

**MORFOFISIOLOGIA E VALOR NUTRITIVO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO**

ÍVINA PAULA ALMEIDA DOS SANTOS

2004

ÍVINA PAULA ALMEIDA DOS SANTOS

**MORFOFISIOLOGIA E VALOR NUTRITIVO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Doutorado
em Zootecnia, área de concentração em
Forragicultura e Pastagem, para obtenção do título de
“Doutor”.

Orientador
Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

Santos, Ívina Paula Almeida dos

Morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo / Ívina Paula Almeida dos Santos. -- Lavras : UFLA, 2004.

243 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Coastcross. 2. Estacionalidade de produção. 3. Florona. 4. Fracionamento de fósforo. 5. Índices de crescimento. 6. Morfogênese. 7. Quicuiu. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.2
-636.084

ÍVINA PAULA ALMEIDA DOS SANTOS

**MORFOFISIOLOGIA E VALOR NUTRITIVO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Doutorado
em Zootecnia, área de concentração em
Forragicultura e Pastagem, para obtenção do título de
“Doutor”.

APROVADA em 05 de março de 2004

Prof. Antônio Eduardo Furtini Neto	DCS/UFLA-MG
Prof. Augusto Ramalho de Moraes	DEX/UFLA-MG
Prof. Eduardo Eustáquio Mesquita	UNIOESTE-PR
Prof. Gudesteu Porto Rocha	DZO/UFLA-MG

Prof. José Cardoso Pinto
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

“Porque Deus amou tanto o mundo que deu seu único Filho, para que todo aquele que nEle crer não pereça, mas tenha a vida eterna.”

S João 3:16

Ao **Soberano Deus**, Criador do
Universo e Grande Anjo, por se fazer
presente em todos os momentos,

DEDICAO

Aos meus pais, **Antonio** (*in memoriam*) e
Estela, pelos ensinamentos e apoio,
aos meus irmãos **Bino**, **Jenay**, **Marquinho**
e **Isabela**, pelo incentivo e suporte;
aos meus avós, **Leobino** (*in memoriam*) e
Juviná, pelo carinho; e aos meus
amados sobrinhos Lucas e Ismael
por existirem.

OFERECIMENTO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar possível esta vitória.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Curso de Pós-graduação do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

Ao Prof. José Cardoso Pinto pela orientação, pela dedicação e pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso.

Ao Prof. Augusto Ramalho de Moraes pelas sugestões durante as análises estatísticas e pelo tratamento sempre cordial e prestativo.

Ao Prof. Antônio Eduardo Furtini Neto pela constante colaboração, imprescindível para a elaboração deste trabalho.

Ao então Prof. Eduardo Eustáquio Mesquita pela colaboração nos trabalhos de campo e pelas sugestões apresentadas para o aprimoramento do trabalho.

Aos Prof. Gudesteu Porto Rocha pelas críticas e sugestões que contribuíram para o enriquecimento do trabalho.

Aos bolsistas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq, Dawson José Guimarães Faria e Juliana Salgado Laranjo, pela amizade e pela imprescindível ajuda durante a condução do experimento e das análises laboratoriais.

Ao mestrando Valdir Botega Tavares pelo importante auxílio na implantação do experimento e pela colaboração nas avaliações de campo.

À colega Carla Luiza da Silva Ávila pela grande ajuda nas avaliações de campo.

Aos amigos do Grupo de Apoio à Ovinocultura (GAO), pelo convívio e pelos ensinamentos.

Aos amigos Fábio e Bruno, pelo apoio nos momentos difíceis e pelo agradável convívio e amizade.

À grande amiga Cristiane Leal, pelo incentivo e suporte em todas as horas. Muito obrigada por acreditar e apostar em mim.

A Ana Cláudia, outra grande amiga, pelas palavras de estímulo e por estar sempre orando por mim.

Aos amigos Afrânio e Ednéia pelo apoio em todos os momentos e pelo convívio agradável.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química – UFLA, Wilsinho, Guimarães e Joales, pela prestatividade na realização das análises de minerais.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Suelba, Eliana, Márcio e, principalmente, ao José Virgílio, pelo grande auxílio.

Ao funcionário do Laboratório de Microbiologia do Solo, Manoel Aparecido da Silva, pela prestatividade na concessão do aparelho medidor de área foliar.

Aos funcionários do DZO, Keila, Pedro e Carlos, pela disposição em ajudar.

Aos também funcionários do DZO, Policarpo Borges, José Antônio de Carvalho, Sebastião Reinaldo Filho, Sebastião Eugênio Barbosa, Anderson Alex Andrade Lima, João Gonçalves Mizael, Hernane Fernandes da Silva, Hélio Rodrigues e Luiz Carlos de Oliveira (Borginho), pelo imprescindível auxílio na condução do experimento, e, principalmente, ao José Geraldo Vilas Boas por não medir esforços em dar condições para que o trabalho fosse realizado.

Ao funcionário do Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia, Geraldo Kleber Martins pelo fornecimento dos dados climáticos.

Aos funcionários da Biblioteca, Sebastião Pinto Alves (Tião), José Maria dos Santos (Zé), Antônio Máximo de Carvalho (Marcinho), José Henrique Pereira e Jésus Moreira Freire pela ajuda na busca das literaturas.

Aos colegas de Curso, Edgar, Oiti, Gilberto, Rodrigo, Yolanda, Pedro, Joadil, Flávio Moreno, Flávia, Michela, Sidney e Rosana, e a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	Ii
ABSTRACT	V
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1 Características Gerais das Gramíneas Estudadas	6
2.1.1 Capim-coastcross	7
2.1.2 Capim-florona	8
2.1.3 Capim-quicuiu	9
2.2 Fósforo em Gramíneas Forrageiras	10
2.2.1 Fontes de Fósforo	13
3 METODOLOGIA GERAL	19
3.1 Local e Período	19
3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	19
3.3 Caracterização do Solo da Área Experimental	20
3.4 Caracterização Climática no Período Experimental	21
3.5 Condução do Experimento	23
3.6 Análises Estatísticas	26
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2: Características morfogênicas e estruturais de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
1 INTRODUÇÃO	38
2 MATERIAL E MÉTODOS	45

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1 Densidade de Perfilhos	48
3.2 Peso de Perfilhos	54
3.3 Número Total de Folhas, Número de Folhas Emergentes, Número de Folhas Mortas e Número de Folhas Vivas	59
3.4 Comprimento Final de Folha, Duração do Alongamento, Taxa de Alongamento Foliar, Taxa de Aparecimento Foliar e Filocrono	66
4 CONCLUSÕES	75
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
CAPÍTULO 3: Índices de crescimento de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo	85
RESUMO	86
ABSTRACT	87
1 INTRODUÇÃO	88
2 MATERIAL E MÉTODOS	94
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
3.1 Razão de Área Foliar	96
3.2 Razão de Peso Foliar	101
3.3 Área Foliar Específica	106
3.4 Área Foliar por Planta	111
3.5 Índice de Área Foliar	115
3.6 Relação Folha/Caule	120
4 CONCLUSÕES	125
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
CAPÍTULO 4: Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo	129
RESUMO	130
ABSTRACT	131
1 INTRODUÇÃO	132
2 MATERIAL E MÉTODOS	138

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	141
3.1 Produção de MS	141
3.2 Altura de Planta	166
3.3 Fibra em Detergente Neutro	168
3.4 Fibra em Detergente Ácido	172
3.5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS	177
3.6 Composição Mineral	182
3.6.1 Nitrogênio	182
3.6.2 Fósforo	188
3.6.2.1 Fracionamento do Fósforo	198
3.6.3 Potássio	206
3.6.4 Cálcio	211
3.6.5 Magnésio	213
4 CONCLUSÕES	218
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	219
ANEXOS	227

LISTA DE ABREVIATURAS

ST	Superfosfato Triplo
FR	Fosfato Reativo
FN	Fosfato Natural
MS	Matéria Seca
DP	Densidade de Perfilhos
PP	Peso de Perfilhos
NTF	Número Total de Folhas
NFM	Número de Folhas Mortas
NFE	Número de Folhas Emergentes
NFV	Número de Folhas Vivas
CFF	Comprimento Final de Folhas
DA	Duração do Alongamento
TA_fF	Taxa de Alongamento Foliar
TA_pF	Taxa de Aparecimento Foliar
FILOC	Filocrono
RAF	Razão de Área Foliar
RPF	Razão de Peso Foliar
AFE	Área Foliar Específica
AFP	Área Foliar por Planta
IAF	Índice de Área Foliar
RFC	Relação Folha/Caule
PMS	Produção de MS
AP	Altura de Planta
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDA	Fibra em Detergente Ácido
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS

N	Nitrogênio
P	Fósforo
Pt	Fósforo total
Pi	Fósforo inorgânico
Po	Fósforo orgânico
K	Potássio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio

RESUMO

SANTOS, Ívina Paula Almeida dos. **Morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo**. 2004. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Com o objetivo de caracterizar morfofisiologicamente e avaliar o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, aos 35 dias de rebrota, sob fontes e doses de fósforo (P), foi conduzido um experimento a campo em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subsubdivididas, com três repetições, sendo distribuídas aleatoriamente nas parcelas as gramíneas (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu), nas subparcelas as fontes de P (ST-Superfosfato Triplo; FR-Fosfato Reativo, Arad e FN-Fosfato Natural, Araxá) e nas subsubparcelas as doses de P (0, 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5). O capim-coastcross e o capim-florona apresentaram maior densidade de perfilhos (DP) que o capim-quicuiu, proporcionada pelo FR e FN. No entanto, neste último o capim-coastcross produziu perfilhos mais leves. O peso de perfilhos (PP) do capim-coastcross não variou com a adubação fosfatada, entretanto o ST e o FR proporcionaram perfilhos mais pesados para o capim-florona e o FR e FN, para o capim-quicuiu. As variáveis número total de folhas (NTF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas mortas (NFM), comprimento final de folhas (CFF), duração do alongamento (DA), taxa de alongamento de folha (TA_iF), taxa de aparecimento de folha (TA_pF) e filocrono (FILOC) não foram influenciadas ($P>0,05$) pela adubação fosfatada que, por outro lado, afetou o número de folhas emergentes (NFE). Não houve variação entre as gramíneas quanto ao NTF, NFV, TA_pF e FILOC, apresentando valores médios de 10,52 e 8,25 folhas/perfilho; 0,40 folhas/dia e 2,53 dias/folha, respectivamente; o capim-florona exibiu maior TA_iF , 9,04 mm/dia. O capim-quicuiu foi superior em NFE (3,37), NFM (2,87), CFF (11,03 cm) e DA (17,16 dias). Verificou-se, também, que a DA de folhas individuais aumentou com o nível de inserção das mesmas em detrimento da TA_pF . O capim-quicuiu apresentou maior razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), área foliar por planta (AFP) e relação folha/caule (RFC) que o capim-coastcross e o capim-florona, que se mostraram mais próximos entre si, observando-se valores médios de dois anos para o capim-quicuiu de 0,0218 m^2/g , 0,4985 g/g, 0,0482 m^2/g , 0,0034 m^2 e 1,71, respectivamente. O

* Comitê de Orientação: José Cardoso Pinto – UFLA/DZO (Orientador); Antônio Eduardo Furtini Neto – UFLA/DCS; Augusto Ramalho de Moraes – UFLA/DEX; Gudesteu Porto Rocha – UFLA/DZO.

rendimento do capim-coastcross, tanto na estação das águas como na da seca, foi superior ($P<0,05$) aos capins Florona e Quicuío, com produções médias de MS de dois anos de 12,7 e 4,7, 11,2 e 2,9 e 6,33 e 3,73 t/ha, respectivamente. No entanto, o capim-quicuío apresentou melhor valor nutritivo. Observou-se que 70-80 % da produção de MS das gramíneas ocorreu nas águas (outubro/março). O ST proporcionou maior ($P<0,01$) produção de MS das gramíneas, porém não muito superior às do FR e FN, observando-se valores médios de dois anos de 13,6, 13,3 e 12,8 t/ha, respectivamente. No geral, a adubação fosfatada não afetou os teores de FDN, FDA e DIVMS das gramíneas, porém aumentou ($P<0,05$) os teores de N, P, Ca e Mg. O capim-quicuío apresentou maior ($P<0,01$) concentração de P inorgânico (322 $\mu\text{g/g}$) que o capim-coastcross (244 $\mu\text{g/g}$) e o capim-florona (235 $\mu\text{g/g}$). Entretanto, o capim-coastcross apresentou maior concentração de P total que os capins florona e quicuío, observando-se valores de 589, 442 e 492 $\mu\text{g/g}$, respectivamente.

ABSTRACT

SANTOS, Ívina Paula Almeida dos. **Morphophysiology and nutritive value of tropical forages grasses under sources and doses of phosphorus**. 2004. 243p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

The objective of this work was to study morphophysiology and nutritive value of tropical forage grasses, at 35 days of regrowth, under sources and doses of P. In one experiment was driven in the field in area of the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. The experimental design used was a randomized complete block, in split split plot scheme, with three repetitions, being allocated in the plot the grasses (coastcross bermudagrass, florona stargrass and kikuyu grass), in the subplot the sources of P (TS-Triple superphosphate; RF- Reactive phosphate, Arad/Onk Djebel and NP- Nature phosphate, Araxa) and, in the subsubplot, the doses of P (0, 40, 80 and 120 kg/ha of P_2O_5). The coastcross bermudagrass and florona stargrass presented larger tillers density (TD) than the kikuyu grass, provided by RP and NP. However, in this last one and in the coastcross bermudagrass less heavy tillers were observed. The tillers weight (TW) of the coastcross bermudagrass didn't vary with the phosphorus fertilization, however TS and RP provided tillers more weighted for the florona stargrass and, for kikuyu grass, RP and NP. Variables as total number of leaves (TNL), number of live leaves (NLL), number of dead leaves (NDL), leaf final length (LFL), elongation duration (ED), leaf elongation rate (LER), leaf appearance rate (LAR) and phyllochron (PHYL) were not influenced ($P > 0.05$) for the phosphorus fertilization that, on the other hand, affected number of emergent leaves (NEL). The grasses didn't vary with relationship to TNL, NLL, LAR and PHYL, presented medium values of 10.52 and 8.25 leaves/tiller; 0.40 leaves/day and 2.53 days/leaf, respectively; the florona stargrass showed larger LER, 9.04 mm/day. The kikuyu grass was higher in NEL (3.37), NDL (2.87), LFL (11.03 cm) and ED (17.16 days). Also, it was verified that the ED of individual leaves increase with the insert level of them in detriment of LAR. The kikuyu grass presented larger leaf area ratio (LAR), leaf weight ratio (LWR), specific leaf area (SLA), leaf area per plant (PLA) and leaf:stem ratio (LSR) than the coastcross bermudagrass and the florona stargrass that were shown more similar to each other, being observed medium values of two years for the kikuyu grass of 0.0218 m^2/g , 0.4985 g/g , 0.0482 m^2/g , 0.0034 m^2 and 1.71, respectively. The yield of the coastcross

* Guidance Committee: José Cardoso Pinto – UFLA/DZO (Adviser); Antonio Eduardo Furtini Neto – UFLA/DCS; Augusto Ramalho de Moraes – UFLA/DEX; Gudesteu Porto Rocha – UFLA/DZO.

bermudagrass in the wet and dry seasons was higher ($P < 0.05$) than the florona stargrass and kikuyu grass, with medium productions of two years equal to 12.7 and 4.7, 11.2 and 2.9 and 6.33 and 3.73 t/ha, respectively. However, the kikuyu grass presented better nutritive value. It was observed that 70-80% of the yield of DM of the grasses occurred in the wet season (october/march). The TS provided higher ($P < 0.01$) production of DM of the grasses, however not very higher than that of the RF and NF, being observed values of the average of two years of 13.6, 13.3 and 12.8 t/ha, respectively. In the general, the phosphorus fertilization didn't affect the contents of NDF, ADF and IVDMD of the grasses; even so, it increased ($P < 0.05$) the contents of N, P, Ca and Mg. The kikuyu grass presented higher ($P < 0.01$) concentration of inorganic P (322 $\mu\text{g/g}$) than that of the coastcross bermudagrass (244 $\mu\text{g/g}$) and the florona stargrass (235 $\mu\text{g/g}$). However, the coastcross bermudagrass presented larger concentration of total P than that of the florona stargrass and kikuyu grass, being observed values of 589, 442 and 492 $\mu\text{g/g}$, respectively.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

As pastagens cultivadas tiveram grande incremento no Brasil a partir dos anos 70 com a introdução de diversas espécies e novos cultivares forrageiros, permitindo um aumento substancial nas taxas de lotação empregadas. Estima-se que no Brasil Central Pecuário, acrescido do oeste da Bahia e norte do Mato Grosso, existam cerca de 50 milhões de hectares de pastagens cultivadas (Macedo, 1995).

No entanto, os solos tropicais sempre representaram um grande desafio à ciência, pois as severas transformações impostas pelo intemperismo conduziram a uma baixa disponibilidade de nutrientes e acidez elevada. Portanto, as pesquisas têm mostrado que a utilização de corretivos e fertilizantes nas pastagens deve ser encarada como a principal forma de corrigir as deficiências nutricionais decorrentes da formação desses solos, o que interfere diretamente na baixa capacidade de suporte e no acelerado processo de degradação das pastagens.

As áreas de pastagens no Brasil ocupam cerca de 171 milhões de hectares, ocorrendo predominantemente nos oxissolos e ultissolos. Essas áreas apresentam sérios problemas de fertilidade, sendo mais de 90% desses solos deficientes em fósforo (P), magnésio (Mg), zinco (Zn) e cobre (Cu) e freqüentemente com problemas de toxidez por alumínio (Al) e manganês (Mn) (Meirelles, 1999).

Dados da FAO (2000), citados por Corsi et al. (2000), mostram que a contribuição dos fertilizantes e calcários para ganhos em produtividade atinge, no mínimo, 50%, sendo que os outros fatores de produção (sementes melhoradas, controle de pragas e doenças, práticas culturais, etc.) representam os 50% restantes. No entanto, o nível de consumo médio anual de nutrientes no

Brasil é considerado muito baixo diante da baixa fertilidade da maioria dos solos brasileiros.

Tradicionalmente, nas regiões do Brasil a exploração das pastagens naturais é feita de forma extensiva e extrativista, ocasionando, dessa maneira, a sua progressiva degradação. Em decorrência disso, observa-se uma busca contínua de “novas” e até “milagrosas” gramíneas forrageiras para substituir aquelas que foram utilizadas, sem, no entanto, haver preocupação com a correção dos problemas que levaram à queda da produtividade da pastagem. A baixa fertilidade natural dos solos, a falta de adubação de manutenção, o pastejo excessivo que desnuda e compacta o solo, bem como os periódicos ataques de pragas estão entre os fatores que explicam o declínio da produtividade. Segundo Soares Filho (1999), estima-se que a área de pastagens cultivadas na região dos Cerrados, por exemplo, seja de 48 milhões de hectares e que mais de 50% se encontram em processo de degradação.

Assim, estudos realizados em solos da região dos Cerrados, por exemplo, têm demonstrado que a saturação por bases trocáveis e os conteúdos de P são fatores diretamente relacionados com a produtividade das pastagens e com a sua sustentabilidade (Macedo, 1997). Uma vez feitas estas correções, a produtividade é altamente dependente da adubação nitrogenada (Macedo, 1995). É importante observar, entretanto, a necessidade de se equilibrar a adubação nitrogenada com o suprimento dos demais nutrientes. Para as gramíneas forrageiras tropicais o manejo do P é importante por ser esse o nutriente mais limitante ao estabelecimento, perfilhamento e manutenção dos patamares de produtividade das plantas.

Verificou-se a existência de um grande volume de trabalhos estudando a influência da adubação nitrogenada nas características morfogênicas, índices de crescimento, produção e/ou valor nutritivo (Yoshida et al., 1969; Wilman et al., 1977; Thomas, 1983; Volenec & Nelson, 1983; Vine, 1983; Pearse & Wilman,

1984; Herling et al., 1991; Pinto et al., 1994; Mazzanti & Lemaire, 1994; Bélanger, 1998; Alexandrino, 2000; Rovetta et al., 2001; Garcez Neto et al., 2002; Oliveira, 2002). No entanto, considerando que no contexto do emprego da adubação, visando a intensificação do uso da pastagem, juntamente com a adubação nitrogenada, há que se atentar para a disponibilidade de P de tal forma que este não venha a limitar o efeito do N na produtividade (Werner et al., 2001). Monteiro & Werner (1977), ao estudarem a combinação das adubações fosfatada e nitrogenada no estabelecimento do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) (em casa de vegetação) e já estabelecido (no campo), constataram o efeito da limitação da adubação fosfatada na resposta à adubação nitrogenada. Outros trabalhos também foram desenvolvidos (Quin et al., 1961; Lira et al., 1994; Paulino et al., 1998; Santos, 1999; Groot et al., 2003), ratificando a importância da interação NxP na produção das plantas forrageiras.

No Brasil, as pesquisas de avaliação agrônômica de fontes de P aumentaram consideravelmente a partir do início da década de 70, em face da elevação dos preços dos fertilizantes fosfatados solúveis e da dependência do País de seu suprimento do exterior. Desde aquela época, a procura de fontes alternativas de fertilizantes fosfatados tem sido uma preocupação constante.

Em virtude da introdução relativamente recente de cultivares e híbridos do gênero *Cynodon*, bem como da escassez de estudos morfofisiológicos e de análise de crescimento, entre outros aspectos, em espécies forrageiras tropicais são necessários estudos mais minuciosos destes materiais cultivados sob diversas condições de meio ambiente e de manejo, antes de serem utilizados. Além disso, o elevado custo dos adubos fosfatados solúveis tem incentivado a busca de alternativas que minimizem os custos de produção das culturas.

Objetivou-se, com este trabalho, caracterizar morfofisiologicamente a dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos; avaliar os índices de crescimento relacionados à produção de folhas e o rendimento e valor nutritivo de algumas

gramíneas forrageiras tropicais (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuio) sob a aplicação de fontes e doses de P.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características gerais das gramíneas estudadas

Várias gramíneas tropicais têm se destacado com alto potencial na alimentação de ruminantes, como as espécies e/ou cultivares dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum* e *Cynodon*. Este último gênero é o grupo mais amplamente distribuído da tribo Chlorideae. Harlan et al. (1970) agruparam oito espécies de *Cynodon* em quatro grupos de acordo com sua distribuição geográfica, quais sejam: a) Sul da Ásia e Oceano Índico – Sul das Ilhas do Pacífico (*C. arcuatus*, *C. barberi*); b) Leste da África (*C. plectostachyus*, *C. aethiopicus*, *C. nlemfuensis*); c) Sul da África (*C. incompletus*, *C. trasvaalensis*) e d) Cosmopolita com variedades endêmicas (*C. dactylon*).

