A).

Pelos dados da Tabela 20 nota-se que os materiais corretivos foram capazes de elevar o conteúdo de Mg na MS da forrageira em estudo. Isso ocorreu graças à presença de Mg, tanto no calcário como no silicato (Tabela 1), e pelo reduzido teor de Mg no solo ($0,1 \text{ cmol/dm}^3$), classificado como muito baixo, segundo a CFSEMG (1999) (Tabela 2). Esse comportamento indica que a ‘Jiggs’ é responsiva aos componentes presentes nos materiais corretivos, sobretudo ao Ca e Mg.

TABELA 20. Acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Acúmulo de Mg (mg.vaso^{-1}) | | |
|------------|---|--------------------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 18,89b | 10,49b | 14,69 |
| Calcário | 88,24a | 74,71 ^a | 81,47 |
| Silicato | 80,00a | 76,82 ^a | 78,41 |
| Média | 62,38 | 54,00 | 58,19 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

As doses de P, no primeiro corte, fizeram com que o conteúdo médio de Mg na MS da ‘Jiggs’ se comportasse de maneira quadrática (Figura 16). O

máximo acúmulo estimado de Mg ($77,67 \text{ mg.vaso}^{-1}$) ocorreu sob a dose de $520,23 \text{ mg.dm}^{-3}$ de P.

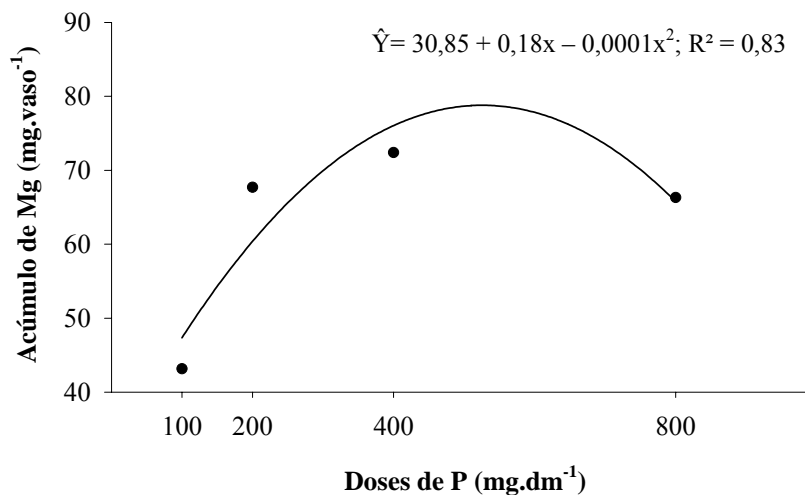


FIGURA 16. Acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro corte.

Esse comportamento foi semelhante ao obtido por Melo (2005), em capim-marandu, sob diferentes doses de P. O total de Mg naquele estudo variou de $93,8$ a $320,8 \text{ mg.vaso}^{-1}$. Esta amplitude, muito superior ao reportado no presente estudo, possivelmente ocorreu em função do maior volume de solo naquele ensaio ($5,5 \text{ kg}$ de TFSA – terra fina seca ao ar).

No segundo corte, desdobrando-se a interação, os menores acúmulos de Mg ocorreram no tratamento testemunha, em todas as doses de P (Tabela 21). Nas doses extremas de P não ocorreu diferença entre o silicato em relação ao calcário. Por outro lado, na dose de 200 mg.dm^{-3} de P, o calcário foi responsável pelo menor acúmulo de Mg, quando comparado ao silicato. Já na dose seguinte, observou-se comportamento inverso, quando o calcário proporcionou o maior

conteúdo de Mg na MS da forrageira, dentre todas as médias observadas na Tabela 21.

Esses resultados podem ter sofrido a interferência de outras variáveis, como, por exemplo, o maior acúmulo de K (Tabela 15) e a menor PMS (Tabela 6), obtidos no solo calcareado com a aplicação de 200 mg.dm⁻³ de P em comparação ao silicato na mesma dose. Ademais, nas outras doses de P, o acúmulo de Mg foi maior com calcário, graças à composição química e, principalmente, física deste material em relação à do silicato.

TABELA 21. Acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e doses de P, no segundo corte

| Doses de P (mg/dm ³) | Acúmulo de Mg (mg.vaso ⁻¹) | | | Média |
|-------------------------------------|---|----------|----------|-------|
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 11,72b | 56,49a | 45,63a | 37,95 |
| 200 | 11,12c | 63,13b | 88,00a | 54,08 |
| 400 | 9,33c | 101,21a | 75,84b | 62,12 |
| 800 | 9,79b | 78,01a | 97,80a | 61,87 |
| Média | 10,49 | 74,71 | 76,82 | 54,00 |

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

As doses de P possibilitaram ajustes de regressão distintos com o emprego dos corretivos (Figura 17). O solo sem corretivos não ajustou a nenhum dos modelos testados, apresentando acúmulo médio de Mg de 10,49 mg.vaso⁻¹. O solo calcareado e o silicatado comportaram-se de forma quadrática e linear, respectivamente. Foi registrado um incremento de 0,053 mg.vaso⁻¹ de Mg para cada aumento de 1 mg.dm⁻³ de P no tratamento com silicato. Já sob o calcário, o maior acúmulo de Mg (99,85 mg.vaso⁻¹) ocorreu na dose estimada de 516,01 mg.dm⁻³ de P.

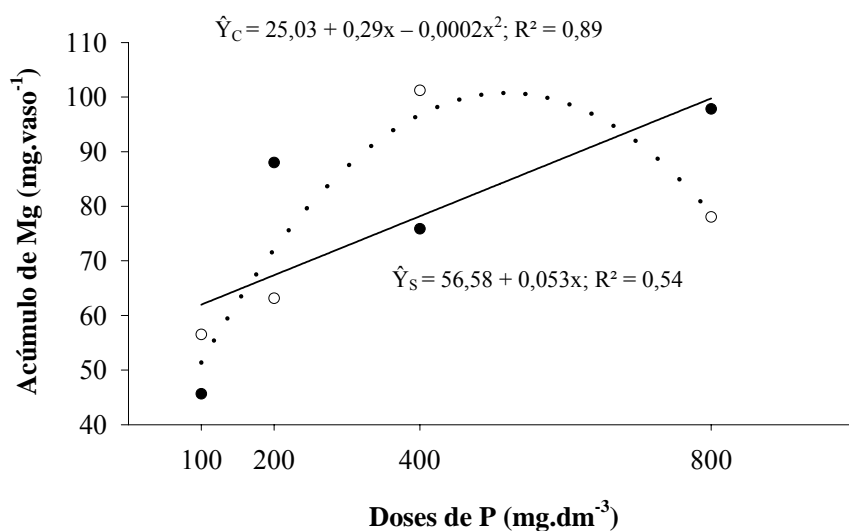


FIGURA 17. Acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’ no solo com calcário (○; \hat{Y}_C) e com silicato de Ca e Mg (●; \hat{Y}_S), em função das doses de P, no segundo corte.