Atualmente, cultivares e híbridos do gênero *Cynodon* vêm merecendo destaque pela boa produtividade e pelo elevado valor nutritivo, quando utilizados em sistemas mais intensivos de produção, sob corte para a produção de feno ou sob pastejo, como os cultivares Coastcross [*C. dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *C. nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*], Tifton 85 (*Cynodon* spp), Florico (*C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) e Florona (*C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) (Vilela & Alvim, 1998; Oliveira et al., 2000; Rovetta et al., 2001; Rosa et al., 2002; Oliveira, 2002).

A espécie *Pennisetum clandestinum*, comumente conhecida como capim-quicuí, foi trazida para o Brasil em 1924 e logo considerada como de excepcional qualidade, tendo sido, nos primeiros anos de sua introdução, comparada em qualidade à alfafa (*Medicago sativa* L.) (Assef, 2001). Em alguns anos, a euforia da descoberta foi gradativamente dando lugar ao esquecimento, principalmente porque houve pouco interesse dos órgãos de pesquisas brasileiros

em aprofundar os estudos com essa gramínea que se apresentou muito promissora.

Segundo Assef (2001), o mesmo não ocorreu em outros países como a África do Sul, Austrália e Nova Zelândia. Na Austrália, as pastagens de capim-quicuiu são muito usadas, principalmente na produção de leite, em Queensland e em New South Wales. Desde a sua introdução na Austrália, em 1919, o capim-quicuiu vem sendo estudado e já se conseguiram até cultivares adaptados aos diferentes tipos de solo e clima e com boa produção de sementes que, juntamente com as pesquisas de técnicas de produção e colheita, tornaram possível a comercialização das sementes por firmas especializadas. Segundo Pupo (1985), no Brasil, por volta de 1980, essas sementes, importadas da Austrália, estavam disponíveis aos pecuaristas.

2.1.1 Capim-coastcross

O cultivar Coastcross - 1 [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *C. nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*] é um híbrido estéril, obtido do cruzamento do cultivar Coastal e uma introdução do capim-bermuda (PI 255445), de alta digestibilidade e pouco tolerante ao frio, proveniente do Quênia, África. Foi lançado no estado da Geórgia, EUA, no ano de 1967, pelo Dr. Glenn W. Burton (Burton, 1972). Foi introduzido no Brasil na década de 70. Segundo o mesmo autor, este híbrido apresenta uma boa capacidade de expansão, possui estolões, mas raramente desenvolve os rizomas característicos da maioria das grammas bermudas. Essa falta de rizomas faz com que ele seja sensível a temperaturas baixas (Vilela & Alvim, 1998).

É uma gramínea perene, adaptada ao clima subtropical e, por possuir a via fotossintética C₄, apresenta alto potencial produtivo, respondendo vigorosamente à adubação (Beltran et al., 1985). Segundo Vilela & Alvim

(1998), quando adubada e irrigada adequadamente, produz grande quantidade de forragem de alta qualidade com boa distribuição ao longo do ano. Possui colmos finos e boa relação folha/colmo, apresentando folhas macias de coloração verde menos intensa do que aquelas das gramíneas estrela, como o capim-florona, por exemplo.

O capim-coastcross vem se destacando como uma gramínea de excelente desenvolvimento na Zona da Mata Mineira, evidenciando sua adaptação ao clima. Quando bem manejado, produz acima de 20 t/ha.ano de MS de forragem de alto valor nutritivo e ótima palatabilidade. Sua forma de uso é variada, podendo ser fornecido aos animais sob as formas de feno, silagem pré-secada ('haylage'), verde picado ou sob pastejo (Resende & Alvim, 1996). Segundo Rodrigues et al. (1998), o capim-coastcross é indicado para a formação de pastagens para bovinos, eqüinos, ovinos e caprinos.

Para o plantio do capim-coastcross deve-se dar preferência aos solos férteis, de topografia ligeiramente inclinada ou plana, drenados e livres de encharcamentos. Esta gramínea multiplica-se por meio de mudas (estolões) de caules finos. Por esta razão, o plantio deve ser feito de preferência logo após o corte das mudas, com o solo úmido e efetuando-se a sua cobertura imediatamente.

De acordo com Burton & Hanna (1995), citados por Rodrigues et al. (1998), o capim-coastcross, além da elevada produção de MS, apresenta boa resistência ao pisoteio e alta tolerância a pragas e doenças, sendo, no entanto, susceptível ao ataque de cigarrinhas.

2.1.2 Capim-florona

O cultivar Florona (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) é um dos mais recentes lançamentos da Universidade da Flórida (Mislevy, 1993b),

pertencente ao grupo das gramas estrelas (McCaleb, Ona e Florico). Foi coletado na Estação Experimental de Ona, Flórida, e avaliado a partir de 1975. Foi registrado juntamente com o cultivar Florico, em 1993, por Mislevy et al. (1993a). É perene, adaptado a clima frio, como no sul da Flórida. O seu estabelecimento, via vegetativa, é rápido. Segundo Mislevy (1989), a sua produção de MS é maior que a dos cvs. Ona e Florico e a sua digestibilidade é menor que a do Florico e igual à do Ona. É resistente a baixas temperaturas; na primavera, rebrota mais rapidamente que o Florico. Intervalos de utilização acima de seis semanas são desaconselháveis, pois a sua forragem torna-se fibrosa rapidamente, uma característica que se aplica aos demais cultivares, independentemente do grupo (bermuda ou estrela).

Segundo Mickenhagem & Soares Filho (1995), o cultivar Florona apresenta fraca resistência à geada, razoável resistência ao fogo e à acidez do solo, boa resistência a doenças e ao déficit hídrico, um fechamento do solo muito bom e é moderadamente susceptível à cigarrinha.

2.1.3 Capim-quicuiu

A gramínea *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., comumente conhecida com capim-quicuiu, foi introduzido no Brasil em 1924 (Assef, 2001). É originária de terras elevadas da África, ocorrendo na Eritréia, Etiópia, Quênia, Uganda, Congo, Tanzânia e Moçambique. É perene, de porte rasteiro e de grande capacidade de alastramento através de numerosos rizomas e estolões que emitem raízes nos nós (Alcântara & Bufarah, 1985).

Segundo Mitidieri (1983), o capim-quicuiu pode ser propagado por mudas e sementes. Adapta-se a qualquer tipo de solo; em solos férteis pode atingir até 1,20 m de altura e em solos pobres não passa de 40 a 60 cm. Suporta

o sombreamento; é relativamente resistente ao frio; rebrota após o fogo e resiste especialmente à seca.

Por suas qualidades nutritivas foi comparado à alfafa (*Medicago sativa*), pois apresenta teor de PB, em média, de 10,8% na MS, chegando a 25%, sendo, portanto, considerada uma das gramíneas mais rica em proteínas (Mitidieri, 1983).

2.2 Fósforo em gramíneas forrageiras

No Brasil, o P é o elemento cuja falta limita mais freqüentemente a produção de forragem; por isso, é considerado o principal nutriente no estabelecimento das pastagens. Cerca de 90% das análises feitas no país mostram que os teores de P disponível no solo são comumente baixos, podendo ser inferiores a 1,0 mg/dm³ (Malavolta, 1980; Goedert et al., 1985).

A importância do P para a produtividade das plantas decorre de sua participação nas membranas celulares (fosfolípidos), nos ácidos nucléicos e em compostos que armazenam energia metabólica como o ATP e, assim, em uma série de processos metabólicos do vegetal, tais como: fotossíntese, síntese de carboidratos, proteínas, gorduras e absorção ativa de nutrientes (Marschner, 1995).

De acordo com dados da FAO (2000), citados por Corsi et al. (2000), a relação 0,57:1,00:0,84 no consumo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, respectivamente, no período de 1961 a 1998, ou seja, considerando os últimos 35 anos de produção de pastagens no Brasil, evidencia claramente que o consumo de fertilizantes fosfatados apresenta-se superior ao dos demais fertilizantes.

Os valores relativos de consumo de fertilizantes vêm de encontro à necessidade real dos solos ocupados por pastagens no Brasil, principalmente

Latosolos e Podzólicos, que apresentam características específicas de um solo tipo “dreno”, como a elevada capacidade de adsorção de P, isto é, para estes solos mais intemperizados, com maior fator capacidade (Q/I ; Q = fator quantidade e I = fator intensidade), indica que o suprimento de P para a raiz deverá ser bem mais crítico que a sua absorção pela planta, dado o forte caráter “dreno” desses solos (Novais & Smyth, 1999). E, para torná-lo “fonte”, são necessárias aplicações de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados.

O P requerido para o ótimo crescimento das plantas varia de 1 a 5 g/kg na MS, dependendo da espécie e do órgão analisado (Malavolta et al., 1997). Sua carência se reflete, de um modo geral, no menor crescimento das plantas, e por ser um elemento móvel, redistribui-se facilmente na planta, apresentando sintomas de deficiência nas folhas mais velhas, que se mostram de cor amarelada, com pouco brilho, cor verde azulada e, em algumas espécies, até arroxeadas (Faquin, 1994; Malavolta et al., 1997). Skerman & Riveros (1992), citados por Rossi (1999), avaliando 586 amostras de gramíneas forrageiras tropicais, relataram que a concentração de P na MS variou de 0,2 a 5,8 g/kg, com média de 2,2 g/kg, sendo influenciada pelas condições edafoclimáticas e pelo estágio de desenvolvimento da planta.

Para as gramíneas forrageiras o P é um dos elementos mais importantes no estabelecimento da pastagem. O P tem influência no crescimento do sistema radicular e no perfilhamento. Assim, a deficiência de P causa baixa produção de MS em decorrência dos baixos perfilhamento e emissão de folhas. As touceiras se apresentam com poucos perfilhos e estes, com poucas folhas, favorecendo o aparecimento de invasoras menos exigentes devido aos espaços livres entre plantas (Isepon, 1987). A deficiência de P no sistema solo-planta-animal induz uma redução do sistema radicular, de folhas e do perfilhamento de gramíneas; no animal, ocorre uma redução no consumo de alimentos (Schunke, 1994).

Trabalhos clássicos sobre o P nos solos sob vegetação de Cerrado (Lobato, 1982; Sanzonowicz & Goedert, 1986 e Sanzonowicz et al., 1987) têm descrito a deficiência de P como fator mais limitante ao desenvolvimento de plantas cultivadas nesses solos não só pelos teores naturalmente baixos, mas também pela grande capacidade de retenção do P aplicado.

Alves (1994), ao estudar o efeito da omissão de P em solução nutritiva após um período inicial de crescimento de híbridos de milho, verificou que depois de 12 dias em solução com P, seguidos da transferência dos mesmos para uma solução sem P, onde permaneceram por até 10 dias, houve redução de 25 a 30% na taxa de crescimento relativo de folhas; de 12 a 15% na de colmos e de 4 a 13% na de raízes. Pode-se imaginar, a partir desses dados, que a falta de P poderá causar perdas de produtividade da mesma grandeza, com valores próximos de 20%, em média.

Haag & Dechen (1985) observaram que para o *Panicum maximum* a deficiência de P se traduz numa redução drástica do perfilhamento. As folhas mais velhas, além da coloração amarelada, apresentam secamento da ponta para a base, ao longo das margens, e, em geral, mais acentuado de um lado da folha do que do outro, conferindo um aspecto curvo, terminando no secamento da planta.

Assim, o baixo teor de P disponível no solo compromete não apenas o estabelecimento das plantas forrageiras, por meio do menor desenvolvimento, mas também a sua produtividade, seu valor nutritivo e a capacidade de suporte das pastagens. Desse modo, o uso de fertilização fosfatada é uma prática imprescindível para um bom estabelecimento da pastagem e perenização ou persistência da mesma.

2.2.1 Fontes de fósforo

No Brasil, as pesquisas de avaliação agronômica de fontes de P aumentaram a partir da década de 70, em face da elevação dos preços dos fertilizantes fosfatados solúveis e da dependência do País de seu suprimento do exterior. Desde essa época, a procura de fontes alternativas de fertilizantes fosfatados tem sido uma preocupação constante.

Além da existência de grandes jazidas de fosfato no Brasil, atualmente há facilidade na importação de fosfatos naturais mais reativos como o Gafsa e o Carolina do Norte (Novais & Smith, 1999). Estima-se que as jazidas de fosfatos naturais no mundo, atualmente conhecidas, deverão durar por mais quatro séculos, aproximadamente, para o padrão atual de consumo, de acordo com Mengel (1997), citado por Novais & Smith (1999).

Alguns pré-requisitos devem ser considerados quanto à escolha das fontes alternativas de P. Estas devem apresentar solubilidade gradual, porém alta eficiência, ou seja, máxima produção por unidade de nutriente aplicado. Outro ponto a considerar é a preocupação do ponto de vista estratégico para o País, já que as matérias primas utilizadas na produção de fertilizantes fosfatados são recursos naturais não renováveis, escassos e sem sucedâneos, tendo o Brasil apenas 2 a 3 % das reservas mundiais de P (Magalhães, 1993 e Lopes et al., 1999).

Do ponto de vista agronômico, a característica que melhor avalia uma fonte de P é a sua eficiência em fornecer o nutriente para as plantas, ou seja, sua capacidade de proporcionar o maior acréscimo de rendimento por unidade de P aplicada (Goedert & Sousa, 1984).

A eficiência na utilização dos fosfatos varia com as características dos fertilizantes, dos solos e seu manejo e da espécie cultivada. A capacidade de retenção de P dos solos, por exemplo, é uma propriedade que exerce grande

influência sobre a eficiência agronômica dos fosfatos, pois as reações destes com o solo reduzem sensivelmente a sua eficiência. Essas reações são mais intensas em solos com alto fator capacidade de P (FCP), os quais necessitam de doses de P muito mais elevadas para se tornarem solos-fonte (Novais & Smith, 1999).

De acordo com Rajj (1991), existem fertilizantes solúveis em água, como os superfosfatos (superfosfato simples e superfosfato triplo) e os fosfatos amoniacais (MAP e DAP); os poucos solúveis em água, mas solúveis em citrato de amônio, como os termofosfatos; e os insolúveis em água e pouco solúveis em citrato de amônio, como os fosfatos naturais. De um modo geral, os fosfatos solúveis em água são mais eficientes se aplicados em forma localizada e próxima às raízes, a fim de facilitar sua absorção em locais com alta concentração de P e atenuar os efeitos da imobilização. Os fosfatos naturais, por outro lado, devem reagir com partículas ácidas do solo para se dissolverem, sendo necessário, portanto, maior contato adubo-solo para que haja máxima eficiência.

Existindo contato das partículas de solo com as fontes de fosfato e com a aplicação desses materiais em forma de pó, a lanço e incorporado, a velocidade de dissolução pode ser favorecida (Sanzonowicz & Goedert, 1986). No entanto, Novais (1999) afirma que se deve pensar em aplicar fosfatos de baixa ou de mediana reatividade da mesma maneira que as fontes solúveis, localizadamente, com menor contato com o solo, sendo a planta (raízes) o único dreno envolvido na solubilização e aquisição do P. Segundo o autor, a intermediação do solo é desfavorável à planta pois com a aplicação localizada da fonte, o pH do solo, o teor de argila e tudo o que diga respeito à interação solo x fosfato são de importância menor ou nula, já que o contato solo x fosfato é minimizado.

Os trabalhos de pesquisa sobre a eficiência agronômica dos fosfatos naturais no Brasil tiveram grande impulso com a descoberta de novas jazidas de fosfatos naturais (Patos de Minas e Catalão), coincidindo com o acentuado

encarecimento de fontes solúveis, conduzindo à necessidade de estabelecimento de estratégias para o uso adequado desses materiais (Goedert & Lobato, 1984).

Vários estudos foram conduzidos com pastagens utilizando diferentes fontes brasileiras de fosfatos naturais, estudadas isoladamente ou comparando-as entre si e com fontes estrangeiras mais reativas no solo, como os fosfatos de Gafsa e Carolina do Norte. Gomide et al. (1986) estudaram os efeitos da calagem, fontes de P (superfosfato triplo e os fosfatos de Araxá e de Patos de Minas) e doses de P no estabelecimento e produção de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) no cerrado e comprovaram que com a aplicação de superfosfato triplo o rendimento forrageiro foi favorecido no primeiro corte, assim como a produção total do primeiro ano, desaparecendo esse efeito nos anos subseqüentes. Quanto aos fosfatos naturais, esses autores constataram que não houve efeito sobre a produção da gramínea, apenas observou-se, no primeiro ano, tendência da produção crescer com o aumento das doses do fosfato de Patos de Minas.

Em outro trabalho, Sanzonowicz et al. (1987) estudaram o efeito residual de cinco fontes de P na presença de três doses de calcário, durante dez anos em condições de campo, na produção de MS de *Brachiaria decumbens*, e verificaram que a eficiência das fontes foi a seguinte: superfosfato simples = termofosfato > fosfato de Gafsa = fosfato Carolina do Norte > fosfato de Araxá. Também foi observado que a calagem afetou o desempenho dos fosfatos somente no primeiro ano agrícola.

Léon et al. (1986) estudaram a produção de MS de *Panicum maximum* Jacq. em casa de vegetação, utilizando solo da Colômbia (Tropeptic Haplustox) e doses de 0, 50, 100, 200 e 400 mg/vaso de P provenientes de 17 fontes de P. De acordo com a eficiência agrônômica dos fosfatos em relação ao superfosfato triplo (400 mg/vaso de P), os fosfatos de Jacupiranga, Catalão e Tapira apresentaram potencial agrônômico muito baixo (28, 22 e 12%,

respectivamente), dentro da escala de classificação, enquanto os fosfatos de Lobatera (Venezuela), Sardinata (Colômbia), Patos de Minas, Araxá e Abaeté foram classificados com potencial agrônômico baixo (67, 59, 58, 48 e 42%, respectivamente). Os fosfatos que apresentaram potencial médio foram os da Flórida, Huila (Colômbia), Pesca (Colômbia) e Tennessee, enquanto os da Carolina do Norte, Bayovar (Peru), Gafsa e Arad apresentaram alto potencial, com índice de eficiência agrônômica em relação ao superfosfato triplo de 99, 96, 96 e 85%, respectivamente.

Os solos ácidos são os mais indicados para a utilização de fosfatos naturais, pois além da acidez e do baixo teor de P disponível, possuem também baixo teor de Ca trocável, condições favoráveis à solubilização dos fosfatos apatíticos. Em decorrência da lenta liberação dos fosfatos naturais, é de se esperar que estes sejam mais eficientes para cultivos de plantas perenes, como as forrageiras, que não necessitam de elevados teores de P disponível em um curto espaço de tempo.

A eficiência dos fosfatos naturais brasileiros possui tendência inversa à dos fosfatos solúveis, aumentando com o passar do tempo, em decorrência do acréscimo da solubilização do fosfato de rocha, que reflete em melhoria na produtividade (Goedert & Sousa, 1984). Além disso, a baixa eficiência dos fosfatos naturais, no curto prazo, pode ser compensada pelo baixo custo do material aplicado.

A total e imediata liberação de P de uma fonte solúvel em solo com grande fator capacidade de P (FCP), como muitos dos solos brasileiros, deverá satisfazer, de modo preferencial, a enorme demanda do dreno-solo, comparativamente ao baixo dreno-planta. Além do mais, nessas condições, a cinética da adsorção do P ao solo e sua posterior transformação em P não-lábil é muito mais rápida que a cinética de absorção de P pela planta, mesmo para as plantas de ciclo curto. Portanto, a baixa reatividade das apatitas nacionais,

quando utilizadas na maioria das condições de solo e da planta, faz com que não sejam, por si só, fontes adequadas de P para as plantas; por conseguinte, o solo não é também tão favorecido como dreno, como acontece quando se utiliza uma fonte solúvel. Assim, as fontes solúveis são solúveis demais, privilegiando o solo (no caso, aqueles com maior FCP), e as apatitas brasileiras são demasiadamente “insolúveis” (pouco reativas), não liberando o P necessário para a planta durante o seu ciclo (Novais & Smith, 1999).

O ideal, portanto, seria ter um produto com solubilidade homogeneamente intermediária e não uma média de produtos com características tão extremas, entre fosfatos naturais de baixa reatividade e os fosfatos acidulados de liberação rápida de P para o meio, semelhante aos termofosfatos e fosfatos reativos, considerados intermediariamente solúveis, como o Gafsa, Arad, Daoui, Carolina do Norte, etc.. Estes fosfatos possuem maior solubilidade que os fosfatos nacionais e têm apresentado eficiência agrônômica semelhante à dos fosfatos solúveis, mostrando ser competitivos com os mesmos (Novais & Smyth, 1999), além dos custos de sua utilização serem relativamente mais baixos que os dos solúveis. Diversos experimentos no Brasil têm mostrado superioridade de fosfatos mais reativos, comparativamente a fontes solúveis, mesmo para cultivos anuais (Goedert & Lobato, 1984; Goedert et al., 1988).

Os fosfatos reativos são de origem sedimentar, encontrados em áreas desérticas de clima seco, onde predominam apatitas com alto grau de substituições isomórficas de fosfato por carbonato, resultando em cristais imperfeitos, com grande porosidade que lhes confere um menor peso específico e, conseqüentemente, maior área superficial, podendo ser facilmente hidrolizados, sendo, por isso, conhecidos como fosfatos moles e de grande reatividade (Peruzzo et al., 1997).

Portanto, os fosfatos reativos são facilmente solubilizados por apresentarem este alto grau de substituição isomórfica do fosfato pelo carbonato. Já os fosfatos naturais brasileiros possuem pequeno grau de substituição isomórfica, sendo assim menos solúveis (Ferreira & Kaminski, 1979).

Dessa forma, os fosfatos naturais reativos na forma moída (farelada), comercializados no Brasil desde o início da década de 90, apresentam-se como excelentes fontes de P.

3 METODOLOGIA GERAL

Neste tópico serão descritos todos os procedimentos comuns para todos os capítulos seguintes, sendo os específicos detalhados nos mesmos.

3.1 Local e Período

O experimento foi conduzido a campo em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Região Sul do Estado de Minas Gerais, no período de agosto de 2000 a outubro de 2003. A cidade de Lavras está situada a 21° 14' de latitude sul, 40° 00' de longitude oeste de Greenwich, a uma altitude média de 918,84 m, é caracterizada por um clima do tipo Cwb, de acordo com a classificação internacional de Köppen, apresentando duas estações definidas: uma chuvosa de outubro a março e a outra seca de abril a setembro. Apresenta temperatura média de 19,4°C, precipitação média anual de 1529,7 mm de lâmina d'água e 76,2 % de umidade relativa do ar (Brasil, 1992).

3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos foram arrançados em um esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos primários, que foram distribuídos de modo aleatório nas parcelas, constituíram-se pelas gramíneas:

- Coastcross -1 [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*];
- Florona (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*)
- Quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov.)

Os tratamentos secundários, distribuídos aleatoriamente nas subparcelas, foram constituídos pelas diferentes fontes de P: superfosfato triplo, fosfato reativo (Fosfato de Arad) e fosfato de rocha (Fosfato de Araxá). Finalmente, os tratamentos terciários, que também foram distribuídos aleatoriamente nas subsubparcelas, foram constituídos pelas doses crescentes de P_2O_5 : 0, 40, 80 e 120 kg/ha.

Cada subsubparcela ocupou uma área de $4,0 \text{ m}^2$ ($2,0 \times 2,0 \text{ m}$) e foi separada das demais por corredores de 1,0 m. Cada subparcela ocupou $52,0 \text{ m}^2$ ($4,0 \times 13,0 \text{ m}$) e estas foram separadas por corredores de 2,0 m; cada parcela teve uma área de $156,0 \text{ m}^2$ ($12,0 \times 13,0 \text{ m}$). Os blocos foram formados por três parcelas, que ocuparam $468,0 \text{ m}^2$ ($12,0 \times 39,0 \text{ m}$) cada e foram separados por corredores de 2,0 m. A área total do experimento (incluindo os corredores) foi de $1404,0 \text{ m}^2$ ($36,0 \times 39,0 \text{ m}$), sendo a área útil para coleta de material de $1,0 \text{ m}^2$ no centro de cada subsubparcela, ficando o restante como bordadura.

3.3 Caracterização do Solo da Área Experimental

O experimento foi instalado em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), textura argilosa, de topografia levemente inclinada (declividade de aproximadamente 12%).

Por ocasião do início do experimento, em outubro de 2000, foram coletadas amostras de solo na área experimental. As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA (Tabela 1).

De acordo com os resultados da análise de solo, foi feita correção da acidez para elevar a saturação por bases (V) para 70%. Para esta correção utilizou-se calcário dolomítico com PRNT de 100% com teores de CaO e MgO

de 38,16% e 14,0%, respectivamente. Aplicaram-se 2,2 t/ha, incorporando-os com grade 40 dias antes do plantio.

Tabela 1 - Atributos do solo da área experimental (0-20 cm).

Atributos	Valores
pH em água	5,4
P (mg/dm ³)	2,0
P-rem (mg/L)	7,5
K (mg/dm ³)	41,0
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	2,7
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,6
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,1
V (%)	48,6
m (%)	2,9
MO (dag/kg)	3,6
Areia (%)	19
Silte (%)	24
Argila (%)	57

pH em água – Relação 1:2,5; P e K – Extrator Mehlich 1; MO=Matéria Orgânica, Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N. SB = Soma de Bases Trocáveis; t = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva, T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Saturação por Alumínio, P-rem = P remanescente.

3.4 Caracterização Climática no Período Experimental

Os dados climáticos mensais de precipitação pluvial, umidade relativa média do ar e temperaturas máximas, médias e mínimas mensais ocorridas no período experimental, compreendido de agosto de 2000 a outubro de 2003, foram fornecidos pelo Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia da UFLA (Tabela 2).

Tabela 2 – Totais mensais de precipitação pluvial (PREC), médias mensais de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed), umidade relativa do ar (UR) e insolação (INSOL), durante o período experimental (agosto de 2000 a outubro de 2003).

Mês	PREC mm	Tmax ----- ° C -----	Tmin	Tmed	UR %	INSOL Horas/dia
ANO 2000						
Agosto	13,1	26,6	12,2	18,4	60	7,5
Setembro	109,9	25,5	15,0	19,1	72	5,6
Outubro	25,2	30,4	17,2	23,0	61	7,7
Novembro	239,2	26,9	17,0	21,1	76	5,5
Dezembro	233,8	28,2	18,0	22,2	78	5,7
ANO 2001						
Janeiro	147,5	29,4	18,5	23,0	72	7,5
Fevereiro	46,8	31,0	18,4	24,5	69	8,4
Março	146,6	28,1	17,9	22,6	75	6,6
Abril	17,4	29,3	16,4	22,0	69	9,0
Maiο	48,3	23,7	13,2	17,7	72	6,7
Junho	0,0	25,5	11,9	17,7	69	7,9
Julho	0,0	26,1	11,9	17,8	64	8,2
Agosto	63,2	26,2	12,4	18,4	60	8,1
Setembro	46,1	25,9	14,0	19,2	67	7,1
Outubro	108,4	25,2	15,1	20,4	69	7,2
Novembro	234,8	28,5	17,8	21,5	75	6,1
Dezembro	399,1	27,2	17,7	21,5	80	4,5
ANO 2002						
Janeiro	132,5	29,1	18,5	22,0	77	11,8
Fevereiro	368,1	27,2	18,1	21,5	82	4,6
Março	122,0	29,7	18,1	23,2	75	7,9
Abril	0,4	29,3	16,5	22,1	66	9,5
Maiο	17,0	26,6	14,8	19,5	72	7,3
Junho	0,0	26,4	12,7	18,7	65	8,1
Julho	16,0	25,6	12,1	17,7	66	7,7
Agosto	9,0	28,6	13,9	20,3	57	9,0
Setembro	55,2	26,6	14,0	19,5	65	6,3
Outubro	63,6	31,9	16,9	23,8	53	8,7
Novembro	163,8	28,8	17,8	22,3	71	6,2
Dezembro	203,9	30,5	19,0	23,0	76	5,7
ANO 2003						
Janeiro	462,1	27,6	19,2	22,5	83	3,9
Fevereiro	56,0	30,6	18,5	24,2	64	9,0
Março	166,2	27,9	18,0	22,1	79	2,2
Abril	25,9	27,7	16,5	20,6	73	7,4
Maiο	58,6	24,5	12,3	17,3	73	7,6
Junho	0,0	26,5	12,3	18,3	70	8,8
Julho	14,8	24,6	11,0	16,9	67	7,8
Agosto	8,8	25,7	12,6	18,2	65	7,4
Setembro	13,7	28,3	14,9	20,5	64	7,3
Outubro	64,9	28,6	16,1	21,6	62	7,3

3.5 Condução do Experimento

O plantio das gramíneas foi realizado em 13 de dezembro de 2000, em sulcos com cerca de 15 cm de profundidade, espaçados de 40 cm, após o preparo convencional do solo (aração, gradagem), em área de aproximadamente 1.404,0 m². Por ocasião do plantio, aplicaram-se as fontes e doses de P pré-estabelecidas no sulco de plantio das mudas.

Para o plantio utilizaram-se dois estolões de 30 a 40 cm, distribuídos lado a lado nos sulcos, tendo cada subsubparcela de 4,0 m² um total de 5 sulcos, enterrando-os até o seu comprimento. Em janeiro de 2001 aplicou-se a lâmpada de cobertura com K (100 kg/ha de K₂O, na forma de KCl) e N (80 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio), após a capina manual para eliminação de invasoras. Os restos foram parcelados em duas aplicações a cada 30 dias. Nos dois períodos experimentais seguintes foram utilizadas doses de 150 e 120 kg/ha de K₂O e N, respectivamente, parceladas conforme o número de cortes, oriundos das mesmas fontes já citadas.

As características químicas e físicas das fontes de P utilizadas são as seguintes:

Superfosfato Triplo: fosfato considerado de alta solubilidade obtido por uma mistura estequiométrica de H₃PO₄ com fosfatos naturais (apatitas) com cerca de 46% de P₂O₅ total e 40,4% solúvel em ácido cítrico a 2% e 13% de Ca. Sua forma física é granulada.

Fosfato Reativo: fosfatos naturais ditos de maior reatividade. Foi utilizado o Fosfato de Arad (em pó), com 33% de P₂O₅ total e 4,1% solúvel em ácido cítrico a 2%.

Fosfato Natural: utilizou-se o Fosfato de Araxá, considerado de baixíssima reatividade, com 24% P₂O₅ total e 4% solúvel em ácido cítrico a 2%. Sua natureza física é pó.

Vale ressaltar que os cálculos para a aplicação das doses pré-determinadas foram feitos em função do teor total de P_2O_5 de cada fonte e não do teor solúvel em ácido cítrico.

No ano de implantação não foram feitas avaliações em decorrência do estabelecimento insatisfatório associado às adversidades climáticas, impossibilitando, assim, a realização do corte de uniformização visando não comprometer o experimento. Desta forma, optou-se por iniciar as avaliações na estação de crescimento seguinte.

As avaliações foram feitas nos dois anos agrícolas consecutivos (outubro de 2001 a outubro de 2003), procedendo-se, sempre no início de cada período de avaliação, as análises de solo das subsubparcelas concernentes a cada tratamento, fazendo-se uma amostra composta com as repetições.

Os cortes das gramíneas em estudo para a realização das avaliações foram feitos manualmente, usando o cutelo, a 5-10 cm de altura do solo em 1,0 m², delimitado com auxílio de um quadrado com esta dimensão que era previamente colocado no centro da subsubparcela. Após cada corte, efetuava-se o corte de uniformização com roçadeira costal motorizada à mesma altura.

No período das águas (outubro a abril) de cada ano em estudo, os intervalos entre cortes foram fixados em 35 dias. No período seco (maio a setembro) foi efetuado apenas um corte com a finalidade de verificar a produção e o valor nutritivo da forragem produzida. No primeiro ano de avaliação foram feitos 6 cortes e no segundo ano, 5 cortes, totalizando 11 cortes (Tabela 4).

Tabela 4 – Datas de realização dos cortes durante os dois anos de condução do experimento.

Cortes	ANO 1	ANO 2
	(outubro/01 a novembro/02)	(novembro/02 a outubro/03)
Uniformização	08/10/2001	11/11/2002
Corte 1	12/11/2001*	17/12/2002*
Corte 2	17/12/2001	21/01/2003*
Corte 3	21/01/2002*	25/02/2003*
Corte 4	25/02/2002*	02/04/2003
Corte 5	01/04/2002	-
Corte na Seca	11/11/2002	21/10/2003

* Cortes escolhidos para a realização das análises químicas.

Vale ressaltar que destes cortes foram escolhidos três de cada ano para se processarem as análises referentes ao valor nutritivo. O 2º corte do primeiro período foi descartado em decorrência de o capim-quicuío ter sido severamente infestado por um fungo identificado pela Clínica Fitossanitária do Departamento de Fitopatologia da UFLA como o agente etiológico *Pyricularia* sp. As sintomatologias observadas foram manchas marrons ovais ou arredondadas em toda lâmina foliar. Não foi aplicado nenhum fungicida, pois os mesmos são formulados a base de compostos fosforados, o que poderia influenciar os tratamentos, por isso, apenas aguardou-se seu desaparecimento com o tempo.

Por ocasião dos cortes foram coletadas amostras de cada subsubparcela para a realização das análises propostas, as quais serão detalhadas nos capítulos subseqüentes.

3.6 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2000) e conforme sugestões apresentadas por Pimentel-Gomes (2000) para os experimentos em parcelas subdivididas.

O modelo estatístico utilizado para o estudo das variáveis estudadas foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_l + G_i + e_a + F_j + GF_{ij} + e_b + D_k + GD_{ik} + FD_{jk} + GFD_{ijk} + e_c ,$$

em que:

Y_{ijkl} = valor observado na i-ésima gramínea, j-ésima fonte de P, na k-ésima dose de P e l-ésimo bloco;

μ = constante inerente a todos os dados (a média geral do experimento, neste caso);

B_l = efeito do l-ésimo blocos, com $l = 1,2,3$;

G_i = efeito da i-ésima gramínea, com $i = 1, 2, 3$;

$e_a = e_{il}$ = erro experimental associado às parcelas;

F_j = efeito da j-ésima fonte de P, com $j = 1,2,3$;

GF_{ij} = efeito da interação entre i-ésima gramínea e j-ésima fonte de P;

$e_b = e_{ijl}$ = erro experimental associado às subparcelas;

D_k = efeito da k-ésima dose de P, com $k = 1,2,3,4$;

GD_{ik} = efeito da interação entre i-ésima gramínea e k-ésima dose de P;

FD_{jk} = efeito da interação entre a j-ésima fonte de P e k-ésima dose de P;

GFD_{ijk} = efeito da interação entre a i-ésima gramínea, a j-ésima fonte de P e a k-ésima dose de P;

e_c = erro experimental associado às subsubparcelas, considerados independentes e normalmente distribuídos, com média zero e variância constante.

Os dados de morfogênese, índices de crescimento e valor nutritivo foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para os fatores gramíneas e fontes de P, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Para o fator doses de P, ajustaram-se modelos de regressão que foram escolhidos com base na significância desses modelos, utilizando o teste F com significância de até 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1985. 150 p.
- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio**. 2000. 132 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG
- ALVES, V. M. C. **Frações de fósforo, de açúcares e de nitrogênio em quatro híbridos de milho submetidos à omissão e ao ressuprimento de fósforo**. 1994. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG.
- ASSEF, L. C. ***Pennisetum clandestinum*, gramínea pouco estudada no Brasil**. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 28, n. 2, p. 215-229, 2001.
- BÉLANGER, G. Morphogenetic characteristics of timothy grown with varying N nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 78, n. 1, p. 103-108, Jan. 1998.
- BELTRAN, B. R.; SANTA CRUZ, J. J. H.; SANCHEZ, F. B. Nuevas posibilidades para la producción forrajera del regadio: henificación natural del Coast-cross-1 bermudagrass. **Comunicaciones INIA. Serie producción animal**, Madrid, v. 10, n. 1, p. 5-48, 1985.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília: MARA, 1992. 84 p.
- BURTON, G. W. Registration of Coastcross-1 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 1, p. 125, Jan./Feb. 1972.
- CORSI, M.; MARTHA JR.; G. B.; BALSALOBRE, M. A. A.; PENATTI, M. A.; PAGOTTO, D. S.; SANTOS, P. M.; BAIONI, L. G. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 1-47.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999. 412p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE/ESAL, 1994. 227 p.

- FERREIRA, D. F. SISVAR – **Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- FERREIRA, T. N.; KAMINSKI, J. Eficiência agronômica dos fosfatos naturais Patos de Minas e Gafsa, puros e modificados por acidulação e calcinação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 158-162, set./dez. 1979.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIN, P. R.; GABBI, K. F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 5, p. 1890-1900, set./out. 2002.
- GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 97-102, jan./abr. 1984.
- GOEDERT, W. J.; REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Eficiência agronômica de um fosfato parcialmente acidulado em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 179-183, maio/ago. 1988.
- GOEDERT, W. J.; RITCHEY, K. D.; SANZONOWICZ, C. Desenvolvimento radicular do capim andropogon e sua relação com o teor de cálcio no perfil do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 89-91, jan./abr. 1985.
- GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 206-255. (EMBRAPA. Documentos, 14).
- GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; RIBEIRO, A. C.; BRAGA, J. M.; MARTINS, O. Calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 241-246, set./dez. 1986.
- GROOT, C. C.; MARCELIS, F. M.; BOOGAARD, R.; KAISER, W. M.; LAMBERS, H. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. **Plant and Soil**, The Hague, v. 248, n. 1/2, p. 257-268, Jan. 2003.
- HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. Deficiências minerais em plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MAENJO DA PASTAGEM, 7., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1985. p. 139-168.

HARLAN, J. R.; WET, J. M. J.; RAWAL, K. M. Geographic distribution of the species of *Cynodon* L. C. Rich (*Gramineae*). **East African Agricultural Forestry Journal**, Nairobi, v. 36, n. 2, p. 220-226, 1970.

HERLING, V. R.; ZANETTI, M. A.; GOMIDE, C. A. Influência de níveis de adubação nitrogenada e potássica e estádios de crescimento sobre o capim setária (*Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. Kazungula). I. Produção de matéria seca e fisiologia de perfilhamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 20, n. 6, p. 561-571, nov./dez. 1991.

ISEPON, O. J. **Nutrição e adubação da pastagem**. In Curso de atualização em fertilidade do solo. Capinas: Fundação Cargill, 1987. p. 397-406.

LÉON, L. A.; FENSTER, W. E.; HAMMOND, L. L. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Peru and Venezuela. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 50, n. 3, p. 798-802, May/June 1986.

LIRA, M. A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; SOARES, L. M.; DUBEUX JR., J. C. B. Estabilidade de resposta do capim braquiária sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1151-1157, jul. 1994.

LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos sob vegetação de cerrado. In: OLIVEIRA, J. A.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. et al. (Ed.). **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília, EMBRAPA-DIP, 1982. p. 201-240.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, R. **Guia de fertilidade do solo**: versão multimídia. Lavras: UFLA/ANDA/POTAFÓS, 1999. CD-ROM.

MACEDO, M. C. M. Adubação e calagem para a implantação de pastagens cultivadas em região dos cerrados. In: CURSO DE PASTAGENS, 1997, Campo Grande. **Palestras apresentadas...** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGL, 1997. não paginado.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1., Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MAGALHÃES, A. F. S. **Fosfatos naturais no Brasil**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1993. 17 p. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 53).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251 p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 672 p.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. The effects of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. I. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 111-120, June 1994.
- MEIRELLES, N. M. F. Degradação de pastagens – critérios de avaliação. In: PAULINO, V. T.; FERREIRA, L. G. **Recuperação de Pastagens**. Nova Odessa: IZ, 1999. p. 15-22.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1983. 198 p.
- MICKENHAGEM, R.; SOARES FILHO, C. V. **Manejo de pastagens: fundamentos sobre gramíneas do gênero *Cynodon***. 1995. 41 p.
- MISLEVY, P.; BROWN, W. F.; CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J.; DUNAVIN, L. S.; HALL, D. W.; VALMBACBER, R. S.; OVERMAN, A. J.; RUELKE, C.; SONODA, R. M.; SOTO MAYOR-RIOS, A.; STANLEY JUNIOR, R. L.; WILLIAMS, M. J. Registration of ‘Florico’ stargrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 358-359, May/June 1993a.
- MISLEVY, P.; BROWN, W. F.; DUNAVIN, L. S.; HALL, D. W.; CARO-COSTAS, R.; VALMBACBER, R. S.; OVERMAN, A. J.; RUELKE, C.; SONODA, R. M.; STANLEY JUNIOR, R. L.; WILLIAMS, M. J. Registration of ‘Florona’ stargrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 359-360, May/June 1993b.
- MYSLEVY, P. **Florona stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989. 13 p. (Circular s. 362).
- MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim colômbio na formação e em pasto estabelecido. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 34, n. 1, p. 91-101, jan./jun. 1977.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, J. T. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399 p.
- NOVAIS, R. F. Utilização de fosfatos naturais de baixa reatividade. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 62-64.

OLIVEIRA, E. L.; MUZILLI, O.; IGUE, K.; TORNERO, M. T. T. Avaliação da eficiência agrônômica de fosfatos naturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 63-67, jan./abr. 1984.

OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idade de rebrota**. 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; GOMIDE, J. A.; CECON, P. R.; SILVEIRA, P. R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda ‘Tifton 85’ (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1939-1948, dez. 2000. (Suplemento 1).

PAULINO, V. T.; SCHUNKE, R.; CANTARELLA, H. Avaliação do nível de nitrogênio em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. através da medida indireta de clorofila. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais....** Botucatu: SBZ, 1998. p. 427-429.

PEARSE, J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 103, n. 2, p. 405-413, Oct. 1984.

PERUZZO, G.; PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Avaliação da eficiência agrônômica dos fosfatos naturais reativos de Arad e de Gafsa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-ROM.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477 p.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M.; LOPES, N. F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 327-332, maio/jun. 1994.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Capinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 343 p.

QUINN, I. R.; MOTT, G. O.; BISCHOFF, W. V. A. Fertilização de pastos de capim colômbio e produção de carne com novilhos zebu. São Paulo: IBEC Research Institute, 1961. 40 p. (Boletim 24).

- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343 p.
- RESENDE, H.; ALVIM, M. J. Estabelecimento e manejo sob corte do capim “coastcross”. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 3-8.
- 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.
- ROSA, B.; OLIVEIRA, J. D. S.; PINHEIRO, E. P.; PUÇA, M. L. L.; FADEL, R. Valor nutritivo dos fenos de soja perene e do capim-tifton 85 adubado com diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2002.
- ROSSI, C. **Nutrição em fósforo e atividade da fosfatase ácida nos capins braquiária e colonião**. 1999. 121 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- ROVETTA, R.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, M. A.; CECON, P. R.; ALVES, M. J. Morfogênese foliar do capim-bermuda ‘Tifton 85’ sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- SCHUNKE, R. Fósforo: adubar ou mineralizar. In: COLETÂNEA DE SEMINÁRIOS TÉCNICOS 1988/1991. **Resumos...** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGL, 1994. 18 p.
- SANTOS, I. P.A. **Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de braquiário e amendoim forrageiro consorciados**. 1999. 158 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SANZONOWICZ, C.; GOEDERT, W. J. Uso de fosfatos naturais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., 1986, Piracicaba. **Anais . . .** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1986. p. 5-31.
- SANZONOWICZ, C.; LOBATO, E.; GOEDERT, W. J. Efeito residual da calagem e de fontes de fósforo numa pastagem estabelecida de solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 233-243, mar. 1987.
- SOARES FILHO, C. V. Tratamentos físico-mecânicos, correção e adubação para recuperação de pastagens. In: **Recuperação de pastagens**. Nova Odessa, 1999. p. 37-60.

- THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedling. **Annals of Botany**, London, v. 51, n. 3, p. 363-371, Mar. 1983.
- VINE, D. A. Sward structure changes within a perennial rygrass sward: leaf appearance and death. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 231-242, 1983.
- VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 4, p. 720-724, July/Aug. 1983.
- WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 129-156.
- WILMAN, D.; DROUSHIOTIS, D.; MZAMANE, M. N.; SHIM, J. S. The effect of interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergence and longevity of leaves, longevity of tillers and dimensions and weights of leaves and 'stems' in *Lolium*. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 89, n. 1, p. 65-79, Aug. 1977.
- 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. 23-54.
- YOSHIDA, S.; NAVASERO, S. A.; RAMIREZ, E. A. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. **Plant and Soil**, The Hague, v. 31, n. 1, p. 48-56, 1969.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO

RESUMO

Com o objetivo de determinar algumas características morfogênicas e estruturais de gramíneas forrageiras tropicais, aos 35 dias de idade, sob fontes e doses de fósforo (P) foi conduzido um experimento a campo em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, com os tratamentos dispostos em um esquema de parcelas subdivididas, sendo alocadas nas parcelas as gramíneas (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío), nas subparcelas as fontes de P (ST-Superfosfato Triplo; FR-Fosfato Reativo, Arad e FN-Fosfato Natural, Araxá) e nas subsubparcelas as doses de P (0, 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5). As variáveis estudadas foram densidade de perfilhos (DP), peso de perfilhos (PP), número total de folhas (NTF), número de folhas mortas (NFM), emergentes (NFE), vivas (NFV), comprimento final da folha (CFF), duração do alongamento (DA), taxas de alongamento (TA_iF) e aparecimento (TA_pF) foliar e filocrono (FILOC). Os resultados obtidos permitiram verificar que o aumento das doses de P e as fontes de P e o tipo de gramínea influenciaram ($P < 0,01$) a DP e o PP. O capim-coastcross e o capim-florona apresentaram maior DP que o capim-quicuío, proporcionado pelos FR e FN. No entanto, neste último e no capim-coastcross observaram-se perfilhos menos pesados. O PP do capim-coastcross não variou com a adubação fosfatada, entretanto o ST e o FR proporcionaram perfilhos mais pesados para o capim-florona e o FR e o FN, para o capim-quicuío. As variáveis NTF, NFV, NFM, CFF, DA, TA_iF , TA_pF e FILOC não foram influenciadas ($P > 0,05$) pela adubação fosfatada, que, por outro lado, afetou o NFE. As gramíneas não variaram quanto ao NTF, NFV, TA_pF e FILOC, apresentando valores médios de 10,52 e 8,25 folhas/perfilho; 0,40 folhas/dia e 2,53 dias/folha, respectivamente, e o capim-florona mostrou maior TA_iF , 9,04 mm/dia. O capim-quicuío foi superior em NFE (3,37), NFM (2,87), CFF (11,03 cm) e DA (17,16 dias). Verificou-se, também, que a DA de folhas individuais aumentou com o nível de inserção das mesmas em detrimento da TA_pF .

ABSTRACT

The objective of this work was to study some morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses, at 35 days of age, under sources and doses of P an one experiment was driven in the field in area of the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. The experimental design used was a randomized complete block, in split split plot scheme, with three repetitions, being allocated in the plot the grasses (coastcross bermudagrass, florona stargrass and kikuyu grass), in the subplot the sources of P (TS-Triple superphosphate; RF- Reactive phosphate, Arad and NP- Nature phosphate, Araxa) and, in the subsubplot, the doses of P (0, 40, 80 and 120 kg/ha of P_2O_5). The studied variables were tiller density (TD), tiller weight (TW), total number of leaves (TNL), number of dead leaves (NDL), emergent (NEL), live (NLL), leaf final length (LFL), elongation duration (ED), leaf elongation rate (LER), leaf appearance rate (LAR) and phyllochron (PHYL). The obtained results allowed to verify that the increase of doses of P, the sources of P and the grass type influenced ($P < 0.01$) TD and TW. The coastcross bermudagrass and the florona stargrass presented larger TD than kikuyu grass, provided by RP and NP. However, in this last one and in the coastcross bermudagrass less heavy tillers were observed. TW of the coastcross bermudagrass didn't vary with the phosphorus fertilization, however TS and RP provided tillers more weighted for the florona stargrass and, for the kikuyu grass, RP and NP. Variables as TNL, NLL, NDL, LFL, ED, LER, LAR and PHYL were not influenced ($P > 0.05$) for the phosphorus fertilization that, on the other hand, affected NEL. The grasses didn't vary with relationship to TNL, NLL, LAR and PHYL, presented medium values of 10.52 and 8.25 leaves/tiller; 0,40 leaves/day and 2,53 days/leaf, respectively, and the florona stargrass showed larger LER, 9.04 mm/day. The kikuyu grass was higher in NEL (3.37), NDL (2.87), LFL (11.03 cm) and ED (17.16 days). Also, it was verified that the ED of individual leaves increase with the insert level of them in detriment of LAR.

1 INTRODUÇÃO

A produção primária de uma pastagem é determinada pela quantidade de carbono acumulada, por um relvado, por unidade de área de solo, por unidade de tempo (Lemaire, 1997), pois mais de 90% do peso seco das plantas provém diretamente da assimilação fotossintética de CO₂ atmosférico. A fração mineral absorvida do solo pelas raízes representa somente 6 a 9% do peso seco total da planta (Robson et al., 1988, citados por Rosa, 2001). Em decorrência disso, segundo Grant & Marriot (1994), tem-se destacada a importância de se realizarem medições mais detalhadas dos componentes do crescimento do pasto e suas interações com o meio ambiente a fim de se obter, por intermédio do manejo, aumento na produção primária das pastagens.

Provavelmente, o interesse por estas características morfogênicas deve-se, também, ao fato de estas condicionarem o comportamento animal sob pastejo, caracterizado pelo tempo de pastejo, pelo ritmo de bocados e tamanho do bocado, pelas variáveis intrínsecas do ruminante e pelos determinantes de consumo de forragem (Allden & Whittaker, 1970) e do índice de área foliar do relvado.

A estrutura do dossel é definida por um conjunto de características genéticas da planta denominadas características morfogênicas, que são condicionadas por fatores do ambiente como luz, temperatura, umidade e outros (Lemaire & Chapman, 1996).

Segundo Chapman & Lemaire (1993), a morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da forma da planta (*morphos*) no espaço, podendo ser expressa em termos de taxa de aparecimento (organogênese), expansão de novos órgãos e senescência.

Em pastagens onde apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características principais: taxa de aparecimento de folhas

(TA_pF), taxa de alongamento de folhas (TA_lF) e duração de vida das folhas (Lemaire & Chapman, 1996).

As características morfogênicas são determinadas geneticamente, podendo ser influenciadas pelos fatores ambientais e de manejo como por exemplo, luz (Silsbury, 1970; Allard et al., 1991), temperatura (Peacock, 1975; Stoddart et al., 1986; Parsons & Robson, 1980), disponibilidade de água (Van Loo, 1992; Morales et al., 1997; Thomas et al., 1999; Carvalho et al., 2002) e nutrientes (Rodríguez et al., 1998; Singh & Sale, 1998; Alexandrino, 2000, Rovetta et al., 2001; Oliveira 2002), frequência de corte (Paretas et al., 1981; Alexandrino, 2000) e idade da planta ao momento do corte (Oliveira, 1999; Garcez Neto et al., 2002).

A combinação dessas variáveis morfogênicas determina três características estruturais dos pastos: a) tamanho da folha, que é determinado pela relação entre a TA_lF e TA_pF , uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento para uma folha é uma fração constante do intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas, filocrono (Robson, 1967; Dale, 1982); b) densidade populacional de perfilhos, a qual é parcialmente relacionada com a TA_pF , que, por sua vez, determina o número potencial de locais (pontos) para o aparecimento de perfilhos (Davies, 1974). Assim, genótipos com alta TA_pF têm um maior potencial de perfilhamento, produzindo pastagens com maior número de perfilhos que aqueles com baixa TA_pF (Lemaire & Chapman, 1996); c) número de folhas verdes por perfilho, que é resultante do produto entre a duração de vida da folha e a TA_pF . Por isso, qualquer mudança em uma dessas características afeta o número de folhas vivas por perfilho.

Considerando uma razão constante entre área e comprimento de folha de um genótipo, o produto das características estruturais do dossel - comprimento de folhas, densidade de perfilhos e número de folhas vivas por perfilhos - determina o índice de área foliar (IAF) da pastagem (Lemaire & Chapman,

1996) que é a principal variável estrutural dos pastos e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de ambientes em pastagens (Sbrissia & Da Silva, 2001). Em algumas espécies de plantas tropicais, particularmente aquelas de crescimento ereto, a taxa de alongamento de hastes é outro componente importante do crescimento que interfere significativamente na estrutura do pasto e nos equilíbrios dos processos de competição por luz.

Avaliações realizadas com plantas do gênero *Cynodon* sob lotação contínua revelaram que cerca de 60-75% do crescimento das plantas eram provenientes do alongamento de hastes e não apenas da expansão de folhas (Pinto, 2000). Essa condição poderia propiciar aumentos de IAF e de produção em situações em que o crescimento proveniente somente de folhas, típico de plantas de ambiente temperado, não seria mais efetivo (i.e. períodos de descanso mais longos). No entanto, efeitos potenciais negativos sobre a estrutura do pasto (acúmulo de material morto e hastes, redução da densidade populacional de perfilhos, etc.) ocorreriam de forma concomitante, podendo compensar parcial ou totalmente os benefícios provenientes da maior produção de fitomassa, comprometendo a eficiência de utilização da forragem produzida e a longevidade do pasto (Sbrissia & Da Silva, 2001).

A taxa de aparecimento foliar, geralmente expressa em número de folha/dia.perfilho, é uma variável morfogenética que mede a dinâmica do fluxo de tecidos de plantas. Desempenha o papel central na morfogênese e, por consequência, no IAF, pois influencia diretamente cada um dos componentes da estrutura do relvado (tamanho da folha, densidade de perfilhos e folhas por perfilho) (Lemaire & Chapman, 1996). Gomide, J.A. (1997) discute que a TA_pF é função do genótipo, do nível de inserção, dos fatores do meio, dos nutrientes minerais, da estação do ano e da intensidade e frequência de desfolha.

Segundo Nabinger & Pontes (2001), a relação direta da TA_pF com a densidade de perfilhos determina o potencial de perfilhamento para um dado

genótipo, pois cada folha formada sobre uma haste representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares. De um modo geral, altas TA_pF correspondem a altas densidades de perfilhos pequenos e a baixa TA_pF leva a uma menor densidade de perfilhos maiores. Portanto, a TA_pF determina grandes diferenças na estrutura da pastagem em decorrência do seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos.

Vários autores comentam que a TA_pF durante o processo de crescimento da planta tende a diminuir. Na verdade, segundo Lemaire & Chapman (1996) e Duru & Ducrocq (2000), a taxa de iniciação das folhas no meristema apical (plastocrono) permanece constante em função da temperatura, mas com o aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas de gramíneas cespitosas há uma demora no surgimento das folhas acima do cartucho.

O efeito de limitações hídricas e nutricionais sobre a TA_pF não aparece de forma clara na literatura disponível provavelmente porque, sendo o parâmetro central do programa morfogênico das plantas, esta seja a última característica que a planta penalizaria. Ou seja, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições que limitam a disponibilização do carbono, parece lógico que a economia de assimilados comece pela penalização do perfilhamento, passando pela redução do tamanho da folha e pela redução na duração de vida da mesma (Nabinger & Pontes, 2001).

Entre os termos usados para descrever o aparecimento foliar, plastocrono, auxocrono e filocrono, Wilhelm & McMaster (1995) apontam o filocrono, definido como tempo em dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas no caule ou colmo, como termo mais prático e viável.

Em síntese, a TA_pF , segundo Grant et al. (1981), é largamente influenciada por dois fatores: o primeiro é a taxa de alongamento foliar e o segundo, o comprimento do cartucho da bainha – pseudo-colmo – o qual determina a distância que a folha percorre para emergir.

Robson (1973) observou que o tempo para o aparecimento de uma folha sobre os perfilhos marcados, inicialmente, leva de 5-6 dias; posteriormente, com o aumento do nível de inserção, este tempo é maior, uma vez que gira em torno de 9-10 dias em decorrência da menor taxa de aparecimento foliar.

Outra medida de grande valor sobre o fluxo de tecidos das plantas é a taxa de alongamento foliar, que geralmente é expressa em mm/dia. Enquanto o alongamento da lâmina foliar cessa com a diferenciação da lígula, o alongamento da bainha persiste até a exteriorização da lígula. A taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro (Horst et al., 1978) e o rendimento por perfilho (Nelson et al., 1977), mas negativamente com o número de perfilhos/planta (Jones et al., 1979). Como o número de perfilhos por planta depende da taxa de aparecimento foliar, observa-se correlação negativa entre esta medida e a taxa de alongamento foliar (Zarrouh et al., 1984).

Modificações na taxa de alongamento foliar ocorrem em função de dois eventos celulares: número de células produzidas por dia (divisão celular) e mudança no comprimento da célula (alongamento celular) (Alexandrino, 2000). Meiri et al. (1992) observaram que, assim como ocorre para o N, a taxa de deposição de K, Cl, Ca, Mg e P é maior na zona de alongamento foliar, sendo esta zona, de acordo com Schnyder & Nelson (1988), considerada uma região de forte dreno desses nutrientes.

O aparecimento e o alongamento de folhas são dois processos fisiológicos determinantes do peso do perfilho; entretanto, o primeiro, por sua estreita associação com o perfilhamento, tem maior efeito sobre o peso da planta (Gomide, J.A. 1997). Diferenças nas taxas de aparecimento e de alongamento de folhas determinam a área foliar do perfilho.

O terceiro e último parâmetro morfogênico que descreve uma pastagem na condição vegetativa, segundo Lemaire (1997), é a duração média de vida das

folhas. Segundo Nabinger (1997), esta variável morfogênica é a determinante do equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência. A duração de vida das folhas determina o número máximo de folhas vivas por perfilho (Lemaire, 1997).

O P tem sido reconhecido como um importante fator limitante da produção e crescimento das culturas (Batten et al., 1984; Rahman & Wilson, 1977), pois a sua deficiência reduz a área foliar das plantas, diminuindo a interceptação de luz (Cromer et al., 1993; Radin & Eidenbock, 1984) e, conseqüentemente, reduzindo a capacidade fotossintética das folhas (Jacob & Lawlor, 1991; Rao & Terry, 1989). Em estudos com trigo (*Triticum aestivum* L.), observou-se que a deficiência de P reduziu a área foliar da planta em decorrência da produção de folhas menores e em menor número; isto porque ocorreu uma menor emergência de perfilhos (Sato et al., 1996, citados por Rodríguez et al., 1998) e menor taxa de emergência de folhas por colmo (caule) (Rodríguez & Goudriaan, 1995). Segundo Cromer et al. (1993) e Kirschbaum & Tompkins (1990), a deficiência de P reduz o tamanho individual das folhas por limitar a taxa de expansão foliar, enquanto a duração de sua expansão é fortemente afetada.

Rodriguez et al. (1998) observaram, em trigo, que a deficiência de P reduziu significativamente a área foliar da planta e sua produção de MS, aumentou em cerca de 32% o filocrono, reduziu a taxa fotossintética por unidade de área foliar em 57% e a taxa de expansão foliar por diminuir, principalmente, o tamanho das folhas.

A despeito do fato de a deficiência de P exercer influência sobre a expansão foliar e o perfilhamento ter sido observado em alguns estudos, pouco ainda se conhece sobre sua importância na determinação da expansão foliar e crescimento, ou seja, nas características morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais.

Dessa forma, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar as características morfogênicas (taxas de alongamento e aparecimento foliar) e estruturais (número de folhas totais, emergentes, vivas e mortas por perfilho, densidade populacional e peso de perfilhos e comprimento final de folhas) do capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuio aos 35 dias de idade, sob a aplicação de fontes e doses de P.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações de morfogênese foram realizadas apenas no período compreendido entre 11/11/2002 e 17/12/2002, durante 35 dias, no segundo ano do experimento, após o corte de uniformização até a data do primeiro corte.

Foram escolhidos os perfilhos novos oriundos de gemas localizadas abaixo da região de corte, mais próximos do nível do solo, três dias após o corte de uniformização. Com auxílio de um anel de fio colorido de telefone foram identificados dois perfilhos basilares distribuídos aleatoriamente ao longo da área útil (1 m², no centro da parcela) de cada subsubparcela. Além do fio de telefone, foi colocada uma estaca de bambu ao lado de cada perfilho para facilitar a sua localização.

Com o uso de uma régua milimetrada foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares dos perfilhos marcados, três vezes por semana, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas para cada perfilho. A lâmina foliar teve o seu comprimento medido até a sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da lígula, conforme Gomide & Gomide (1996).

A partir dos dados das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas foram calculadas e retiradas as seguintes informações:

1) Taxa de aparecimento de folhas (TA_pF, folhas/dia.perfilho) - obtida pela divisão do número de folhas surgidas por perfilho no intervalo de corte prefixado pelo número de dias envolvidos, sendo a média de dois perfilhos por unidade experimental.

2) Filocrono (FILOC, dias/folha.perfilho) – com o inverso da TA_pF estimou-se o filocrono, definido, no presente estudo, como o tempo, em dias, entre o surgimento de duas folhas sucessivas.

3) Taxa de alongamento de folhas (TA_F, mm/dia.perfilho) - obtida pela diferença entre o somatório de comprimento observado no último dia de avaliação e o somatório do comprimento inicial de folhas emergentes, dividindo-se o valor encontrado pelo número de dias envolvidos, sendo a TA_F de cada unidade experimental a média de dois perfilhos marcados.

4) Comprimento final da lâmina foliar (CFF, cm) - distância do ápice até a lígula da folha.

5) Número de folhas emergentes por perfilho (NFE) – obtido no final do período de crescimento, para o intervalo de 35 dias, considerando como folhas emergentes aquelas que não apresentam lígula exposta, média de dois perfilhos por unidade experimental.

6) Número total de folhas por perfilho (NTF) – obtido no final do período de 35 dias de crescimento, considerando o número de folhas completamente expandidas de cada perfilho, ou seja, com lígula exposta, e as folhas emergentes, média de dois perfilhos por unidade experimental.

7) Número de folhas mortas por perfilho (NFM) – obtido no final de período de 35 dias de crescimento. Consideraram-se como folhas mortas aquelas que tinham pelo menos 2/3 do seu tecido foliar comprometido (coloração marron clara), média de dois perfilhos por unidade experimental.

8) Número de folhas vivas por perfilho (NFV) – obtido no final do período de 35 dias de crescimento, subtraindo-se o número de folhas mortas do número total de folhas por perfilho, média de dois perfilhos por unidade experimental.

9) Duração do alongamento (DA, dias) – refere-se ao número de dias em que a folha levou para tornar-se completamente expandida.

O perfilhamento foi determinado após a contagem das plantas no interior do quadrado de barras de ferro de 0,20 x 0,20 m, alocado ao acaso na área útil de cada subsubparcela no dia anterior aos cortes. Estas contagens foram realizadas nos dois anos de avaliações experimentais, sendo feitas antes dos cinco cortes programados para o primeiro ano e apenas em um dos quatro cortes (antes do 1º corte) no segundo ano. De posse destes valores, estimou-se o número de perfilhos por m² (DP - densidade de perfilhos) de cada subsubparcela, multiplicando-se o número de perfilhos presentes no interior do quadrado de área conhecida (0,04m²) por 25.

No dia da colheita separaram-se 20 perfilhos, que foram colocados em estufa de ventilação forçada até peso constante para determinação do peso de perfilho seco (PPS), sendo retirada uma amostra de cada subsubparcela.

Os dados referentes às variáveis estudadas foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para os fatores gramíneas e fontes de P, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Para o fator doses de P, ajustaram-se modelos de regressão que foram escolhidos com base na significância desses modelos utilizando o teste F com significância de até 5% de probabilidade e do coeficiente de determinação.

Quanto aos detalhes sobre a condução do experimento, caracterização do clima e do local em que foi instalado, bem como delineamento experimental, tratamentos e modelo estatístico utilizado podem ser verificados no item “Metodologia Geral”, no Capítulo 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade de Perfilhos

A densidade de perfilhos (DP) foi influenciado significativamente pelas gramíneas (G, capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío), pelas fontes de P (FP, ST-superfosfato triplo, FR - fosfato reativo e FN - fosfato natural) e pelas doses de P (DP- 0, 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5), bem como para as suas interações nos dois anos de avaliação, com exceção do fator FP no segundo ano (Tabela 1A).

De um modo geral, o capim-coastcross e o capim-florona apresentaram maior DP quando comparados com o capim-quicuío. No entanto, em relação à resposta das duas gramíneas supracitadas às fontes de P, observou-se um comportamento variável, não ocorrendo o mesmo com o capim-quicuío, que mostrou maior perfilhamento quando as plantas foram adubadas com fontes mais solúveis (superfosfato triplo – ST e fosfato reativo – FR) de P no primeiro ano, não diferindo, entretanto, no segundo ano (Tabela 1 e Figuras 1 e 2).

A adubação fosfatada com o ST, em função das doses crescentes de P, proporcionou respostas inconstantes entre os anos e gramíneas estudadas (Figura 1). No primeiro ano, verificou-se um decréscimo linear na DP com o aumento das doses de P, observando-se, porém, valores do coeficiente de determinação muito baixos, o que mostra que este modelo não foi capaz de explicar satisfatoriamente o comportamento dos dados, resultado este diverso do observado em vários trabalhos citados na literatura (Isepon, 1987; Caramori, 2000; Schunke, 1994; Werner et al., 2001; Costa et al., 2001; Mesquita et al., 2003) que afirmam, com base em evidências experimentais, confirmadas pela experiência prática, que a adubação fosfatada estimula o desenvolvimento radicular e o perfilhamento.

Provavelmente, o comportamento observado nesse experimento seja explicado em decorrência da absorção ou até mesmo da precipitação e/ou adsorção aos colóides do solo do P prontamente disponível, P-lábil, uma vez que a aplicação das fontes e doses de P foi realizada no período de implantação e estabelecimento das gramíneas, no ano anterior ao período da avaliação e tomada de dados. Segundo Hsu (1965), citado por Novais & Smith (1999), a adsorção de P pelo solo acontece em dois estágios: o primeiro ocorre em horas ou minutos, ao passo que o segundo estágio é bem mais lento. De acordo com Gonçalves et al. (1985), ao se aplicar uma fonte solúvel de P no solo, mais de 90% do P aplicado é adsorvido na primeira hora de contato com o solo.