Essas respostas estão associadas ao teor deste elemento na MS da ‘Jiggs’ e, principalmente, à PMS obtida em cada tratamento de correção. Na Figura 1 (PMS), observa-se que o calcário e a testemunha apresentaram um comportamento quadrático, enquanto o silicato não se ajustou a nenhum dos modelos testados. Entretanto, com exceção do solo sem corretivo, os dados de PMS observados nos tratamentos com calcário e silicato (Figura 1) comportaram-se semelhantemente ao conteúdo de Mg (Figura 17).

3.10 Teor e acúmulo de Si

Os teores de Si na MS da forrageira foram influenciados ($P < 0,01$) pelos corretivos nos dois cortes e pelas doses de P no segundo corte (Tabela 25A).

Em relação aos corretivos, a escória de siderurgia foi responsável pelos maiores teores de Si na MS da ‘Jiggs’ (Tabela 22). Estes resultados estão de acordo com os apresentados nas Tabelas 3 e 4, em que os maiores teores de Si no solo ocorreram quando se utilizou a escória de siderurgia, material com elevado teor de Si em comparação ao calcário.

TABELA 22. Teores de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos, nos dois cortes

| Corretivo | Teor de Si (g.kg^{-1}) | | |
|------------|-----------------------------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 6,17b | 4,24b | 5,20 |
| Calcário | 6,50b | 3,81b | 5,15 |
| Silicato | 9,37a | 7,73a | 8,55 |
| Média | 7,35 | 5,26 | 6,30 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Fortes (2005) encontrou aumentos lineares do Si na MS dos capins ‘Tanzânia’ e ‘Marandu’, quando se aplicaram doses crescentes de escória de siderurgia em um solo LVdf. Este autor reportou teores médios de $10,22 \text{ g.kg}^{-1}$ para o capim-marandu e $9,61 \text{ g.kg}^{-1}$ para o capim-tanzânia. Esses valores, acima do teor de Si determinado na MS da ‘Jiggs’, foram elevados em função das doses maiores de escória empregadas naquele estudo.

A aplicação de doses crescentes de P no solo resultou em um declínio linear dos teores de Si na MS da forrageira (Figura 18). Foi estimada uma redução de $0,02 \text{ g.kg}^{-1}$ de Si na MS da cultivar, para cada elevação de um mg.dm^{-3} de P.

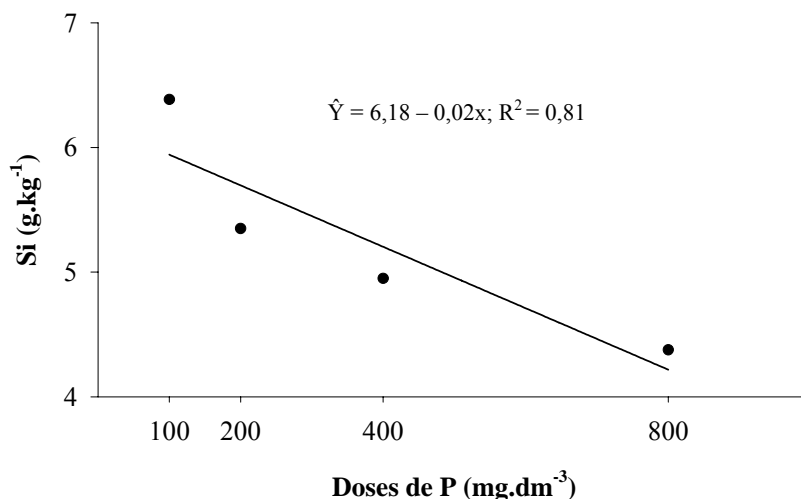


FIGURA 18. Teores de Si na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no segundo corte.

Essa redução pode ser explicada pela mesma hipótese sugerida para o teor de PB na Figura 8. Ou seja, à medida que a PMS aumentava, havia uma diluição desse elemento na MS da ‘Jiggs’. Pelos dados das Tabelas 3 e 4 pode-se notar que, de maneira geral, os teores médios de Si no solo, antes do início e no término do experimento, apresentaram tendência de queda com posterior elevação quando se variaram as doses de P aplicadas no solo. Esses teores foram de 22,2; 21,7; 19,7 e 22,23 mg.dm⁻³, antes do experimento e de 26,4; 25,13; 26,26 e 27,6 mg.dm⁻³, após o último corte (Tabelas 3 e 4).

O Si, ao ser absorvido pelas plantas, é facilmente translocado no xilema e tem tendência natural de se polimerizar. Mais de 94% do Si absorvido pelo trigo foi transportado rapidamente para a parte aérea, concentrando-se nas folhas mais velhas, as quais continham até 11,8% de Si (Korndörfer et al., 2002).

O acúmulo de Si na MS da ‘Jiggs’ respondeu aos corretivos ($P < 0,01$) e doses de P ($P < 0,01$ no primeiro e $P < 0,05$ no segundo corte), nos dois cortes (Tabela 26A).

No primeiro corte, o Si acumulado foi superior no tratamento com silicato. O solo sem corretivo apresentou o menor conteúdo desse elemento na MS da forrageira e o tratamento com calcário comportou-se de maneira intermediária (Tabela 23). Já na segunda avaliação, o solo sem calcário e o calcareado não diferiram entre si; contudo, o silicato, novamente, foi responsável pela maior quantidade desse elemento na cultivar em estudo, como era de se esperar.

TABELA 23. Acúmulo de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Acúmulo de Si (mg.vaso ⁻¹) | | |
|--------------|--|----------|--------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 136,68c | 72,92b | 104,80 |
| Calcário | 172,93b | 81,42b | 127,17 |
| Silicato | 244,45a | 175,52a | 209,98 |
| Média | 184,69 | 109,96 | 147,32 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

Em respostas às doses de P empregadas, o acúmulo de Si comportou-se de forma linear positiva nos dois cortes (Figura 19). Isso mostra, mais uma vez, que apenas o teor de determinado elemento na forragem utilizada na alimentação dos animais não deve ser considerado como um fator isolado, sem antes se observar o efeito que cada tratamento aplicado exerce sobre o conteúdo desse nutriente.