No segundo ano, o capim-florona apresentou resposta quadrática quanto à DP quando fertilizado com ST, revelando uma DP mínima de 1.155,9 perfilhos/m² na dose de 46,22 kg/ha de P₂O₅, mas com tendência de aumento com o incremento das doses de P. Para o capim-quicuiu não houve diferença na DP entre as doses de P, apresentando um valor médio de 1320,8 perfilhos/m², e o capim-coastcross aumentou linearmente com as doses crescentes de P com incrementos de 3,9 perfilhos/m² para cada kg/ha de P₂O₅ adicionado (Figura 2).

Apesar de algumas particularidades, de um modo geral os fosfatos reativo (FR) e natural (FN) proporcionaram um aumento na DP em função das doses de P em todas as gramíneas avaliadas (Figuras 1 e 2). Verificou-se, no entanto, que no primeiro ano o capim-coastcross apresentou o número máximo de perfilhos de 2.114,3 e 2.145,9 perfilhos/m² nas doses 53,9 e 61,0 kg/ha de P₂O₅ para as fontes FR e FN, respectivamente, e que para o capim-florona houve um maior perfilhamento que das demais gramíneas quando foi adubado com a fonte menos reativa (FN), proporcionando uma população de 2.460,16 perfilhos/m² numa dose semelhante ao capim-coastcross, que foi de 62,1 kg/ha de P₂O₅. Provavelmente, estas gramíneas tenham exigências semelhantes quanto

ao P, já que a diferença entre elas quanto à DP não foi tão elevada, podendo ter ocorrido pelas características morfofisiológicas intrínsecas das mesmas.

Os valores encontrados e citados acima estão bem próximos dos de Oliveira (1999) ao avaliar o número de perfilhos em função de idades de rebrota do capim-tifton 85. Segundo o autor, estimou-se um valor médio de 2.304,0 perfilhos/m² sem variação atribuída às idades de rebrota, valendo ressaltar, segundo o autor, que o peso médio dos perfilhos aumentou com o avanço da idade em decorrência do alongamento do colmo.

O capim-quicuí na fonte menos solúvel de P (FN) sofreu uma redução linear de DP, no primeiro ano, enquanto na medianamente solúvel (FR) aumentou, sendo, por isso, talvez, mais exigente em P (Figura 1). Neste caso, avaliando a equação linear, espera-se um aumento médio de 1,9 perfilhos/m² para cada unidade de incremento nas doses de P. Provavelmente, o P lábil não foi suficiente para suprir as necessidades das plantas e ainda proporcionar aumentos na sua produção, ou seja, a dose de P máxima utilizada estaria aquém do exigido pelas gramíneas para expressar todo o seu potencial de perfilhamento ou, talvez, em decorrência da solubilidade da fonte.

No segundo ano, para o FR, as gramíneas tiveram aumento linear da DP; espera-se um incremento médio de 8,7 perfilhos/m² para o capim-coastcross, de 5,2 perfilhos/m² para o capim-florona e de 3,8 perfilhos/m² para o capim-quicuí; confirmando que o capim-quicuí é mais exigente pois apresentou menor resposta do que as outras gramíneas (Figura 2). O mesmo não aconteceu no caso do FN, em que o capim-coastcross e o capim-florona não mostraram diferenças entre as doses, apresentando valores médios de 1.612,5 e 1.839,6 perfilhos/m², respectivamente, valores estes bem abaixo dos encontrados no primeiro ano. Para o capim-quicuí, entretanto, observou-se comportamento quadrático com uma DP máxima de 1.634,56 perfilhos/m² na dose 92,5 kg/ha de P₂O₅. Verifica-se, assim, que apesar de esta gramínea perfilhar menos, exigiu

maior dose de P quando comparada com as demais, no primeiro ano, o que vem ratificar a hipótese de ser o capim-quicuío mais exigente em P, mesmo porque até sem a aplicação de P essa gramínea perfilhou menos.

Tabela 1– Valores médios da densidade de perfilhos (DP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	DP (perfilhos/m ²)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuío	Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	1990,00bA	2390,00aA	1621,67cA	366,67aAB	583,33aA	1216,67aA
	FR	1913,33aA	1778,33aB	1325,00bB	1175,00aB	1158,33aB	1175,00aA
	FN	1980,00aA	1591,67bC	1643,33bA	1558,33aA	1791,67aA	900,00bA
40	ST	2218,33aA	1881,67bC	1668,33bA	1800,00aA	1175,00bB	1325,00bA
	FR	2138,33aA	2070,00aB	1581,67bA	1300,00aB	1525,00aA	1600,00aA
	FN	2211,67aA	2325,00aA	1730,67bA	1450,00aB	1650,00aA	1541,67aA
80	ST	1770,00bB	2301,67aA	1703,33bA	1483,33aB	1375,00aB	1225,00aA
	FR	2033,33aA	1878,33aB	1401,67bB	1741,67aAB	1650,00aAB	1566,67aA
	FN	2050,00bA	2411,67aA	1501,67bB	1891,67aA	1925,00aA	1491,66aA
120	ST	1781,67abB	1933,33aB	1636,67bA	2000,00aA	2258,33aA	1516,67bA
	FR	1843,33bB	2308,33aA	1643,33bA	2191,67aA	1808,33abB	1700,00bA
	FN	2043,33aA	1691,67bC	1388,33cB	1550,00aB	1991,67aAB	1616,65aA
Média		1997,78a	2046,81a	1570,55b	1625,69a	1657,64a	1406,25b

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes de P e dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

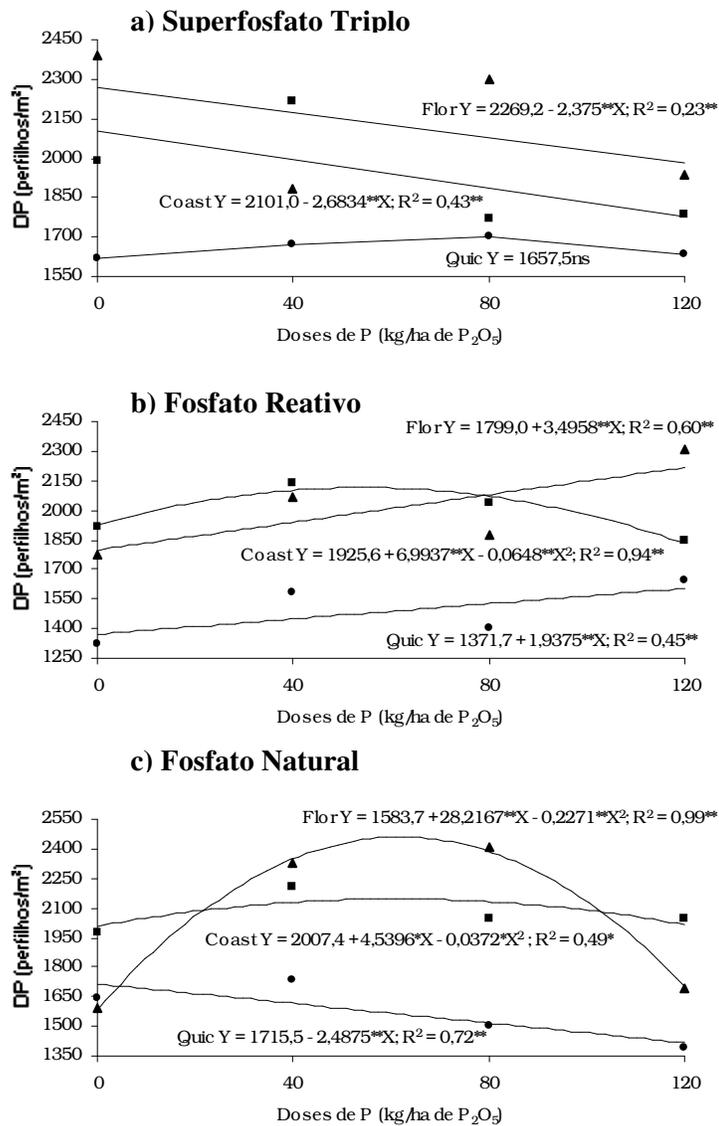


Figura 1– Densidade de perfilhos (DP) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo, c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação.* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

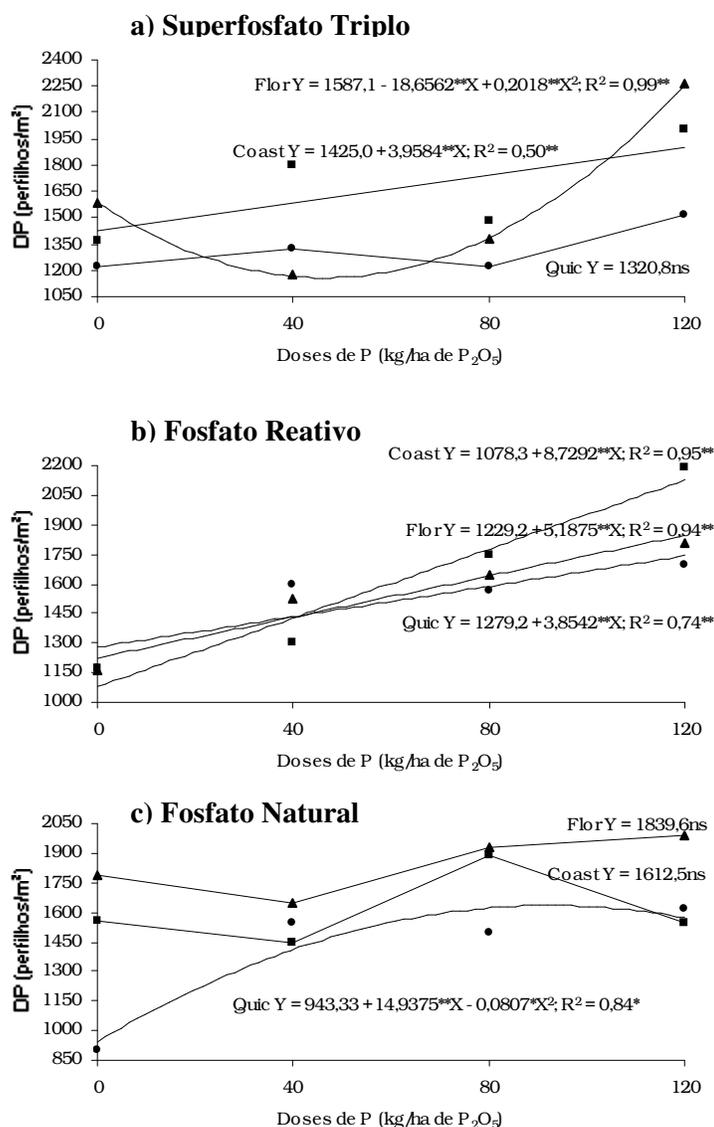


Figura 2– Densidade de perfilhos (DP) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo, c) Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação.* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.2 Peso de Perfilhos

De acordo com a análise de variância, o peso de perfilhos (PP) foi influenciado significativamente pelas gramíneas (G), fontes de P (FP) e doses de P (DP) e pela interação DPxFP, no primeiro ano de estudo. No segundo ano, observou-se, além desses, o efeito significativo das interações FPxG e DPxFPxG sobre o PP. Independentemente dos fatores estudados os perfilhos foram mais pesados no segundo ano, com média de 0,1786g, do que no primeiro ano, com média de 0,1683g; e em menor número no segundo ano, com média 1563 perfilhos/m², do que no primeiro ano, que apresentou média de 1872 perfilhos/m² (Tabela 1A).

Existe uma relação entre o número de perfilhos que determina um efeito compensador de caráter tamponante sobre o acúmulo de forragem pelas plantas forrageiras, indicando a existência de um mecanismo de auto-restrição cuja severidade parece ser proporcional à densidade populacional e ao peso de perfilhos (Yoda et al., 1963; Westoby, 1984; Matthew et al., 1995). Portanto, a adoção de diferentes manejos do pastejo com base simplesmente em maior número de perfilhos por área pode, muitas vezes, não significar maior produtividade de forragem (Nelson & Zarrouh, 1981; Korte et al., 1984). Resultados de experimentos com baixas densidades populacionais de plantas, em que não há competição, sugerem que o número de perfilhos é o componente mais importante, mas em situação de alta competição, o peso por perfilho passa a ser considerado o principal componente da produção de MS de uma pastagem (Nelson & Zarrouh, 1981). De acordo com Hodgson & Jamieson (1981), a condição ideal para alcançar altas produtividades pode ser obtida através de manejo que permita a ocorrência de perfilhos de diferentes idades e alturas na comunidade botânica. Assim, os perfilhos maiores e mais velhos permitiriam aumentos no componente peso, enquanto perfilhos menores e mais novos forneceriam aumentos na produtividade através da densidade.

No primeiro ano, o capim-florona apresentou perfilhos mais pesados em relação aos capins Coastcross e Quicuiu, sendo, neste último, os perfilhos mais leves nos dois anos avaliados (Tabela 2). Isto pode ser explicado pelas características morfofisiológicas e exigências nutricionais próprias do capim-quicuiu. No entanto, as gramíneas comportaram-se de forma similar em função das fontes e doses de P, ou seja, para as fontes FN e ST houve aumento linear no PP em função das doses de P, mostrando que as doses testadas não foram suficientes para proporcionar máxima produtividade das plantas. As plantas adubadas com FR, por sua vez, não variaram seu peso com a adição de doses crescentes de P, exibindo um valor médio de 0,1633g por perfilho (Figura 3).

Tabela 2 – Valores médios de peso de perfilhos (PP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu aos 35 dias de rebrota, no primeiro ano de avaliação.

Gramíneas	PP (g)
Coastcross	0,1512B
Florona	0,2070A
Quicuiu	0,1468B

Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

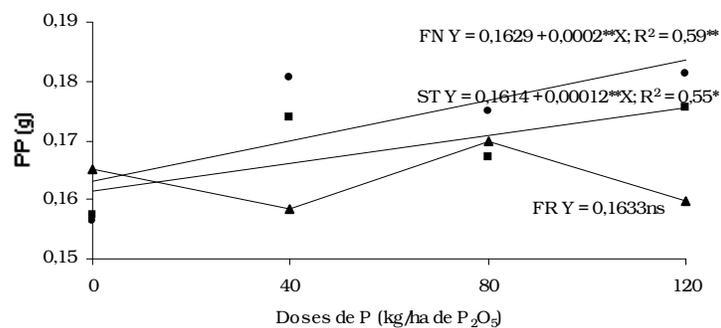


Figura 3 - Peso de perfilhos (PP), das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses e fontes de P (ST - Superfosfato Triplo, FR - Fosfato Reativo e FN - Fosfato Natural) no primeiro ano de avaliação.* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

No segundo ano observa-se, na Tabela 3 e Figura 4, que as gramíneas comportaram-se de forma variável ao serem submetidas a diferentes fontes e doses de P. Independente das fontes e doses de P, os perfilhos do capim-florona foram mais pesados que os dos capins Coastcross e Quicuiu, isto em decorrência de suas características estruturais, pois o mesmo apresenta estolões e colmos mais grossos, perfilhos maiores e folhas mais resistentes e pesadas que os demais. O capim-coastcross não variou em função das fontes e doses de P, o mesmo não ocorrendo com o capim-florona, que nas menores doses de P estudadas mostrou PP maior nas fontes mais solúveis (ST e FR), com comportamento quadrático na fonte ST com peso máximo de 0,47 g sendo estimado com 50% da dose máxima estudada (120 kg/ha de P_2O_5) e pesos mínimos de 0,1792 g estimado pela dose de 56,7 kg/ha de P_2O_5 na fonte FR e 0,2177 g na dose 32,5 kg/ha de P_2O_5 na fonte FN. Provavelmente essa variável ainda responderia com o aumento em doses maiores que 120 kg/ha de P_2O_5 . Verificou-se, ainda, que uma dose inferior de P na forma de FN proporcionou perfilhos mais pesados quando comparados com o FR, embora os perfilhos tenham se apresentado em menor número.

O peso dos perfilhos do capim-quicuiu não variou significativamente quando os mesmos foram adubados com ST; entretanto, ao serem fertilizados com fosfatos menos solúveis (FR e FN), diferiram em função das doses de P, sendo que o FR proporcionou uma redução quadrática com peso mínimo de 0,0859 g na dose de 77,69 kg/ha de P_2O_5 , valor este bem acima do verificado para o capim-florona para permitir um PP bem inferior, quase • daquele. Com certeza o capim-quicuiu é mais exigente em P. Na fonte dita de liberação lenta do P ou de baixa solubilidade, o FN, o aumento no PP foi linear crescente com incrementos baixíssimos de cerca de 0,0008 g por cada kg/ha de P_2O_5 aplicado (Figura 4).

Tabela 3 – Valores médios do peso de perfilhos (PP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío aos 35 dias de rebrota, no segundo ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	PP (g)		
		Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	0,1167bA	0,3067aA	0,0900bB
	FR	0,1083bA	0,2867aAB	0,1700bA
	FN	0,1150bA	0,2300aB	0,0667bB
40	ST	0,1383bA	0,3967aA	0,1067bA
	FR	0,1300aA	0,1500aC	0,0867aA
	FN	0,1500bA	0,2433aB	0,1300bA
80	ST	0,1300bA	0,4870aA	0,1030bB
	FR	0,1417abA	0,2100aB	0,1000bB
	FN	0,1317bA	0,2300aB	0,1730abA
120	ST	0,1617bA	0,2430aB	0,1170bAB
	FR	0,1450bA	0,2470aB	0,0970bB
	FN	0,1600bA	0,3670aA	0,1630bA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

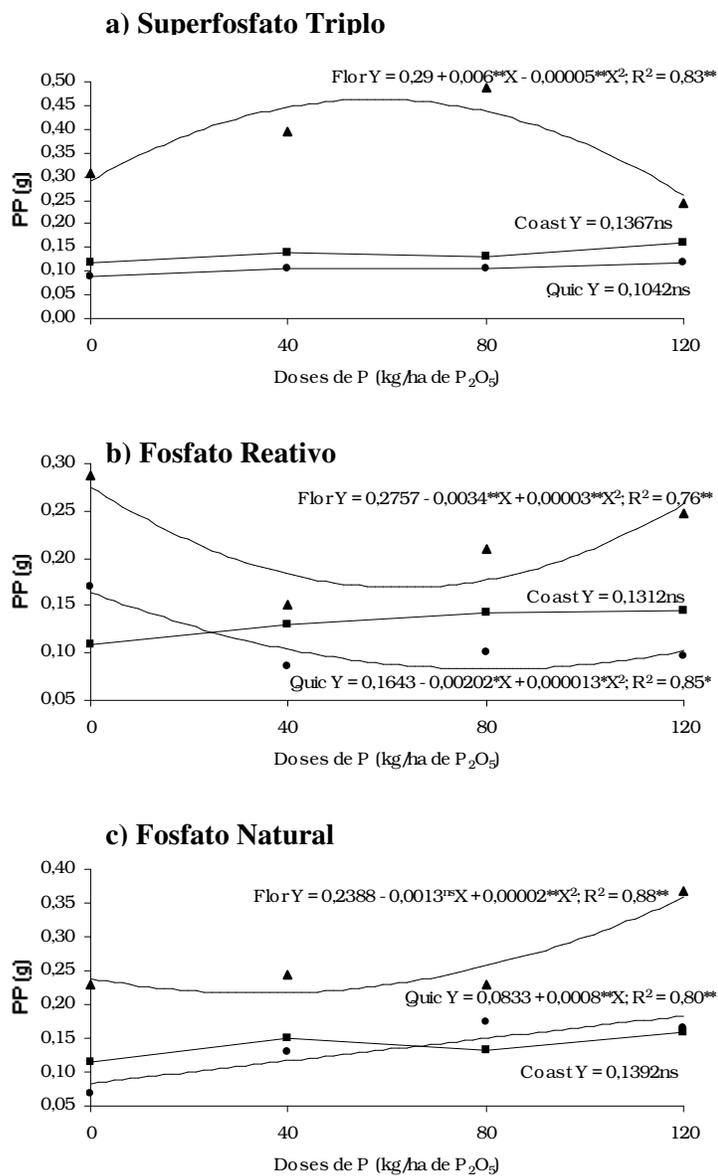


Figura 4 –Peso de perfilhos (PP) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuí (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P **a)** Superfosfato Triplo, **b)** Fosfato Reativo e **c)** Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.3 Número Total de Folhas, Número de Folhas Emergentes, Número de Folhas Mortas e Número de Folhas Vivas

Observou-se efeito significativo das gramíneas e das fontes e doses de P e de suas interações sobre o número total de folhas (NTF). Entretanto, o número de folhas emergentes (NFE) variou significativamente em função das gramíneas e das interações DPxG e DPxFPxG. Quanto ao número de folhas mortas (NFM) verificou-se que as gramíneas apresentaram valores significativamente diferentes, afetados, também, pela interação FPxG. As interações DPxG e DPxFP foram significativas para o número de folhas vivas (NFV), embora não houvesse ajuste de equações para os desdobramentos (Tabela 2A).

Não houve diferença entre as gramíneas quanto ao NTF e NFV, apresentando valores médios de 10,52 e 8,25, respectivamente, no entanto, o capim-quicuiu foi superior em NFE e NFM (Tabela 4).

O valor médio encontrado do NTF para as gramíneas do gênero *Cynodon* de 10,52 folhas/perfilho encontra-se um pouco abaixo do verificado por Oliveira (2002), que, para o capim-coastcross, obtivera valores médios de 12,0 e 14,56 folhas/perfilho aos 28 e 42 dias de idade, respectivamente. Provavelmente, os valores encontrados por esse autor tenham sido maiores porque o mesmo trabalhou com doses de N que, segundo o autor, favorecem o aparecimento de folhas.

Tabela 4–Valores médios do número total de folhas (NTF), número de folhas emergentes (NFE), número de folhas mortas (NFM) e número de folhas vivas (NFV) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota.

Gramíneas	NTF	NFE	NFM	NFV
	----- folhas/perfilho -----			
Coastcross	9,99A	2,18B	1,85B	8,14A
Florona	11,39A	2,83AB	2,06B	9,33A
Quicuiu	10,17A	3,37A	2,87A	7,29A

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Verificou-se que houve diferença apenas entre as fontes de P na dose de 120 kg/ha de P₂O₅ para o capim-florona, mostrando um maior NFE para as plantas adubadas com superfosfato triplo (Tabela 5). De um modo geral, observou-se que o capim-quicuiu foi o que apresentou maior NFE, seguido pelo capim-florona e pelo capim-coastcross (Tabela 4).

Tabela 5 – Valores médios do número de folhas emergentes (NFE) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	NFE (folhas/perfilho)		
		Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	2,67aA	2,67aA	3,33aA
	FR	2,50aA	2,66aA	2,83aA
	FN	2,67aA	3,33aA	3,33aA
40	ST	2,17abA	2,00bA	3,33aA
	FR	2,33aA	2,83aA	3,50aA
	FN	1,33cA	2,67bA	4,00aA
80	ST	2,00aA	2,50aA	3,17aA
	FR	1,67bA	3,50aA	3,33aA
	FN	2,00bA	3,00abA	3,33aA
120	ST	2,50bA	4,00aA	3,67abA
	FR	2,67abA	2,50bB	3,17aA
	FN	2,17bA	2,93abB	3,50aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Para o capim-coastcross, o ST não proporcionou variação no NFE em função das doses de P; porém, quando adubado com FR e FN, as doses acima de 54,83 (1,78) e 65,65 (1,55) kg/ha de P₂O₅, respectivamente, permitiram aumentos significativos no NFE, ressaltando-se a fonte considerada de mediana solubilidade de P, o FR, que proporcionou maior NFE com uma menor dose de P. O capim-florona, porém, quando adubado com ST apresentou aumento no NFE a partir da dose 49,0 kg/ha de P₂O₅ que proporcionou um NFE de 1,98 (Figura 5).

O número médio encontrado de folhas emergentes para as gramíneas do gênero *Cynodon*, neste experimento, de 2,51, foi próximo ao verificado por Oliveira (1999) em Tifton 85 (2,4) durante as nove idades, desde 14 até os 70 dias. Robson (1973), em azevém perene, encontrou um valor de 2,0, e Corsi et al. (1994), em espécies do gênero *Brachiaria*, valores variando de 1,5 a 1,79.

Assim como ocorreu com o NFE, o capim-quicuí foi o que mostrou maior NFM, com valor médio de 2,87, enquanto os capins Florona e Coastcross apresentaram 2,06 e 1,85 folhas/perfilho, aos 35 dias de rebrota (Tabela 4). Este valor encontrado para o capim-coastcross foi inferior aos encontrados por Oliveira (2002), aos 28 e 42 dias de idade, que foram de 2,93 e 5,72, respectivamente. Segundo o autor, o que normalmente ocorre é um aumento no NFM com o avanço da idade da planta, sendo explicado pelo aumento na taxa de senescência com o desenvolvimento do perfilho, decorrente do sombreamento provocado pelas folhas superiores. Estas diferenças nos resultados devem-se, provavelmente, às condições edafoclimáticas e de manejo próprias de cada experimento.

O maior NFM do capim-quicuí, como já foi verificado e comentado para variáveis anteriores (DP e PP), pode ser explicado por ser o mesmo mais exigente em P, e sob teores inferiores aos exigidos, favorece a morte das folhas mais velhas. Segundo Faquin (1994) e Malavolta et al. (1997), a carência de P se reflete nas folhas mais velhas, causando, assim, morte das mesmas por ser o P um elemento que apesar de ser de baixíssima mobilidade no solo (Stevenson, 1986; Novais & Smith, 1999), é bastante móvel na planta (Marschner, 1995; Corsi & Silva, 1994)

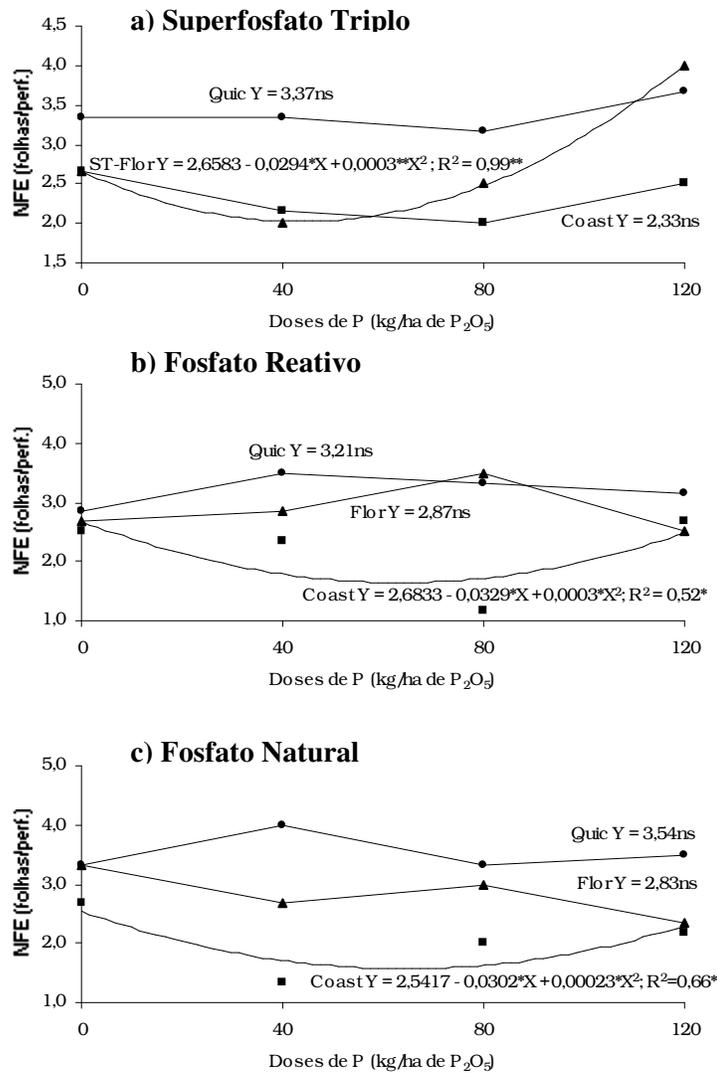


Figura 5 – Número de folhas emergentes (NFE) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicúio (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural]. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Embora o efeito da interação FPxG tenha sido significativo, ao proceder o desdobramento verificou-se que o NFM das gramíneas não variou entre as fontes de P. Entretanto, pôde-se verificar que nas fontes menos solúveis (FR e FN) o capim-quicuío apresentou um maior NFM quando comparado com as demais gramíneas (Tabela 6).

Tabela 6 –Valores médios do número de folhas mortas (NFM) das gramíneas Coastercross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes de P.

Fontes de P ¹	NFM (folhas/perfilho)		
	Coastercross	Florona	Quicuío
ST	2,25aA	2,03aA	2,54aA
FR	1,67bA	1,81bA	3,17aA
FN	1,62bA	2,29abA	2,92aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Não houve ajuste de equações para as gramíneas e as fontes de P em função das doses de P, para o NFV (Figuras 6 e 7), mostrando-se apenas a ligação dos pontos e os valores médios com a finalidade de permitir uma melhor visualização do comportamento da variável. A significância destas interações foi mais em decorrências dos fatores qualitativos (gramíneas e fontes de P) do que das doses de P propriamente ditas. Por isso, foram apresentados os valores médios, fazendo-se apenas a comparação entre gramíneas (Tabela 7) e fontes de P (Tabela 8). Observou-se, na dose 80 kg/ha de P₂O₅, que o capim-florona apresentou um maior NFV em relação ao capim-coastercross e capim-quicuío, com 9,89; 7,94 e 6,61 folhas/perfilho, respectivamente.

Tabela 7– Valores médios do número de folhas vivas (NFV) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	NFV (folhas/perfilho)		
	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	8,00a	9,36a	7,17a
40	7,72a	9,03a	7,94a
80	7,94ab	9,89a	6,61b
120	8,89a	9,03a	7,44b

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

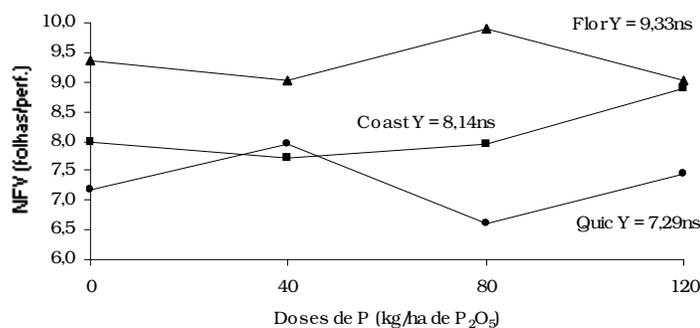


Figura 6 – Número de folhas vivas (NFV) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P. ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Tabela 8 – Valores médios do número de folhas vivas (NFV) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	NFV (folhas/perfilho)		
	ST ¹	FR	FN
0	8,00a	7,86a	8,67a
40	8,05ab	9,00a	7,64b
80	7,89a	7,83a	8,72a
120	8,83a	8,44a	8,08a

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Quanto às fontes de P, observou-se diferença no NFV na dose 40 kg/ha de P₂O₅ em que o FR proporcionou maior valor em relação ao FN.

Provavelmente, esta característica esteja relacionada com o nível de P no solo, em função da solubilidade da fonte e, conseqüentemente, na planta. Os valores encontrados para o NFV do capim-coastcross e capim-florona, de 8,14 e 9,33, (Tabela 4) respectivamente, assemelham-se àqueles encontrados por Da Silva et al. (1998) (9,0), Oliveira et al. (2000) (9,5), Rovetta et al. (2001) (9,1) e Oliveira (2002) (9,0), em gramíneas do gênero *Cynodon* sob diferentes condições edafoclimáticas e de manejo. A constância da característica NFV, mesmo quando a gramínea é submetida a doses crescentes de N e P ou a diferentes condições de clima e manejo, sugere que este índice poderia ser utilizado para definir o intervalo de corte destas gramíneas (Fulkerson & Slack, 1995) e/ou período de descanso.

Considerando, portanto, que o número máximo de 8,73 folhas vivas por perfilho encontrado para as gramíneas do gênero *Cynodon*, aos 35 dias de idade, aproxima-se do valor nove folhas vivas por perfilho, verificado por Da Silva et al. (1998), que trabalharam com capim-coastcross em regime de pastejo com ovino, e que há uma cerca constância do NFV, pode-se inferir que nas condições deste estudo, deve-se respeitar um período de descanso em torno de 35 dias para que o capim-coastcross e o capim-florona recuperem sua área foliar.

O NFV encontrado para o capim-quicuí de 6-7 folhas/perfilho aos 35 dias de idade, segundo Reeves et al. (1996), está acima daquele que proporciona uma forragem de boa qualidade e com alta produção. Para estes autores, o NFV adequado seria 4-5 folhas/perfilho, o que corresponde a uma planta com idade de 25 a 30 dias.

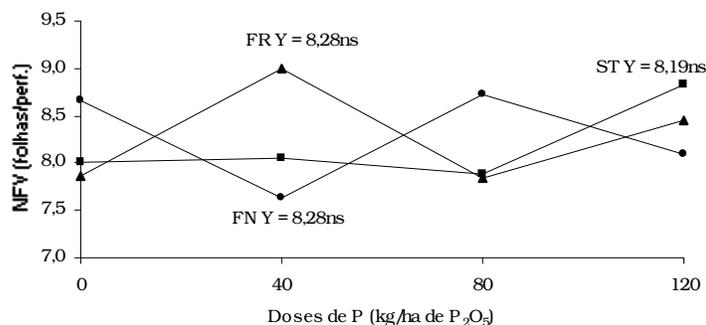


Figura 7– Número de folhas vivas (NFV) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P (ST- Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural). ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio

3.4 Comprimento Final de Folha, Duração do Alongamento, Taxa de Alongamento Foliar, Taxa de Aparecimento Foliar e Filocrono.

As características morfológicas comprimento final de folha (CFF), duração do alongamento (DA) e taxa de alongamento foliar (TA_f) diferiram significativamente entre as gramíneas, porém não sendo influenciadas pelas fontes e doses de P, bem como por suas interações. A taxa de aparecimento foliar (TA_p) e o filocrono (FILOC) não foram afetados pelos tratamentos aplicados (Tabela 3A). Mesmo assim, foram apresentados os valores médios encontrados para todas estas variáveis em função das gramíneas (Tabela 9), das fontes de P (Tabela 10) e das doses de P (Tabela 11) com o objetivo de verificar algumas tendências e relatar os valores encontrados, uma vez que é notória a escassez de estudos dessa natureza relacionando medidas morfológicas com fontes e doses de P.

Tabela 9 –Valores médios do comprimento final de folha (CFF), Duração do alongamento (DA), Taxa de alongamento foliar (TA_fF), Taxa de aparecimento foliar (TA_pF) e Filocrono (FILOC) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota.

Gramíneas	CFF (cm)	DA (dias)	TA_fF (mm/dia.perf.)	TA_pF (folhas/dia.perf.)	FILOC (dias/folha.perf.)
Coastcross	5,61C	9,35C	6,71B	0,38A	2,67A
Florona	8,69B	12,81B	9,04A	0,44A	2,31A
Quicuiu	11,30A	17,16A	7,90AB	0,39A	2,61A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O capim-quicuiu apresentou folhas de maior comprimento (11,30 cm), com uma DA (17,16 dias) maior quando comparada com as demais gramíneas; a TA_fF do capim-florona (9,04) foi superior às das demais gramíneas (Tabela 9). O valor encontrado para o capim-coastcross de 6,71 mm/dia foi bastante inferior ao observado por Oliveira (2002), que, ao estudar a mesma gramínea aos 28 e 42 dias de idade de rebrota, encontrou os valores 59,88 e 53,15 mm/dia, respectivamente. Isto pode ser explicado pelas condições edafoclimáticas e de manejo em que foram desenvolvidos os ensaios, pois a taxa de alongamento varia conforme o genótipo (Pinto et al., 1994), o nível de inserção da folha (Silsbury, 1970; Robson, 1973; Thomas, 1988; Gomide, C.A.M. 1997), o estresse hídrico (Horst et al., 1978), a temperatura (Robson, 1981), a luz (Robson, 1981), a estação do ano (Barbosa et al., 1996) e a nutrição mineral (Mazzanti & Lemaire, 1994). Vale ressaltar que no período em que foram tomadas as medidas morfogênicas foi verificado um intenso déficit hídrico, uma vez que a precipitação média observada nessa época foi de 163,8 mm para o mês de novembro e de 206,9 mm para dezembro enquanto as normais climatológicas para essa cidade apresentam valores médios nesses meses de 213,0 e 295,8 mm, respectivamente.

Corsi et al. (1994), em estudos com espécies do gênero *Brachiaria*, encontraram, para *B. humidicola*, *B. brizantha* e *B. decumbens*, valores referentes à taxa de alongamento de 12, 4-5, 8-9 mm/dia, respectivamente.

Entretanto, Pinto et al. (1994) verificaram valores de 60 e 52 mm/dia para *Panicum maximum* Jacq. cv. Guiné e *Setaria ancerps* Stapf ex Massey cv. Kazungula, respectivamente.

Não só os valores determinados para a TA_{iF} encontram-se em patamares bem abaixo dos relatados na literatura, mas também os referentes ao comprimento da folha. Oliveira (1999), para o capim-tifton 85, encontrou valores de até 24 cm para a folha número 11, enquanto os determinados no presente trabalho, para o capim-coastcross e capim-florona, foram 4,9 e 6,1 cm, respectivamente.

Embora não se tenha observado o efeito das fontes de P nas variáveis morfogênicas avaliadas, pôde-se notar um ligeiro aumento no valor médio de algumas destas características, tais como CFF, DA e TA_{iF} , quando as gramíneas foram adubadas com fosfato reativo (Tabela 10). Talvez, se fossem aplicadas doses de P mais elevadas, poderia ter sido observada influência das mesmas, pois como se pode notar na Tabela 11, os valores entre as dose de P são semelhantes para todas as variáveis. Provavelmente o déficit hídrico ocorrido no período de implantação do experimento, momento em que foram aplicadas as doses de P nas fontes de P pré-estabelecidas, tenha proporcionado um nivelamento dos tratamentos, limitando, conseqüentemente, o efeito do P nas variáveis avaliadas. (Tabela 2, Capítulo 1).

Tabela 10 – Valores médios do comprimento final de folha (CFF), Duração do alongamento (DA), Taxa de alongamento foliar (TA_{iF}), Taxa de aparecimento foliar (TA_{pF}) e Filocrono (FILOC) das gramíneas estudadas, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes de P.

Fontes de P ¹	CFF (cm)	DA (dias)	TA_{iF} (mm/dia.perf.)	TA_{pF} (folhas/dia.perf.)	FILOC (dias/folha.perf.)
ST	8,49	13,00	7,78	0,40	2,53
FR	8,78	13,15	8,20	0,40	2,55
FN	8,32	13,16	7,66	0,41	2,52

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Tabela 11 – Valores médios do comprimento final de folha (CFF), Duração do alongamento (DA), Taxa de alongamento foliar (TA_fF), Taxa de aparecimento foliar (TA_pF) e Filocrono (FILOC) das gramíneas estudadas, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P.

Doses de P (kg/ha de P₂O₅)	CFF (cm)	DA (dias)	TA_fF (mm/dia.perf.)	TA_pF (folhas/dia.perf.)	FILOC (dias/folha.perf.)
0	7,81	12,54	7,57	0,40	2,53
40	8,67	13,05	8,07	0,40	2,55
80	9,01	13,22	8,14	0,39	2,64
120	8,64	13,61	7,74	0,42	2,41

Os resultados encontrados para a TA_pF e FILOC foram semelhantes entre as gramíneas avaliadas, com valores médios de 0,40 folhas/dia e 2,53 dias/folha, respectivamente. Estes valores estão próximos aos encontrados por Oliveira (2002) em capim-coastcross, à idade de 28 dias, que foram de 0,46 e 2,81. Pinto et al. (1994) encontraram em, capim-setária, valores de 0,42 e 2,40, respectivamente.

Apesar de ser bastante mencionado na literatura o aumento do comprimento da folha em função do nível de inserção da mesma (Grant et al., 1981; Skinner & Nelson, 1995; Gomide, C.A.M. 1997; Gomide & Gomide, 1999 e Oliveira et al., 2000), no presente experimento observou-se um comportamento atípico, principalmente para o capim-coastcross e o capim-florona, em que se verificou um decréscimo. Como já foi comentado anteriormente, isso pode ter ocorrido em razão das condições climáticas pois, como pode ser verificado na Tabela 2, no tópico 3.4. Caracterização Climática no Período Experimental da seção Metodologia Geral, o período em que foram tomadas as medidas relativas às variáveis morfogênicas, 11/11 a 12/12/02, foi marcado por uma menor precipitação e maior temperatura quando comparado ao ano anterior. Esta influência foi verificada e ratificada pela produção de MS (Tabela 12), principalmente para o capim-coastcross e o capim-florona, uma vez que o capim-quicuiu apresentou um sensível aumento. Por isso, seu

comportamento quanto ao estudo de CFF, DA, TA_F e TA_{pF} em função do nível de inserção da folha foi diferenciado.

Tabela 12 – Valores médios da produção de MS (PMS) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte do primeiro (ANO 1) e segundo (ANO 2) anos de avaliação.

Gramíneas	PMS (t/ha)	
	ANO 1	ANO 2
Coastcross	2,52	1,96
Florona	2,36	1,71
Quicuiu	1,11	1,56

Para Hodgson & Wade (1990), o desenvolvimento de novos tecidos em plantas forrageiras a partir de seus pontos de crescimento é um processo contínuo, contanto que as condições climáticas permitam. Segundo Lemaire & Chapman (1996), as principais condições do ambiente que condicionam esse processo são luminosidade, temperatura e disponibilidade de água e a quantidade de nutrientes minerais disponíveis às plantas influencia tanto o crescimento quanto a senescência. Segundo Hepp (1989), o decréscimo nas taxas de crescimento por perfilho ao longo do ano está associado tanto à temperatura como à luminosidade que ocorrem conforme variam as estações. A disponibilidade de água também afeta os processos de fluxo de tecidos em plantas forrageiras. A falta de água, de acordo com Bittman et al. (1985), promove um aumento nas taxas de senescência e, segundo Coughenour et al. (1985), diminuição nas taxas de crescimento, podendo levar a situações em que são observados valores negativos de acúmulo líquido de MS.

As curvas da taxa de alongamento foliar de folhas individuais apresentaram, para todas as gramíneas, um pico na segunda folha, atingindo valores de 13,9, 23,45 e 14,4 mm/dia para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu, respectivamente. Queda acentuada desta taxa foi observada tanto para o capim-coastcross como para o capim-florona, enquanto, para o capim-

quicuío, foi mais suave (Figura 8). Comportamento semelhante foi observado por Gomide, C.A.M. (1997) em cultivares de *Panicum maximum* em que foi verificado um pico da TA_F, também na segunda folha, com valores de 128 mm/dia para Mombaça e Centenário, 97 mm/dia para o Vencedor e 77 mm/dia para o Tanzânia, com uma queda acentuada desta taxa tanto para o Mombaça e Centenário quanto para o Vencedor, enquanto em Tanzânia a queda foi mais suave.

A folha de nível de inserção número 6 foi a de maior comprimento no capim-quicuío, embora houvesse uma discreta diferença entre as folhas vizinhas, observando-se um certo patamar entre as folhas 2 e 8. O capim-coastcross e o capim-florona apresentaram um pico no comprimento de lâminas foliares na folha de nível de inserção número 2, com uma posterior queda mais acentuada para o capim-florona.

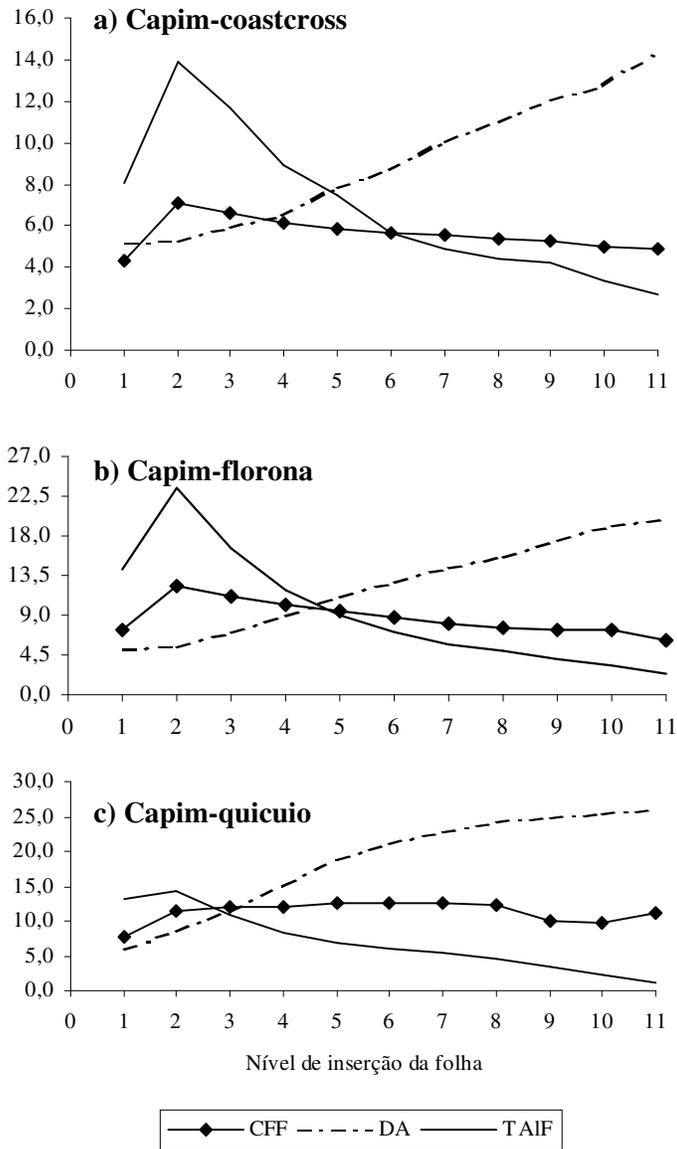


Figura 8 – Comprimento final de folhas (CFF, cm), duração do alongamento (DA, dias) e taxa de alongamento de folhas (TA_F, mm/dia) individuais de capim-coastcross (a), capim-florona (b) e capim-quicuiu (c) aos 35 dias de rebrota, em função do nível de inserção da folha.