Os incrementos no conteúdo de Si no primeiro corte (0,14 mg.vaso⁻¹ de Si para cada um mg.dm⁻³ de P aplicado) foram mais acentuados do que os ocorridos no segundo corte (0,034), provavelmente pela melhor condição

nutricional (PB, acúmulo de N, P, e Si) e de produção da ‘Jiggs’ obtida naquela ocasião. Esse efeito foi mais promissor do que a quantidade de Si no solo, uma vez que os maiores teores médios de Si nesse meio ocorreram no final do experimento (Tabela 4), em comparação ao solo analisado no início do ensaio (Tabela 3).

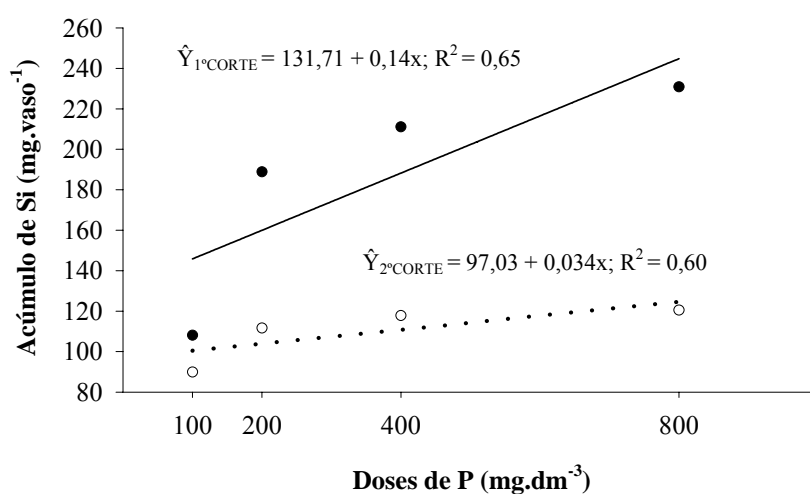


FIGURA 19. Acúmulo de Si na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\text{CORTE}}}$) e no segundo (.....○; $\hat{Y}_{2^{\text{CORTE}}}$) cortes.

É importante ressaltar que o consumo de um determinado nutriente, com elevado conteúdo na MS de uma forragem, pode ser limitado se a planta forrageira, ao longo de sua existência, desenvolver mecanismos que reduzam o consumo, como a elevação dos carboidratos estruturais e maior RFH, por exemplo. Dessa forma, o valor nutritivo da forragem deve ser considerado com todos os seus componentes, interagindo de forma harmônica entre si.

3.11 Teor de fibra em detergente neutro (FDN)

Os teores de FDN na MS da ‘Jiggs’ responderam ao tratamento corretivos ($P < 0,01$) nos dois cortes e às doses de P no primeiro ($P < 0,01$) e no segundo cortes ($P < 0,05$) (Tabela 27A).

Na Tabela 24 verifica-se que os teores de FDN foram sempre menores nos tratamentos com correção do solo em relação ao tratamento testemunha. Nos dois cortes, os tratamentos com corretivos não diferiram entre sim.

TABELA 24. Teores de FDN na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos nos dois cortes

| Corretivo | Teor de FDN (%) | | |
|------------|-----------------|----------|-------|
| | 1º corte | 2º corte | Média |
| Testemunha | 67,94a | 73,23a | 70,58 |
| Calcário | 63,02b | 69,83b | 66,42 |
| Silicato | 64,21b | 69,46b | 66,83 |
| Média | 65,05 | 70,84 | 67,94 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

Esses resultados demonstram que a correção do solo foi responsável por diminuir a FDN e, possivelmente, melhorar o consumo da forragem pelos animais. A redução da FDN em forrageiras está diretamente relacionada com a arquitetura do dossel, dentre outros fatores. Dessa forma, a relação folha/haste, por exemplo, é responsável por variações ocorridas nestes teores, uma vez que as folhas são compartimentos mais tenros nas plantas e com menor participação de carboidratos estruturais, quando comparadas aos colmos.

Van Soest (1994) afirma que, em valores acima de 55%-60%, a FDN é uma das variáveis que mais se correlacionam com o consumo de forragem pelos animais.

De acordo com Carvalho et al. (2003), para digerir 1 quilograma de haste, se gasta 75% mais de energia do que para digerir 1 quilograma de folhas.

Fortes (2005) reportou teores médios de 73,99% e de 66,14% de FDN, para os capins 'Tanzânia' e 'Mombaça', respectivamente, mediante elevação da V% com escória de siderurgia. Este autor afirma que essas diferenças foram devido ao porte que cada gramínea apresentou na ocasião do corte, tendo o Mombaça sido o que menos se desenvolveu. Não foram observadas diferenças no teor de FDN daquelas forrageiras pela aplicação de silicato.

Em resposta às doses de P (Figura 20), observa-se que os teores de FDN apresentaram comportamento quadrático que decresceu até um teor mínimo e, posteriormente, voltou a subir, à medida que as doses de P foram se elevando. Esses teores mínimos de FDN na MS da 'Jiggs' foram de 62,91% e 69,42% e ocorreram nas doses de 520 e 454,54 mg.dm⁻³ de P, no primeiro e no segundo cortes, respectivamente.

O comportamento observado para os teores de FDN da forrageira foi diferenciado dos registrados nos estudos de Belarmino (2005), que descreveu incrementos lineares dos teores de FDN de gramíneas forrageiras tropicais quando submetidas a doses de P, em vários cortes.

Já Rocha et al. (2001) reportaram reduções lineares nos teores de FDN de três forrageiras do gênero *Cynodon*, mediante a aplicação de doses crescentes de N. Os teores médios foram iguais a 64,33%, 67,86% e 67,21%, para a forragem de 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', respectivamente, estando, portanto, próximos dos teores reportados na 'Jiggs'.

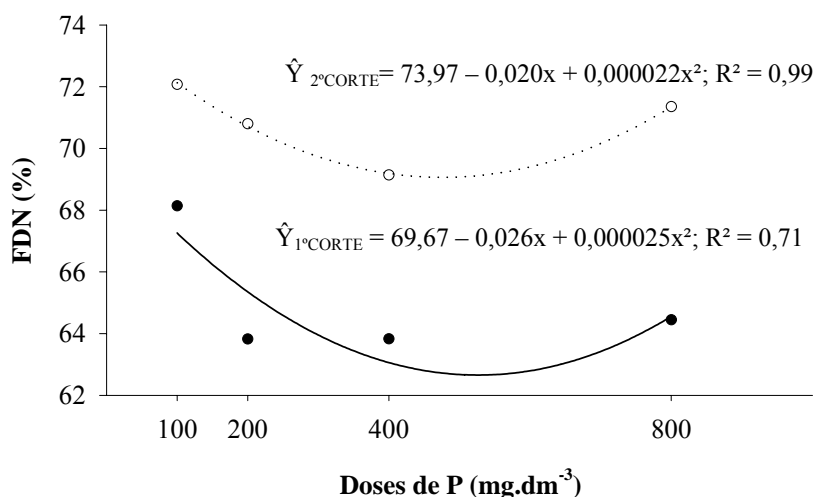


FIGURA 20. Teores de FDN na MS da ‘Jiggs’, em função das doses de P, no primeiro (—●; $\hat{Y}_{1^{\text{CORTE}}}$) e no segundo (---○; $\hat{Y}_{2^{\text{CORTE}}}$) cortes.

Todas as médias relatadas no presente estudo estão abaixo dos teores reportados por Santos (2004), quando aplicou doses crescentes de superfosfato triplo na ‘Coastcross’ e ‘Florona’, cortadas aos 35 dias, que apresentaram valores médios de 79,30% e 75,32%, respectivamente.

3.12 Teor de fibra em detergente ácido (FDA)

Os teores de FDA na MS da ‘Jiggs’ foram influenciados apenas no primeiro corte. Pelos dados da Tabela 28A, percebe-se que as doses de P, isoladas ($P < 0,01$) e a interação entre corretivos e doses de P ($P < 0,05$) influenciaram as respostas da forrageira quanto ao teor de FDA.

No desdobramento da interação (Tabela 25), observa-se que apenas na dose de 200 mg.dm⁻³ de P é que houve diferença entre os níveis do fator correção, sempre que o tratamento sem corretivo apresentou um maior teor de

FDA. Os tratamentos com calcário e silicato não diferiram entre si. De maneira geral, os teores de FDA foram se reduzindo à medida que aumentavam as doses de P.

Segundo Silva & Sarmento (2005), as forragens com valores de FDA em torno de 30%, ou menos, possuem consumo elevado, enquanto aquelas com teores acima de 40% possuem menor ingestão. Dessa forma, a ‘Jiggs’ estaria dentro dos padrões descritos por aqueles autores.

TABELA 25. Teores de FDA na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e doses de P, no primeiro corte

| Doses de P (mg/dm ³) | FDA (%) | | | Média |
|-------------------------------------|------------|----------|----------|-------|
| | Testemunha | Calcário | Silicato | |
| 100 | 31,02a | 33,21 a | 32,04 a | 32,09 |
| 200 | 33,31a | 30,60b | 30,87b | 31,59 |
| 400 | 30,39a | 30,12 a | 29,62 a | 30,04 |
| 800 | 30,74a | 30,67 a | 29,35 a | 30,25 |
| Média | 31,36 | 31,14 | 30,47 | 30,99 |

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Fortes (2005) descreveu comportamento semelhante na forragem da ‘Tanzânia’ e ‘Mombaça’ submetidas ao silicato de Ca e Mg, as quais apresentaram teores médios de FDA decrescente, de forma quadrática, variando em função das V% obtidas após incubação com o produto corretivo.

Souza (2004), por sua vez, não observou diferenças estatísticas de formas de aplicação de calcário nos teores de FDA do capim-tanzânia. Contudo, Santos (2004) descreveu teores médios de 34,91% e 33,03% de FDA na MS da ‘Coastcross’ e ‘Florona’, respectivamente, submetidos a doses de P.

As doses de P possibilitaram comportamento diferenciado da FDA dentro de cada correção do solo (Figura 21).

O tratamento sem corretivo não ajustou a nenhum dos modelos de regressão testados e apresentou teor médio de FDA de 31,36%. Por outro lado, o solo calcareado proporcionou resposta quadrática, decrescente, dos teores de FDA; quando se incrementaram as doses de P e no solo incubado com silicato, as doses de P exerceram uma resposta linear decrescente.

Com calcário, o menor teor estimado de FDA na MS da forrageira foi de 29,47%, sob a dose de 527,77 mg.dm⁻³ de P. Com silicato, houve redução de 0,003% no teor de FDA, quando se elevou um mg.dm⁻³ de P.

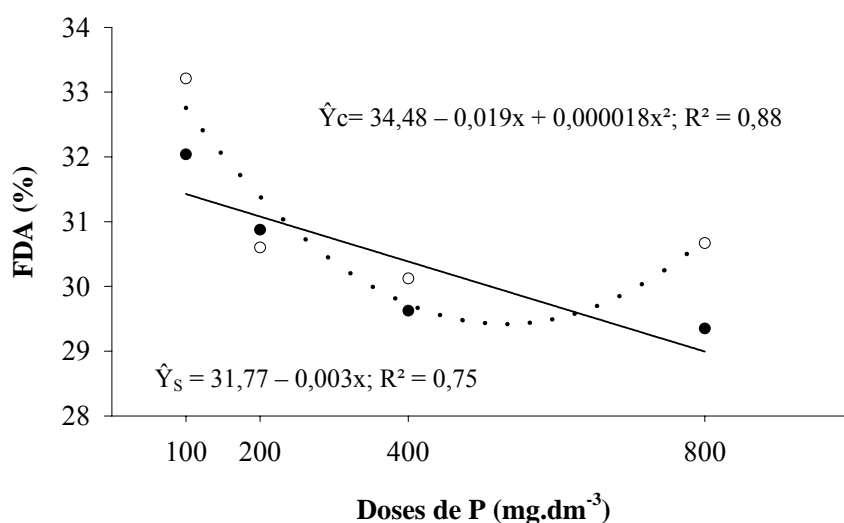


FIGURA 21. Teores de FDA na MS da ‘Jiggs’ no solo com calcário (○; \hat{Y}_C) e com silicato (●; \hat{Y}_S), em função das doses de P, no primeiro corte.