A curva do comprimento foliar do capim-quicuiu está em concordância com os dados da literatura; pois, segundo vários autores (Silsbury, 1970; Robson, 1973; Skinner & Nelson, 1995; Gomide & Gomide, 1999), as folhas de níveis de inserção intermediária no perfilho são as de maior comprimento, pois as primeiras folhas emergindo de um pseudo-colmo curto têm uma rápida emergência e atingem pequenos comprimentos. As folhas subsequentes, devendo fazer um percurso mais longo para emergir, alcançam comprimentos maiores. Posteriormente, durante o desenvolvimento do perfilho, instala-se o processo de alongamento do colmo, do qual resulta a elevação do ponto de crescimento, meristema apical, o que também reduz o percurso para emergência das folhas de mais alto nível de inserção. Assim, o comprimento das folhas varia em função de seu nível de inserção no perfilho, em que valores máximos correspondem às folhas de inserção intermediária.

A duração do período de alongamento por folhas individuais do capim-coastcross e capim-florona mostrou comportamento semelhante, isto é, a partir da folha de inserção número 2 verificou-se aumentos crescentes, e para o capim-quicuiu, observou-se aumento até atingir um patamar. Como a TA_pF , segundo Grant et al. (1981), é largamente influenciada por dois fatores, sendo que o primeiro é a taxa de alongamento (e, conseqüentemente, a duração do alongamento) e o segundo, o comprimento do cartucho da bainha – pseudo-colmo – que determina a distância que a folha percorre para emergir, observou-se uma diminuição da TA_pF das gramíneas estudadas em função do nível de inserção da folha.

Robson (1973) observou que o tempo para o aparecimento de uma folha sobre os perfilhos marcados inicialmente leva de 5-6 dias e, posteriormente, com o aumento no nível de inserção, este tempo é maior, uma vez que gira em torno de 9-10 dias, em decorrência da menor taxa de aparecimento. No presente estudo, também foi verificado que o tempo de aparecimento para as primeiras

duas folhas leva de 5-6 dias; no entanto, para o surgimento da 11^a, por exemplo, observou-se um tempo variável entre as gramíneas estudadas de 14,4, 19,88 e 26,0 dias, respectivamente, para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuio. Vale ressaltar que para o capim-quicuio a 11^a representa sua última folha, que apareceu até os 35 dias de idade das gramíneas, ao passo que, para as outras duas, ainda se observou o surgimento de outras folhas. Provavelmente, o capim-quicuio é mais tardio nesse aspecto.

4 CONCLUSÕES

1. O capim-coastcross e o capim-florona apresentam maiores densidades de perfilhos que o capim-quicuiu, proporcionadas pelo fosfato reativo e o fosfato natural.
2. O peso dos perfilhos do capim-coastcross não varia com a adubação fosfatada. O superfosfato triplo e o fosfato reativo proporcionam perfilhos mais pesados para o capim-florona, já para o capim-quicuiu são os fosfatos reativo e natural.
3. A adubação fosfatada não afeta o número de folhas totais, vivas e mortas, o comprimento das folhas, a duração do alongamento, as taxas de alongamento e aparecimento foliar e o filocrono das gramíneas estudadas.
4. As gramíneas não variam quanto ao número de folhas totais e vivas e a taxa de aparecimento e filocrono. O capim-quicuiu é superior em número de folhas emergentes e mortas, comprimento de folhas e duração do alongamento. Esta aumenta com o nível de inserção da folha em detrimento da taxa de aparecimento foliar.
5. A taxa de alongamento foliar e o comprimento final de folhas aumentam com o nível de inserção até o aparecimento da 2ª folha para todas as gramíneas, com exceção do comprimento da folha do capim-quicuiu, que apresenta o pico na 6ª folha.
6. O efeito da adubação fosfatada é limitado pela baixa precipitação no período de estabelecimento das gramíneas adubadas com as doses de P nas fontes pré-estabelecidas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, G.; NELSON, C. J.; PALLADDY, S. G. Shade effects on growth of tall fescue. I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 1, p. 163-167, Jan./Feb. 1991.

ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio**. 2000. 132 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 21, n. 5, p. 722-766, 1970.

BARBOSA, M. A. A. F.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; SAKAGUTI, E. S. Dinâmica do aparecimento, expansão e senescência de folhas em diferentes cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 101-103.

BATTEN, G. D.; KHAN, M. A.; CULLIS, C. R. Yields responses by modern wheat genotypes to phosphates fertilizer and their implications for breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 33, n. 1, p. 81-89, Mar. 1984.

BITTMAN, S.; SIMPSON, G. M.; MIR, Z. Effect of drought on leaf senescence and forage quality of three temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Japan, 1985. **Proceedings...** Japan: Science Council of Japan and Japanese Society of Grassland Science, 1985. v. 1, p. 360-362.

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 de Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

CARVALHO, G. J.; LEITE, G. G.; VILELA, L.; DIOGO, J. M. S.; BRÂNCIO, P. A.; GUERRA, A. F. Influência das doses de N e de tensões hídricas sobre a expansão foliar do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2002.

- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. cap. 3, p. 55-64.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOS, P. M. SILVA, S. C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1994. p. 249-266.
- CORSI, M.; SILVA, R. T. L. Fatores que afetam a composição mineral de plantas forrageiras. In: **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 65-83.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; OLIVEIRA, P. S. R.; ALMEIDA JÚNIOR, G. A. Correção do solo e estabelecimento da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 87-127.
- COUGHENOUR, M. B.; McNAUGHTON, S. J.; WALLACE, L. L. Responses of an African tall-grass (*Hyparrhenia filipendula* Stapf.) to defoliation and limitations of water and nitrogen. **Oecologia**, New York, v. 68, n. 1, p. 80-86, 1985.
- CROMER, J.; KREDEMANN, P. E.; SANDS, P. J.; STEWART, L. G. Leaf growth and photosynthetic response to nitrogen and phosphorus in seedling trees of *Gmelina arborea*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 20, n. 1, p. 83-98, 1993.
- DALE, J. E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat *Triticum aestivum*. **Annals of Botany**, London, v. 50, p. 851-858, 1982.
- DA SILVA, S. C.; PASSANEZI, M. M.; CARNEVALLI, R. A.; PEDREIRA, C. G. S.; FAGUNDES, J. L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* spp para o pastejo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p. 129-150.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 82, n. 2, p. 165-172, Feb. 1974.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, n. 6, p. 635-643, Dec. 2000.

- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE/ESAL, 1994. 227 p.
- FULKERSON, W. J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, London, v. 50, n. 1, p. 16-20, Mar. 1995.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIN, P. R.; GABBI, K. F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, set./out. 2002.
- GOMIDE, C. A. M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.)**. 1997. 53 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 402-405.
- GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas topicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 411-430.
- GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 179-200.
- GONÇALVES, J. L. M.; FIRME, D. J.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. ; RIBEIRO, A. C. Cinética de absorção de fósforo em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 107-111, maio/ago. 1985.
- GRANT, S. A.; BARTHAN, G. T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* sward. **Grass and Forage Science**, London, v. 36, n. 3, p. 155-168, 1981.
- GRANT, S. A.; MARRIOT, C. A. Detailed studies of grazed swards-techniques and conclusions. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 122, n. 1, p. 1-6, Feb. 1994.
- HEPP, C. **Interactions between sward conditions and the intake and grazing behaviour of sheep in autumn**. 1989. 150 p. Thesis (PhD.) – University of Edinburgh, Edinburgh.

- HODGSON, J.; JAMIESON, W. S. Variation in herbage mass and digestibility and grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. **Grass and Forage Science**, London, v. 36, n. 1, p. 39-48, 1981.
- HODGSON, J.; WADE, M. H. **Grazing management**: science into practice. Essex: Longman, 1990, 200 p.
- HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASSAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, p. 715-719, Sept./Oct. 1978.
- ISEPON, O. J. Nutrição e adubação da pastagem. In: **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 397-406.
- JACOB, J.; LAWLOR, D. W. Stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in phosphate deficient sunflower, maize and wheat plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 241, p. 1003-1011, Aug. 1991.
- JONES, R. J.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Seedling selection of morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 5, p. 631-634, Sept./Oct. 1979.
- KIRSCHBAUM, M. U.; TOMPKINS, D. Photosynthetic responses to phosphorus nutrition in *Eucalyptus grandis* seedlings. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 17, n. 5, p. 527-535, 1990.
- KORTE, C. J.; WATKIN, B. R.; HARRIS, W. Effects of the thinning and intensity of spring grazing on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 27, n. 2, p. 135-149, 1984.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 115-144.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Guildford: CAB International, 1996. p. 3-36.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 672 p.

- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/density relationship for defoliated swards. **Annals of Botany**, London, v. 76, n. 6, p. 579-587, Dec. 1995.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. The effects of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. I. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 111-120, June 1994.
- MEIRI, A.; SILK, W. F.; LÄUCHLI, A. Growth and deposition of inorganic nutrient elements in developing of *Zea mays* L. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, n. 3, p. 972-978, July 1992.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; BELARMINO, M. C. J.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A. Fósforo disponível em solos distintos para a rebrota de gramíneas cvs. Mombaça, Marandu e Planaltina. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 25, n. 1, p. 17-22, abr. 2003.
- MORALES, A. S.; NABINGER, C.; ROSA, L. M.; MARASCHIN, G. E. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogênese e repartição de biomassa de *L. corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 124-126.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1997. p. 213-251.
- NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEAL/ESALQ, 2001. p. 755-771.
- NELSON, C. J.; ASSAY, K. H.; SLEPER, D. A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 3, p. 449-452, May/June 1977.
- NELSON, C. J.; ZARROUGH, K. M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION BIENNIAL SYMPOSIUM, 1981, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981. p. 25-29.
- NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idade de rebrota.** 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, M. A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota.** 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; GOMIDE, J. A.; CECON, P. R.; SILVEIRA, P. R. Características morfofisiológicas e estruturais do capim-bermuda ‘Tifton 85’ (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1939-1948, dez. 2000. Suplemento 1.

PARETAS, J. J.; LOPEZ, M.; CARDENAS, M. Influencia de la fertilización com N y la frecuencia de corte sobre tres cvs. del género *Cynodon*. **Pastos y Forajes**, La Habana, v. 4, n. 3, p. 329-335, 1981.

PARSONS, A. J.; ROBSON, M. J. Seasonal changes in the physiology of S24 perennial rygrass. 2. Potential leaf extension to temperature during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**, London, v. 46, n. 4, p. 435-444, 1980.

PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. I. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 12, n. 2, p. 115-123, 1975.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M.; LOPES, N. F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 327-332, maio/jun. 1994.

PINTO, L. F. M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon spp.* submetidas a pastejo.** 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

RADIN, J. W.; EIDENBOCK, M. P. Hydraulic conductance as a factor limiting leaf expansion of phosphorus deficient cotton plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 75, n. 2, p. 372-377, June 1984

- RAHMAN, M. S.; WILSON, J. H. Effect of phosphorus applied as superphosphate on rate of development and spikelet number per ear in different cultivars of wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 28, n. 2, p. 183-186, 1977.
- RAO, I. M.; TERRY, N. Leaf phosphate status and photosynthesis *in vivo* in sugar beet. I. Changes in growth, photosynthesis and Calvin cycle enzymes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 90, n. 3, p. 814-819, July 1989.
- REEVES, M.; FULKERSON, W. J.; KELLAWAY, R. C. Forage quality of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertilizer application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 47, n. 8, p. 1349-1359, 1996.
- ROBSON, M. J. A comparison of British and North American varieties of tall fescue. I – Leaf growth during winter and effect on it of temperature and day length. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 475-484, 1967.
- ROBSON, M. J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. I. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Annals of Botany**, London, v. 37, n. 151, p. 487-500, 1973.
- RODRIGUÉZ, D.; GOUDRIAAN, J. Effects of phosphorus and drought stresses on dry matter and phosphorus allocation in wheat. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 12, p. 2501-2517, 1995.
- RODRIGUÉZ, D.; KELTJENS, W. G.; GOUDRIAAN, J. Plant leaf expansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing under low phosphorus conditions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 200, n. 2, p. 227-240, 1998.
- ROSA, L. M. G. A escolha da planta forrageira. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 61-85.
- ROVETTA, R.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, M. A.; CECON, P. R.; ALVES, M. J. Morfogênese foliar do capim-bermuda 'Tifton 85' sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 731-754.

- SCHNYDER, H.; NELSON, C. J. Diurnal growth of tall fescue leaf blades. I. Spatial distribution of growth, deposition of water and assimilate import in the elongation zone. **Plant Physiology**, Rockville, v. 56, n. 4, p. 1070-1076, Apr. 1988.
- SCHUNKE, R. Fósforo: adubar ou mineralizar. In: COLETÂNEA DE SEMINÁRIOS TÉCNICOS 1988/1991. **Resumos...** Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1994. 18 p.
- SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grass. **Tropical Grasslands**, Canberra, v. 4, n. 1, p. 17-36, Mar. 1970.
- SINGH, K.; SALE, W. G. Phosphorus supply and the growth of frequently defoliated white clover (*Trifolium repens* L.) in dry soil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 205, n. 2, p. 155-162, Aug. 1998.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phylochron. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 4-10, Jan./Feb. 1995.
- STEVENSON, F. J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients.** New York: John Wiley, 1986. 380 p.
- STODDART, J. L.; THOMAS, H.; LLOYD, E. J.; POLLOCK, C. J. The use of a temperature-profiled position transducer for the study of low-temperature growth in *Gramineae*. **Planta**, Berlin, v. 167, n. 3, p. 359-363, Mar. 1986.
- THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, London, v. 51, n. 3, p. 363-371, Mar. 1988.
- THOMAS, H.; JAMES, A. R.; HUMPHREYS, M. W. Effects of water stress on leaf growth in tall fescue, italian rygrass and their hybrid: rheological properties of expansion zones of leaves, measured on growth and killed tissue. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 331, p. 221-231, Feb. 1999.
- VAN LOO, E. N. Tillering, leaf expansion and growth of plant of two cultivars of perennial rygrass growth using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, London, v. 70, n. 6, p. 511-518, Dec. 1992.
- WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 129-156.
- WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, New York, v. 14, p. 167-225, 1984.

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grass. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, Jan./Feb. 1995.

YODA, R.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivate and natural conditions (intraspecific competition among higher plants XI). **Journal of Institute of Polytechnics**, Osaka, v. 14, p. 107-129, 1963.

ZARROUGH, K. M.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Interrelationships between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 3, p. 565-569, May/June 1984.

CAPÍTULO 3

ÍNDICES DE CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO

RESUMO

Com o objetivo de determinar alguns índices de crescimento de gramíneas forrageiras tropicais, aos 35 dias de rebrota, sob fontes e doses de P foi conduzido um experimento a campo em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em um esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo alocadas nas parcelas as gramíneas (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío), nas subparcelas as fontes de P (ST-Superfosfato Triplo, FR-Fosfato Reativo, Arad e FN-Fosfato Natural, Araxál) e nas subsubparcelas as doses de P (0, 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5). As variáveis estudadas foram razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), área foliar por planta (AFP), índice de área foliar (IAF) e relação folha/caule (RFC). Os resultados obtidos permitiram verificar que o aumento das doses de P, as fontes de P e o tipo de gramínea influenciaram ($P < 0,01$) todas as variáveis estudadas. Em geral, a adubação fosfatada não proporcionou aumento expressivo dos índices de crescimento estudados, embora tenha permitido um incremento em função das doses de P aplicadas. O capim-quicuío apresentou maior RAF, RPF, AFE, AFP e RFC que o capim-coastcross e o capim-florona, que se mostraram mais próximos entre si, observando-se valores médios de dois anos para o capim-quicuío de 0,0218 m^2/g , 0,4985 g/g, 0,0482 m^2/g , 0,0034 m^2 e 1,71, respectivamente.

ABSTRACT

The objective of this work was to study some growth index of tropical forages grasses, at 35 days of regrowth, under sources and P doses in an experiment was driven in the field in area of the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. The experimental design used was a randomized complete block, in split split plot scheme, with three repetitions, being allocated in the plot the grasses ('coastcross' bermudagrass, 'florona' stargrass and kikuyu grass); in the subplot the sources of P (TS -triple superphosphate; RF- Reactive phosphate, Arad and NP- nature phosphate, Araxa) and in the subsubplot the doses of P (0, 40, 80 and 120 kg/ha of P_2O_5). The studied variables were leaf area ratio (LAR), the leaf weight ratio (LWR), the specific leaf area (SLA), the leaf area per plant (LAP), the leaf area index (LAI) and leaf:stem ratio (LSR). The obtained results allowed to verify that the increase of the doses and the sources of P and the grass type influenced ($P < 0.01$) LAR, LWR, SLA, LAP, LAI and LSR. In general, the phosphorus fertilization didn't provide expressive increase in the studied growth indexes, although it has allowed an increment in function of the doses of applied P. The kikuyu grass presented larger LAR, LWR, SLA, LAP and LSR that the coastcross bermudagrass and florona stargrass that were shown more similar to each other, being observed medium values of two years for the kikuyu grass of 0.0218 m^2/g , 0.4985 g/g , 0.0482 m^2/g , 0.0034 m^2 and 1.71, respectively.

1 INTRODUÇÃO

Independentemente das dificuldades inerentes à própria falta de conhecimento sobre a complexidade que envolve o crescimento das plantas, a análise de crescimento ainda constitui o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (Benincasa, 1988).

A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, do peso seco das plantas provém diretamente da assimilação fotossintética do CO₂ atmosférico. A fração mineral absorvida do solo pelas raízes representa somente 6 a 9% do peso seco total das plantas (Robson et al., 1988, citados por Sbrissia & Da Silva, 2001).

Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal. Apesar de não se poder quantificar a importância da fotossíntese e dos nutrientes separadamente, existe uma estreita relação entre os dois, de tal forma que deficiências em um prejudica o outro direta e/ou indiretamente (Benincasa, 1988).

A importância do fósforo (P) para a produtividade das plantas decorre de sua participação nas membranas celulares (fosfolipídeos), nos ácidos nucléicos e em compostos que armazenam e fornecem energia metabólica, como o ATP, e assim, em uma série de processos metabólicos do vegetal, tais como: fotossíntese, síntese de carboidratos, proteínas, gorduras e absorção ativa de nutrientes (Marschner, 1995).

Para as gramíneas forrageiras o P é um dos elementos mais importantes no estabelecimento do pasto. O P tem influência no crescimento do sistema radicular e no perfilhamento. Assim, a deficiência de P causa baixa produção de matéria seca, em decorrência do baixo perfilhamento (Isepon, 1987). A deficiência de P no sistema solo-planta-animal induz uma redução do sistema

radicular, tamanho de folhas e do perfilhamento de gramíneas e uma redução no consumo de alimentos pelos animais (Schunke, 1994).

A análise de atributos nutricionais, morfológicos e fisiológicos de plantas forrageiras em função do tempo e de condições do meio permite uma visão mais consciente de sua curva de produção e de acúmulo de matéria seca (MS). Além disso, contribui para o entendimento dos mecanismos de adaptação das espécies a estresses nutricionais (Santos Junior, 2001).

O crescimento, em termos fisiológicos, é definido como o aumento em tamanho, volume e massa em função do tempo (Hunt, 1990). Assim, a análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir sobre a atividade fisiológica, isto é, estimar de forma bastante precisa as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (Benincasa, 1988).

Ainda que a precisão nas medições a serem feitas seja de fundamental importância, Beadle (1993) ressalta que a medição de apenas duas características, o peso total das plantas e a área foliar, é necessária para realizar a análise de crescimento.

Dentre as características de crescimento, destacam-se: taxa de crescimento da cultura (TCC, g/dia), incremento de massa da planta por unidade de tempo; taxa de crescimento relativo (TCR, g/g.dia), incremento de MS da planta por unidade de MS da planta inteira por unidade de tempo; taxa assimilatória líquida (TAL, g/m².dia), incremento de MS da planta por unidade de área foliar por unidade de tempo; razão de área foliar (RAF, m²/g), área foliar por unidade de MS de toda planta; razão de peso foliar (RPF, g/g), peso foliar por unidade de peso da planta, ou seja, representa a fração de MS não exportada das folhas para outras partes da planta; área foliar específica (AFE, m²/g), área

foliar por unidade de MS de folhas; índice de área foliar (IAF), representa a área de folha por unidade de área do terreno e a duração de área foliar (DAF, dias) (Radford, 1967; Hunt, 1990; Beadle, 1993; Benincasa, 1988).

O balanço fotossíntese – respiração determina a quantidade de assimilado disponível para o crescimento vegetal – a TAL. Entretanto, a alocação preferencial de carbono pelas diferentes frações da planta, folhas, caules e sistema radicular, condicionada pelo meio e/ou manejo, determina variações nos índices AFE, RPF, RAF e IAF. Assim, os estimadores destes índices podem fornecer subsídios para o entendimento das adaptações de meio, tais como luz, temperatura, umidade e fertilidade. Dessa forma, a análise de crescimento auxilia a interpretação das diferenças entre genótipos e de suas adaptações ao meio em que são cultivados e ao manejo (Gomide & Gomide, 1999). Para estes autores as variações de fatores de ambiente, principalmente luz e temperatura, são as maiores responsáveis por mudanças nos valores dos atributos de crescimento.