A concentração de FDA na MS do ‘Jiggs’ se comportou de forma distinta do ocorrido nos ensaios de Belarmino (2005), que registrou comportamento crescente para os teores de FDA de quatro gramíneas forrageiras tropicais sob as doses de 0, 40, 80, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Os teores de FDA nas gramíneas 'Coastcross', 'Tifton 68' e 'Tifton 85', obtidos aos 42 dias de idade das forrageiras, nos ensaios de Rocha et al. (2001), foram, respectivamente, de 40,38%, 40,68% e 39,49%, sendo mais elevados do que os obtidos na MS da 'Jiggs'. Os autores afirmam que estes teores médios de FDA são representativos e podem participar de maneira positiva no balanceamento de volumosos para ruminantes.

4 CONCLUSÕES

Os tratamentos com correção do solo mostram-se mais eficientes em relação às características agronômicas da 'Jiggs' e sua composição química. Entretanto, a ausência de corretivos proporcionou os maiores teores de PB e K na MS da forrageira.

Os silicatos de Ca e de Mg, de maneira geral, quando empregado para a elevação da saturação por bases do solo, apresentam-se semelhante ao calcário, tanto nas características agronômicas como na composição química da forragem.

Em geral, as doses intermediárias de P exercem melhor efeito na 'Jiggs', principalmente com relações às características agronômicas.

Os teores de PB, K, Ca, Si, FDN e FDA decrescem à medida que se elevaram as doses de P aplicadas. Por outro lado, os teores de P e os conteúdos de N, K, Ca, Mg e Si são incrementados pela adubação fosfatada, de forma variada, indicando que, além do teor de nutrientes, é importante conhecer também a quantidade acumulada desses elementos na forragem.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHAYDE, A.A.R.; CARVALHO, R.C.R.; MEDEIROS, L.T.; VALERIANO, A.R.; ROCHA, G.P. **Gramíneas do gênero *Cynodon*** : cultivares recentes no Brasil. Lavras: UFLA, 2005. 14 p. (UFLA. Boletim técnico, 73).

BARBOSA R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, mar. 2007.

BELARMINO, M.C.J. **Superfosfato triplo na produção e qualidade de quatro gramíneas forrageiras tropicais**. 2005. 147 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, jan./fev. 1974.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.55-63, jan./fev. 2003.

CARAMORI, T. B. A. **Acúmulo de fósforo e crescimento de tanzânia-1 em função de fontes e níveis de fósforo e calagem, em dois latossolos de Dourados-MS**. 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

CARNEIRO, R.F.V.; MARTINS, M.A.; FREITRAS, M.S.M.; DETMANN, E.; VÁSQUEZ, H.M. Inoculação micorrízica arbuscular e doses de fósforo na produção do capim-andropogon, em substrato não estéril. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 3, p. 212-218, 2007.

CARVALHO, C.A.B.; ROSSIELLO, R.O.R.; PACIULLO, D.S.C.; SBRISSIA, A.F.; DERESZ, F. Classes de perfilhos na composição do índice de área foliarem pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p.557-563, abr. 2007.

CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; MCDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: PapelForm, 2003. 438 p.

CANTARUTTI, R.B.; NOVAIS, R.F.; SANTOS, H.Q. **Calagem e adubação de pastagens** : mitos e verdades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.1-24.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C.; MUNIZ, J.A.; GOMIDE, E.M. Efeito da idade de corte na *performance* de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p.462-470, mar/abr., 2003.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S.; TRENTIN, E.E.; GIROTTO, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n 6, p.1287-1295, nov./dez. 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. São Paulo: Livros técnicos e científicos, 1975. 341 p.

FAGUNDES, J.L.; HADDAD, C.M.; ROSSI, C.; HEISECKE, O.R.P. Produção, teores e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função da idade de corte na época de inverno. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.794-803, jul./set., 2000.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP,: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agroclimatological data for Latin America and the Caribbean**. Rome: FAO, 1985. (Producción y protección vegetal, 24).

FORTES, C.A. **Correção do solo com silicato de Ca e Mg para a produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, G. F. P. B. **Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases.** 2000. 197 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006.** Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>> Acesso em: 19 mar. 2008.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** Uberlândia: UFU/ICIAG. 2002. 23p. (Boletim técnico, 1).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante.** Uberlândia: UFV/ICIAG. 2004. 34 p. (Boletim técnico, 2).

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C.; LIMA, C. G. de. Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agrônomicas e fisiológicas do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 964-970, jul./ago. 2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral das plantas. In: ____ **Curso de atualização em fertilidade do solo.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.33-101.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: PATAFOS, 1989.201p.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. . **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Piracicaba: PATAFOS, 1997. 319 p.

MELO, S.P. **Silício e fósforo para o estabelecimento do capim-marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo.** 2005. 110 p. Tese (Doutorado em solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; NÓBREGAS, E.B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.3, p. 943-952, maio/jun. 2006. Suplemento.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy of Science, 1984. 90 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington: National Academy of Science, 1988. 157 p.

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

PASSOS, R.R.; FAQUIN, V.; CURTI, N.; EVANGELISTA, A.R.; VILLA, M. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas forrageiras em amostras de um latossolo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.227-233, mar./abr. 1997.

PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G.G.P. FREIRE, M.A.L. Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.6, p.1736-1741, nov./dez. 2007.

PEDREIRA, C.G.S. Capins do gênero *Cynodon*: histórico e potencial para a pecuária brasileira. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, S. **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2005. p. 33-58.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Estrutura do dossel de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, fev. 2007.

POZZA, A.A.A.; CURTI, N.; COSTA, E.T.S.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.G.S.M.; MOTTA, P.E.F. Retenção e dessorção competitivas de ânions inorgânicos em gibbsita natural de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p.1627-1633, nov. 2007.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 287-296, abr./mar. 2003.

RANDÜZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de eqüinos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; GARCIA, E.; ROSA, B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, n.1, p.31-41, 2000.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; SOUZA, A.F.; GARCIA, R. Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 396-407, mar./abr. 2001.

SANTOS, Í. P. A. **Morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo**. 2004. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SATO, S.; COMERFORD, N.B. Influence of soil pH on inorganic phosphorus sorption and desorption in a humid brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.685-694, set./out. 2005.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1998. 165 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

SILVA, S.C. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de corte. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, S. **Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: EMBRAPA- CNPGL, 2005. p.177-189.

SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. Consumo de forragem sob condições de pastejo. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE: OTIMIZANDO A PECUÁRIA DE CORTE, 4., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p. 35–76.

SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University, 1994. 476 p.

SOUZA, R.M.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; COUTO FILHO, C.C.C. Formas de aplicação de calcário nos teores de minerais da forragem do capim-tanzânia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 752-758, jul./ago. 2006a.

SOUZA, R.M.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R.; COUTO FILHO, C.C.C. Formas de aplicação de calcário nas características agrônômicas do capim-tanzânia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 746-751, jul./ago. 2006b.

VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 170 p. Curso de Especialização - Pós-Graduação Latu Sensu.

VILELA, D. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de leite. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, S. **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2005. p.191-223.

VOLPE, R.; MARCHETTI, M.E.; MACEDO, M.C.M.; LEMPP, B. Acúmulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 228-237, fev. 2008.

ZAROSKI, R. J.; BURAU, R. G. A. Rapid nitric perchloric acid digestion method for multi-elements tissue analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 5, p. 425-436. 1977.

ANEXOS

- TABELA 1A.** Resumo da análise de variância da produção de matéria seca (PMS) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....158
- TABELA 2A.** Resumo da análise de variância da altura de perfilhos (AP) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....158
- TABELA 3A.** Resumo da análise de variância da relação folha/haste (RFH) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....159
- TABELA 4A.** Resumo da análise de variância do peso de perfilhos (PP) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....159
- TABELA 5A.** Resumo da análise de variância da densidade volumétrica da forragem (DVF) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....160
- TABELA 6A.** Resumo da análise de variância do teor de proteína bruta (PB) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....160
- TABELA 7A.** Resumo da análise de variância do teor de fósforo (P) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função das doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....161
- TABELA 8A.** Resumo da análise de variância do teor de potássio (K) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....161
- TABELA 9A.** Resumo da análise de variância do teor de cálcio (Ca) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG.....162

| | |
|--|-----|
| TABELA 10A. Resumo da análise de variância do teor de magnésio (Mg) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG..... | 162 |
| TABELA 11A. Resumo da análise de variância da produção de matéria seca (PMS) e produção total de MS (PTMS) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 163 |
| TABELA 12A. Resumo da análise de variância da densidade de perfilhos (DP) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 163 |
| TABELA 13A. Resumo da análise de variância do comprimento de perfilhos (CP) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 164 |
| TABELA 14A. Resumo da análise de variância do comprimento de estolões (CE) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 164 |
| TABELA 15A. Resumo da análise de variância da MS de raiz (MSR) e da razão parte aérea/raiz (RAR) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 165 |
| TABELA 16A. Resumo da análise de variância dos teores de proteína bruta (PB) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 165 |
| TABELA 17A. Resumo da análise de variância do acúmulo de N na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 166 |
| TABELA 18A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 166 |
| TABELA 19A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 167 |

| | |
|--|-----|
| TABELA 20A. Resumo da análise de variância do acúmulo de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 167 |
| TABELA 21A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 168 |
| TABELA 22A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 168 |
| TABELA 23A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 169 |
| TABELA 24A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 169 |
| TABELA 25A. Resumo da análise de variância do teor de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 170 |
| TABELA 26A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 170 |
| TABELA 27A. Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 171 |
| TABELA 28A. Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG..... | 171 |

TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produção de matéria seca (PMS) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da PMS | |
|-------------------------------------|----|-------------------------|--------------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 4835392,9009** | 480210,0541 |
| Bloco | 3 | 5741338,3133** | 1017789,9507 |
| Erro (a) | 6 | 275429,9810 | 576571,3845 |
| Doses de P | 3 | 1042662,3600* | 161276,2286 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 540585,7601 | 523846,0131 |
| Erro (b) | 27 | 344220,6200 | 329955,4170 |
| CV 1 | | 12,50 | 30,05 |
| CV 2 | | 13,97 | 22,73 |
| Média geral (kg. ha ⁻¹) | | 4199,28 | 2526,81 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 2A. Resumo da análise de variância da altura de perfilhos (AP) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da AP | |
|------------------------|----|------------------------|------------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 189,0700 | 504,0233** |
| Bloco | 3 | 287,2430 | 96,9586 |
| Erro (a) | 6 | 125,3622 | 41,5744 |
| Doses de P | 3 | 112,6697* | 74,8097 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 62,6122 | 52,5088 |
| Erro (b) | 27 | 33,8076 | 44,3195 |
| CV 1 | | 24,86 | 16,44 |
| CV 2 | | 12,91 | 16,97 |
| Média geral (cm) | | 45,03 | 39,22 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da relação folha/haste (RFH) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da RFH | |
|------------------------|----|-------------------------|----------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 0,0110 | 0,1280** |
| Bloco | 3 | 0,1362 | 0,0030 |
| Erro (a) | 6 | 0,0320 | 0,0050 |
| Doses de P | 3 | 0,0503 | 0,0073 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,0220 | 0,0101 |
| Erro (b) | 27 | 0,0287 | 0,0105 |
| CV 1 | | 16,21 | 6,71 |
| CV 2 | | 15,35 | 9,71 |
| Média geral | | 1,104 | 1,05 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 4A. Resumo da análise de variância do peso de perfilhos (PP) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do PP | |
|------------------------|----|------------------------|----------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 0,3382** | 0,1959** |
| Bloco | 3 | 0,0190 | 0,0102 |
| Erro (a) | 6 | 0,0111 | 0,0057 |
| Doses de P | 3 | 0,0148 | 0,0028 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,0236 | 0,0047 |
| Erro (b) | 27 | 0,0385 | 0,0039 |
| CV 1 | | 18,02 | 23,02 |
| CV 2 | | 33,50 | 18,96 |
| Média geral (g) | | 0,58 | 0,33 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 5A. Resumo da análise de variância da densidade volumétrica da forragem (DVF) de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da DVF | |
|---|----|-------------------------|-------------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 4897,7573* | 1979,6944** |
| Bloco | 3 | 1648,9974 | 880,0475* |
| Erro (a) | 6 | 1022,0459 | 158,5014 |
| Doses de P | 3 | 36,4514 | 121,9302 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 51,9504 | 171,3907 |
| Erro (b) | 27 | 234,1833 | 158,4343 |
| CV 1 | | 33,40 | 19,12 |
| CV 2 | | 15,99 | 19,12 |
| Média geral (kg.ha ⁻¹ .cm ⁻¹ de MS) | | 95,72 | 65,84 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 6A. Resumo da análise de variância do teor de proteína bruta (PB) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de PB | |
|------------------------|----|--------------------------------|----------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 28,4640** | 13,7449* |
| Bloco | 3 | 3,4416 | 0,9743 |
| Erro (a) | 6 | 1,7616 | 1,8030 |
| Doses de P | 3 | 0,0394 | 1,8686 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,7127 | 0,9069 |
| Erro (b) | 27 | 0,3771 | 0,9233 |
| CV 1 | | 13,57 | 11,74 |
| CV 2 | | 6,28 | 8,40 |
| Média geral (%) | | 9,77 | 11,44 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 7A. Resumo da análise de variância do teor de fósforo (P) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função das doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de P | |
|-----------------------------------|----|-------------------------------|----------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 0,0081 | 0,3356* |
| Bloco | 3 | 0,1061 | 0,0461 |
| Erro (a) | 6 | 0,0477 | 0,0616 |
| Doses de P | 3 | 0,2371** | 0,9546** |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,0163 | 0,0210 |
| Erro (b) | 27 | 0,0222 | 0,0262 |
| CV 1 | | 12,32 | 10,99 |
| CV 2 | | 8,42 | 7,17 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 1,77 | 2,26 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 8A. Resumo da análise de variância do teor de potássio (K) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de K | |
|-----------------------------------|----|-------------------------------|-----------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 18,3029* | 43,2623** |
| Bloco | 3 | 0,4371 | 3,0082 |
| Erro (a) | 6 | 3,3348 | 1,0558 |
| Doses de P | 3 | 1,4593 | 1,3294 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 3,7818 | 0,4435 |
| Erro (b) | 27 | 3,9823 | 1,2501 |
| CV 1 | | 10,29 | 4,86 |
| CV 2 | | 11,24 | 5,29 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 17,75 | 21,14 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 9A. Resumo da análise de variância do teor de cálcio (Ca) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de Ca | |
|-----------------------------------|----|--------------------------------|--------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 0,1454 | 0,4595 |
| Bloco | 3 | 10,8082** | 0,0482 |
| Erro (a) | 6 | 0,4359 | 0,5045 |
| Doses de P | 3 | 0,5007** | 0,5004 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,0658 | 0,3347 |
| Erro (b) | 27 | 0,0846 | 0,2358 |
| CV 1 | | 20,50 | 21,74 |
| CV 2 | | 9,03 | 14,86 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 3,22 | 3,26 |

* e ** significativos a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 10A. Resumo da análise de variância do teor de magnésio (Mg) na MS de ‘Coastcross’, ‘Tifton 85’ e ‘Tifton 68’, em função de doses de P. UFLA, 2006/2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de Mg | |
|-----------------------------------|----|--------------------------------|---------|
| | | 1º ano | 2º ano |
| Gramíneas | 2 | 0,3940 | 1,5317* |
| Bloco | 3 | 0,3731 | 0,1554 |
| Erro (a) | 6 | 0,1901 | 0,2229 |
| Doses de P | 3 | 0,4493** | 0,0279 |
| Doses de P x Gramíneas | 6 | 0,0386 | 0,0836 |
| Erro (b) | 27 | 0,0780 | 0,0860 |
| CV 1 | | 19,09 | 21,38 |
| CV 2 | | 12,23 | 13,29 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 2,28 | 2,20 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 11A. Resumo da análise de variância da produção de matéria seca (PMS) e produção total de MS (PTMS) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da PMS e PTMS | | |
|-------------------------------------|----|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | PMS | | PTMS |
| | | 1º corte | 2º corte | |
| Bloco | 3 | 185,001957** | 9,3431 | 152,5611** |
| Corretivos (C) | 2 | 113,318048** | 138,3400** | 497,8036** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 530,549580** | 362,8731** | 1731,6296** |
| Interação C x D | 6 | 13,760531 | 21,6006 ⁺ | 43,2436 [#] |
| Resíduo | 33 | 8,518453 | 10,180911 | 21,7384 |
| CV | | 11,86 | 15,09 | 10,19 |
| Média geral (g.vaso ⁻¹) | | 24,60 | 21,12 | 45,74 |

[#], ⁺ e ^{**} significativos, a 9%, a 7% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 12A. Resumo da análise de variância da densidade de perfilhos (DP) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios da DP | |
|---|----|------------------------|---------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 2262,222222** | 2020,833333** |
| Corretivos (C) | 2 | 1157,250000 | 3532,937500** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 4839,333333** | 5720,722222** |
| Interação C x D | 6 | 198,250000 | 389,159722 |
| Resíduo | 33 | 509,555556 | 357,590909 |
| CV | | 25,36 | 17,84 |
| Média geral (perfilhos.vaso ⁻¹) | | 89,00 | 106,00 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 13A. Resumo da análise de variância do comprimento de perfilhos (CP) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do CP | |
|----------------------|----|------------------------|------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 77,0522 | 37,0371 |
| Corretivos (C) | 2 | 65,3077 | 22,3558 |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 54,1114 | 116,5575** |
| Interação C x D | 6 | 6,2894 | 33,5788 |
| Resíduo | 32 | 35,2809 | 22,3523 |
| CV | | 32,98 | 26,81 |
| Média geral (cm) | | 18,00 | 17,63 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 14A. Resumo da análise de variância do comprimento de estolões (CE) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do CE | |
|----------------------|----|------------------------|-------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 776,8353* | 1130,2136** |
| Corretivos (C) | 2 | 1205,2395* | 179,2808 |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 1277,6408** | 164,0238 |
| Interação C x D | 6 | 512,0509 | 290,5373* |
| Resíduo | 33 | 245,0915 | 110,1216 |
| CV | | 11,53 | 11,08 |
| Média geral (cm) | | 135,731 | 94,71 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 15A. Resumo da análise de variância da MS de raiz (MSR) e da razão parte aérea/raiz (RAR) da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios | |
|----------------------|----|--------------------|----------|
| | | MSR | RAR |
| Bloco | 3 | 45,8694 | 0,0899 |
| Corretivos (C) | 2 | 29,8877 | 0,6289** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 89,6872 | 0,8609** |
| Interação C x D | 6 | 25,5924 | 0,8607 |
| Resíduo | 33 | 93,9038 | 0,0834 |
| CV | | 26,83 | 22,24 |
| Média geral | | 36,11 [#] | 1,29 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).# (g.vaso⁻¹ de MS)

TABELA 16A. Resumo da análise de variância dos teores de proteína bruta (PB) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios dos teores de PB | |
|----------------------|----|-----------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 81,4412** | 1,5868 |
| Corretivos (C) | 2 | 14,1658 | 14,2976** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 27,1049** | 36,6834** |
| Interação C x D | 6 | 4,2781 | 2,9390 |
| Resíduo | 33 | 5,7507 | 1,6235 |
| CV | | 15,11 | 10,42 |
| Média geral (%) | | 15,87 | 12,22 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 17A. Resumo da análise de variância do acúmulo de N na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do acúmulo de N | |
|-------------------------------------|----|----------------------------------|----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 0,0154 | 0,0014 |
| Corretivos (C) | 2 | 0,0513* | 0,0146* |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 0,1854** | 0,0460** |
| Interação C x D | 6 | 0,0192 | 0,0050 |
| Resíduo | 33 | 0,0117 | 0,0037 |
| CV | | 18,10 | 15,37 |
| Média Geral (g.vaso ⁻¹) | | 0,60 | 0,39 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 18A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de P | |
|-----------------------------------|----|-------------------------------|----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 0,5066* | 0,0681 |
| Corretivos (C) | 2 | 1,3346** | 0,0331 |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 9,2729** | 6,9452** |
| Interação C x D | 6 | 0,1986 | 0,1205 |
| Resíduo | 33 | 0,1482 | 0,0975 |
| CV | | 19,32 | 21,42 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 1,99 | 1,45 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 19A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de K | |
|-----------------------------------|----|-------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 19,6664** | 1,0953 |
| Corretivos (C) | 2 | 34,7899** | 53,8019** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 90,0040** | 97,7464** |
| Interação C x D | 6 | 2,8585 | 3,7840* |
| Resíduo | 33 | 3,8085 | 1,4478 |
| CV | | 10,91 | 6,15 |
| Média geral (g.kg ⁻¹) | | 17,88 | 19,57 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 20A. Resumo da análise de variância do acúmulo de K na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do acúmulo de K | |
|--------------------------------------|----|----------------------------------|----------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 28492,896914** | 2157,770517 |
| Corretivos (C) | 2 | 25275,740058* | 5673,527006 |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 69524,343714** | 36452,982039** |
| Interação C x D | 6 | 11543,636547 | 3111,386320 |
| Resíduo | 33 | 5955,101664 | 4334,654879 |
| CV | | 18,25 | 16,58 |
| Média geral (mg.vaso ⁻¹) | | 422,85 | 397,00 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 21A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de Ca | |
|-----------------------------------|----|--------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 3,6225** | 0,9190 |
| Corretivos (C) | 2 | 63,5984** | 33,2000** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 5,4332** | 5,2771** |
| Interação C x D | 6 | 0,9700 | 1,2117 |
| Resíduo | 33 | 0,7705 | 1,1243 |
| CV | | 20,36 | 14,54 |
| Média geral (g,kg ⁻¹) | | 4,31 | 7,29 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 22A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Ca na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do acúmulo de Ca | |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 3426,416119** | 259,438530 |
| Corretivos (C) | 2 | 52108,004390** | 36549,279840** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 3769,618430** | 8550,287063** |
| Interação C x D | 6 | 279,741101 | 2461,288217 |
| Resíduo | 33 | 640,056717 | 1311,983053 |
| CV | | 23,87 | 23,31 |
| Média geral (mg,vaso ⁻¹) | | 105,97 | 155,38 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 23A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de Mg | |
|-----------------------------------|----|--------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 0,3332 | 0,2909 |
| Corretivos (C) | 2 | 28,4986** | 38,0352** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 0,2644 | 0,3428 |
| Interação C x D | 6 | 0,1430 | 0,2997 |
| Resíduo | 33 | 0,1499 | 0,1927 |
| CV | | 15,81 | 18,20 |
| Média geral (g,kg ⁻¹) | | 2,44 | 2,41 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 24A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Mg na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do acúmulo de Mg | |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 960,0743** | 43,2492 |
| Corretivos (C) | 2 | 22967,8929** | 22740,2008** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 2051,3657** | 1542,4092** |
| Interação C x D | 6 | 155,8520 | 1043,3512** |
| Resíduo | 33 | 191,8234 | 212,6714 |
| CV | | 22,20 | 27,00 |
| Média geral (mg,vaso ⁻¹) | | 62,38 | 54,00 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 25A. Resumo da análise de variância do teor de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de Si | |
|-----------------------------------|----|--------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 12,2281** | 5,6765** |
| Corretivos (C) | 2 | 49,5256** | 73,9080** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 1,8074 | 8,6077** |
| Interação C x D | 6 | 3,6376 | 0,8023 |
| Resíduo | 33 | 1,8204 | 0,6664 |
| CV | | 18,35 | 15,51 |
| Média geral (g,kg ⁻¹) | | 7,35 | 5,26 |

** significativo, a 1% de probabilidade (Teste F).

TABELA 26A. Resumo da análise de variância do acúmulo de Si na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do acúmulo de Si | |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 22276,2978** | 2516,1291* |
| Corretivos (C) | 2 | 48112,1544** | 51874,8013** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 34852,8851** | 2310,3551* |
| Interação C x D | 6 | 4030,1327 | 1125,5456 |
| Resíduo | 33 | 1855,4551 | 611,5584 |
| CV | | 23,32 | 22,49 |
| Média geral (mg,vaso ⁻¹) | | 184,69 | 109,96 |

* e ** significativos, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 27A. Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de FDN | |
|----------------------|----|---------------------------------|-----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 2,2047 | 14,1753 |
| Corretivos (C) | 2 | 105,4872** | 69,0556** |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 51,5904** | 18,6899* |
| Interação C x D | 6 | 7,4913 | 3,6989 |
| Resíduo | 33 | 8,7445 | 5,9885 |
| CV | | 4,55 | 3,45 |
| Média geral (%) | | 65,05 | 70,84 |

* e ** significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

TABELA 28A. Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) na MS da ‘Jiggs’, em função dos corretivos e das doses de P. UFLA, 2007, Lavras, MG

| Causas de variação | GL | Quadrados médios do teor de FDA | |
|----------------------|----|---------------------------------|----------|
| | | 1º corte | 2º corte |
| Bloco | 3 | 13,2710** | 1,2491 |
| Corretivos (C) | 2 | 3,4942 | 2,9341 |
| Doses de fósforo (D) | 3 | 12,0493** | 4,7314 |
| Interação C x D | 6 | 4,4291* | 1,5198 |
| Resíduo | 33 | 1,7818 | 2,2499 |
| CV | | 4,31 | 5,10 |
| Média geral (%) | | 30,99 | 29,38 |

* e ** significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).