A TCR pode ser definida como o produto da RAF pela TAL (Poorter, 1989, citado por Gomide, J.A. 1997). Por outro lado, a TCC pode ser obtida como produto do IAF pela TAL (Watson, 1993); do mesmo modo, a RAF pode ser decomposta em AFE e RPF. A TAL representa a diferença entre a MS produzida pela fotossíntese e a consumida pela respiração (Watson, 1952).

Variações do componente morfológico RAF podem resultar da alocação preferencial do carbono para a síntese de folhas e, conseqüentemente, do aumento da RPF ou da adaptação da planta às condições de luminosidade, alterando a AFE (Poorter, 1989, citado por Gomide, J.A. 1997), visto que $RAF = RPF \times AFE$. De acordo com Gomide, J.A. (1997), enquanto a variação na RPF tem efeito direto sobre a produção de biomassa, a variação na AFE contribui indiretamente na interceptação de luz para o crescimento da planta.

A RAF é, em muitos casos, o principal determinante da TCR em razão de forte correlação negativa entre TAL e RAF, apesar da correlação positiva entre TAL e RPF (Poorter, 1989, citado por Gomide, J.A. 1997). Plantas de rápido crescimento, com alto valor de TCR, apresentam folhas delgadas, com alta AFE.

Segundo Beadle (1993), a TCC é mais sensível à mudança em IAF do que em TAL. Esta observação está em conformidade com a afirmação de Lawlor (1995), segundo o qual o rendimento forrageiro depende mais de características do dossel que determina a interceptação da luz do que da eficiência fotossintética.

À medida que avança a maturidade da planta, aumenta a proporção de tecidos condutores e mecânicos nas folhas, provocando redução na AFE (Benincasa, 1988) e, conseqüentemente, aumento do peso específico de folhas (PEF). Pinto (1993) observou que a AFE diminuiu com o desenvolvimento dos perfilhos de capim-guiné, capim-setária e capim-andopogon, sendo observados os valores mais altos em capim-setária, o que justifica suas folhas mais delgadas. Da mesma forma, Oliveira et al. (2000) observaram redução na AFE do capim-tifton 85 com o avanço da idade de rebrota.

Trabalhando com gramíneas do gênero *Cynodon*, Gomide (1996) verificou menores valores médios de AFE para os capins Tifton 85 (0,167 m²/g) e Florico (0,178 m²/g). Os maiores valores médios de AFE para os dois cultivares foram obtidos aos 21 (0,219 m²/g) e 28 dias (0,241 m²/g), observando-se tendência de diminuição até 84 dias (0,147 m²/g). As estimativas de RPF, que também variaram em função da idade, ainda exibiram efeito de cultivares com valores extremos de 0,103 e 0,081 g/g, correspondentes aos cultivares Tifton 85 e Florico, respectivamente, sendo o valor médio de 0,112 g/g para todas os cultivares, sendo máximo entre as idades de 28 e 35 dias.

Pinto (1993) verificou que o capim-guiné apresentou valores maiores de RPF que o capim-setária, indicando que o primeiro retém maior quantidade de MS nas suas folhas. Esta informação foi consistente com as maiores taxas de produção de área foliar e peso de MS foliar encontrados nessa espécie. Além disso, observou-se que a RPF, à semelhança da RAF, aumentou até a idade de 28 dias e decresceu nas idades seguintes.

Segundo Poorter (1989), citado por Gomide, J.A. (1997), valores elevados de AFE podem ocorrer em plantas sob baixa intensidade luminosa e/ou cultivadas em solos férteis. Em solo de baixa fertilidade, a cultura desenvolve pequeno IAF e, então, pouca biomassa em razão da partição preferencial de carbono para o sistema radicular, o que resulta em valores mais baixos da RPF.

Segundo Mott & Popenoe (1977), o IAF pode variar de 2 e 3, alcançando valores maiores que 15 em gramíneas, havendo grandes diferenças entre espécies e dentro de cultivares de uma mesma espécie. Dessa forma, Gomide (1996), avaliando diferentes gramíneas do gênero *Cynodon*, observou que os capins Tifton 68, Tifton 85 e Florico apresentaram os maiores valores de IAF, 4,49; 4,40 e 4,07, respectivamente, em relação aos capins Florakirk (3,83) e Florona (3,93). Aos 42 dias de idade foram registrados os maiores valores médios de IAF, de 5,8, observando-se tendência de redução até a idade de 84 dias.

Entender como as espécies forrageiras se comportam ou se adaptam às condições de deficiência nutricional e qual o seu requerimento ao longo de períodos de crescimento é importante porque os nutrientes quase nunca estão presentes em quantidades adequadas à produção da planta forrageira.

Além disso, apesar de sua importância, a análise de crescimento de gramíneas forrageiras tropicais tem merecido pouca atenção dos pesquisadores. Assim, são escassas as estimativas dos parâmetros pertinentes, AFE, RPF, RAF, TAL e TCR, principalmente quando associados com a adubação fosfatada, uma

vez que a carência de P em solos tropicais, associada a sua baixa mobilidade e à alta afinidade pelos óxidos de ferro e alumínio do solo, fazem com que seja o nutriente mais utilizado em adubação. Nos últimos anos, o uso de fontes alternativas de P tem adquirido grande importância em decorrência do custo elevado dos fertilizantes fosfatados solúveis e do aumento da oferta de fosfatos naturais de melhor eficiência agronômica.

Com o intuito de compreender e interpretar de forma mais detalhada os dados de produção de MS, por meio de variações nos índices de crescimento da planta, além de auxiliar no manejo de algumas gramíneas forrageiras tropicais nas condições do Sul de Minas, executou-se o presente trabalho objetivando avaliar os índices RAF, AFE, RPF, IAF, AFP e a relação folha/caule das gramíneas capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío sob diferentes fontes e doses de P.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se os índices de crescimento razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), índice de área foliar (IAF), área foliar por planta (AFP) e relação folha/caule (RFC) de gramíneas forrageiras tropicais (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuí) submetidas a diferentes fontes de P (superfosfato triplo, fosfato reativo e fosfato natural) e doses de P (0, 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5) em um corte da forragem realizado aos 35 dias de rebrota, no período das águas de dois anos consecutivos (outubro a abril de 2001 e 2002).

Por ocasião dos cortes, 20 plantas de cada subsubparcela tiveram suas lâminas destacadas e passadas no aparelho medidor de área foliar portátil, Modelo Li-cor 3000. Em seguida, as lâminas e os caules foram acondicionados separadamente em sacos de papel e submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C até peso constante. De posse dos dados de pesos de lâminas foliares e de caules secos, determinou-se a relação folha/caule (RFC). Conhecendo a proporção de lâminas foliares e a produção de MS na área útil, estimou-se o peso da MS total de lâminas foliares (PSL) presentes em 1 m². A estimativa da área laminar total (lâminas verdes) das plantas (AF) presentes na área útil foi obtida multiplicando-se o peso da MS de lâminas foliares (PSL), presente na área útil (1,0 m²), pela área laminar de 20 plantas e dividindo-se o produto pelo peso da MS de lâminas foliares de 20 plantas. O IAF foi então determinado: $IAF = AF / \text{área do solo (1,0 m}^2\text{)}$.

Os índices de crescimento RAF, AFE e RPF foram calculados, segundo Benincasa (1988), através das seguintes fórmulas:

- a) $RAF = AF / PMS$;
- b) $AFE = AF / PSL$;
- c) $RPF = RAF / AFE$;

em que:

AF = área foliar total (em 1 m² de área útil);

PMS = peso da MS total (utilizou-se apenas o peso da MS da parte aérea, sem raízes, colhida em 1 m²);

PSL = peso da MS de folhas (no caso, lâminas foliares).

A área foliar por planta (AFP) foi obtida dividindo-se a área foliar acumulada pelo aparelho pelo número de plantas amostradas (20 plantas).

Os dados de crescimento foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para os fatores gramíneas e fontes de P, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Para o fator doses de P, ajustaram-se modelos de regressão que foram escolhidos com base na significância desses modelos utilizando o teste F com significância de até 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

Os detalhes sobre a condução do experimento, a caracterização do clima e do local em que foi instalado, bem como o delineamento experimental, os tratamentos e o modelo estatístico utilizado, podem ser verificados no item “Metodologia Geral” no Capítulo 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Razão de Área Foliar

A razão de área foliar (RAF) foi significativamente afetada pelas gramíneas (G) e pelas interações fontes de P (FP)xG, doses de P (DP)xFP e DPxFPxG, no primeiro ano de avaliação. Entretanto, no segundo ano, além destas, a RAF foi influenciada pela FP e pela interação DPxG. No primeiro ano o valor médio da RPF foi de 0,0165 m²/g e, no segundo ano, foi de 0,0204 m²/g (Tabela 4A).

O capim-quicuiu apresentou maior RAF em relação ao capim-coastcross e o capim-florona aos 35 dias de rebrota, com valores médios de 0,0182 e 0,0255; 0,0167 e 0,0179; 0,0148 e 0,0179 m²/g, para o primeiro e segundo anos, respectivamente (Tabela 1). No segundo ano verificaram-se maiores valores de RAF. Os valores de RAF encontrados por Gomide, C.A.M. (1997) para os cultivares de *P. maximum* Mombaça, Tanzânia e Vencedor, 24 dias após a emergência foram 0,015, 0,017 e 0,016 m²/g, respectivamente. Embora as fontes de P não tenham influenciado a RAF das gramíneas no primeiro ano, afetaram-nas no segundo ano, quando o ST e o FR (0,0211 m²/g) foram semelhantes entre si e superiores ao FN (0,0191 m²/g).

Variações na RAF podem ser explicadas em função de variações em um ou em ambos os seus componentes, razão de peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE), visto que $RAF = RPF \times AFE$. Enquanto variações na RPF têm efeito direto sobre a produção de MS, a variação na AFE contribui indiretamente, via interceptação de luz, para o crescimento da planta (Poorter, 1989, citado por Gomide, J.A. 1997). Assim, no presente estudo, observou-se que o maior valor da RAF do capim-quicuiu foi em decorrência de sua maior AFE (0,0582 m²/g) e RPF (0,5030 g/g) quando comparado com o capim-coastcross (0,0522 m²/g e 0,3670 g/g) e o capim-florona (0,0399 m²/g e

0,4630 g/g); estes dois últimos apresentaram um dos componentes com valores menores que do capim-quicuío, tornando-os, assim, semelhantes entre si quanto à RAF.

Como, segundo Benincasa (1988), a RAF expressa a área útil para a fotossíntese, ou seja, a área que está sendo usada pela planta para produzir 1 grama de MS, verificou-se que o capim-quicuío necessitou uma maior área foliar para produzir a mesma quantidade de MS nos dois anos de avaliação quando comparada com as demais gramíneas, podendo ser explicada pela sua menor eficiência fotossintética ou até mesmo pela sua estrutura do dossel. Entretanto, conforme Gomide, J.A. (1997), é importante salientar que uma menor RAF traz conseqüências negativas para a planta quanto ao balanço de carbono, mesmo que não haja queda na RPF, já que o aumento em área é mais expressivo para a fotossíntese do que o aumento em espessura foliar.

Tabela 1– Valores médios de razão de área foliar (RAF) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, em dois anos sucessivos.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	RAF (m ² /g)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuío	Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	0,0153aB	0,0140aB	0,0175aA	0,0169bA	0,0330aA	0,0243abA
	FR	0,0151abB	0,0140bB	0,0187aA	0,0151aA	0,0146aB	0,0229aA
	FN	0,0182aA	0,0170aA	0,0193aA	0,0188aA	0,0170aB	0,0233aA
40	ST	0,0144bB	0,0172abA	0,0199aA	0,0164abA	0,0131bA	0,0248aA
	FR	0,0170aA	0,0146aB	0,0161aB	0,0179aA	0,0187aA	0,0250aA
	FN	0,0174bA	0,0123cB	0,0202aA	0,0205abA	0,0117bA	0,0246aA
80	ST	0,0159aB	0,0160aA	0,0180aA	0,0163aA	0,0230aA	0,0245aB
	FR	0,0168abAB	0,0134bB	0,0182aA	0,0234bA	0,0194bAB	0,0340aA
	FN	0,0187aA	0,0146bAB	0,0188aA	0,0183aA	0,0149aB	0,0209aB
120	ST	0,0163aA	0,0177aA	0,0185aA	0,0212aA	0,0172aA	0,0227aB
	FR	0,0165aA	0,0144aB	0,0180aA	0,0156bA	0,0135bA	0,0336aA
	FN	0,0187aA	0,0119abC	0,0151aB	0,0150bA	0,0187abA	0,0255aB
Média		0,0167ab	0,0148b	0,0182a	0,0179b	0,0179b	0,0255a

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Observou-se que, no primeiro ano de avaliação, a RAF do capim-florona aumentou linearmente com as doses de P na fonte mais solúvel (ST) e reduziu na fonte menos reativa (FN), não sendo afetado, na fonte intermediária (FR). A RAF do capim-quicuí, por sua vez, quando se utilizou o FN, foi influenciada pelas doses cujo comportamento foi descrito por uma equação quadrática, com um valor máximo de 0,0198 m²/g da RAF sendo estimado na dose 20 kg/ha de P₂O₅, enquanto a RAF do capim-coastcross não variou em função das doses de P.

O capim-florona no segundo ano apresentou uma RAF mínima de 0,0145 m²/g na dose de 90 kg/ha de P₂O₅ quando adubado com o ST (Figura 2). Para o capim-coastcross, por outro lado, observou-se uma RAF máxima de 0,0203 m²/g na dose de 55 kg/ha de P₂O₅ na forma de FR; para o capim-quicuí, notou-se um aumento linear da RAF com o incremento das doses de P para esta mesma fonte.

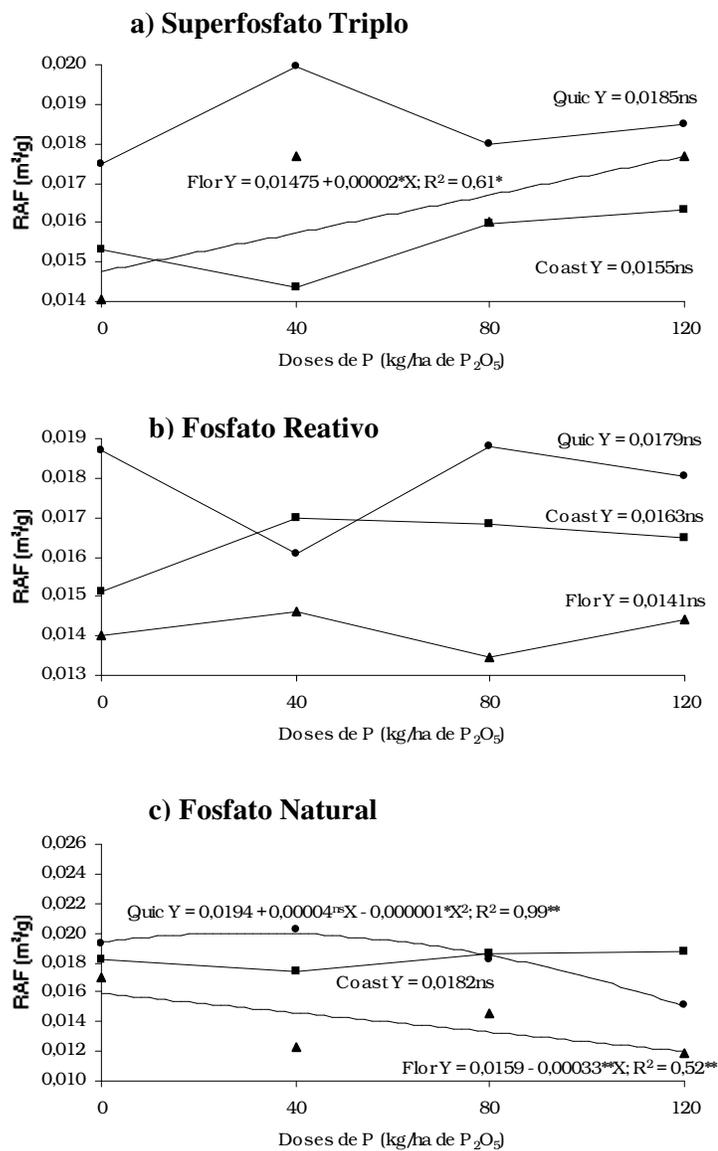


Figura 1 – Razão de área foliar (RAF) das gramíneas Coastercross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

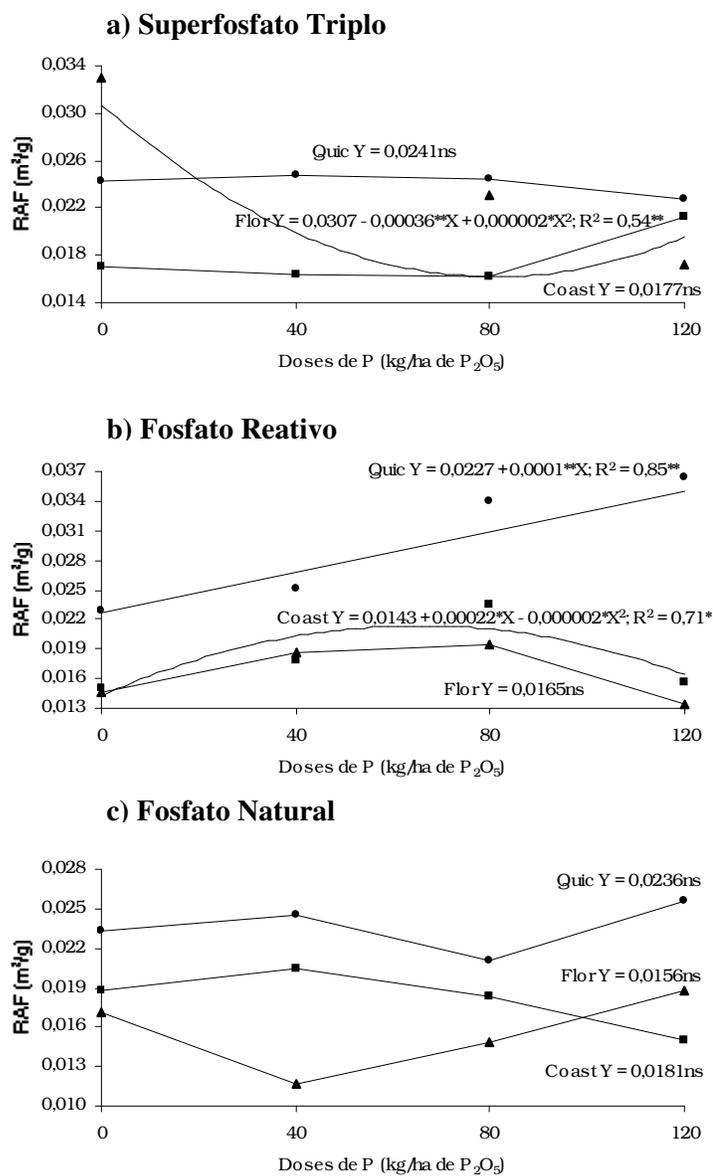


Figura 2 – Razão de área foliar (RAF) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo, c) Fosfato Natural], no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.2 Razão de Peso Foliar

As gramíneas (G), as doses de P(DP) e as interações fontes de P (FP)xG, DPxG e DPxFPxG influenciaram significativamente a razão de peso foliar (RPF) no primeiro ano de avaliação e, no segundo ano, a RPF foi afetada pelas G e pelas interações FPxG, DPxG, DPxFP e DPxFPxG (Tabela 4A).

O capim-quicuiu apresentou, no primeiro ano, RPF média semelhante ao do capim-coastcross e superior ao do capim-florona; já no segundo ano, a RPF do capim-quicuiu foi semelhante à do capim-florona e superior à do capim-coastcross (Tabela 2). Valores menores foram encontrados por Gomide (1996) para gramíneas do gênero *Cynodon*, como Tifton 85 (0,103) e Florico (0,081), sendo que o valor médio de 0,112 g/g para todas as cultivares (Tifton 85 e 68, Florico, Florona e Coastcross) foi máximo entre as idades de 28 e 35 dias. Entretanto, Oliveira (1999) estimou, em tifton 85, valores entre 0,59 e 0,27 g/g no período de 14 a 70 dias de rebrota, em que se observou queda da RPF com a idade. Oliveira (2002) encontrou, em capim-coastcross, valores médios de 0,5566 e 0,4951 g/g nas idades de 28 e 42 dias, respectivamente.

Para Benincasa (1988), estas diferenças relativas aos índices de crescimento também podem ocorrer devido à forma como se obtêm esses valores. Provavelmente, os elevados valores desse índice ocorreram em razão de se utilizar somente a MS da parte aérea no seu cálculo. Além disso, as diferenças podem ocorrer devido ao genótipo e às condições climáticas, principalmente a radiação.

A RPF representa a quantidade de MS não exportada das folhas para as outras partes da planta (Benincasa, 1988). Assim, as menores RPF do capim-florona (0,4188) no primeiro ano e do capim-coastcross (0,3670) no segundo ano, no presente estudo, podem ser explicadas em função das menores relações folha/caule observadas de 0,95 e 1,05, respectivamente. Houve, portanto, para

estas gramíneas, aos 35 dias de rebrota, uma maior fração de material fotossintetizado exportado para o caule, em detrimento das folhas. Além disso, a emissão de inflorescência pode contribuir para a redução na RPF. Em decorrência disso, variações nesse índice podem influenciar a qualidade das gramíneas, visto que as folhas constituem a fração mais importante na alimentação animal.

Tabela 2–Valores médios de razão de peso foliar (RPF) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, em dois anos sucessivos.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	RPF (g/g)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	0,4135bA	0,4069bB	0,4965aA	0,3452cA	0,7704aA	0,5296bA
	FR	0,4453aA	0,4554aAB	0,4272aB	0,2534bA	0,4046bC	0,6489aA
	FN	0,4340aA	0,4802aA	0,4948aA	0,2909bA	0,5521aB	0,2930bB
40	ST	0,4527abA	0,4189bA	0,5194aA	0,4268aA	0,5098aA	0,4970aB
	FR	0,4830aA	0,4247aA	0,4635aB	0,4447aA	0,2865bB	0,4948aB
	FN	0,4893abA	0,4119bA	0,5295aA	0,4457bA	0,4097bAB	0,6678aA
80	ST	0,5588aA	0,4029bB	0,4788abB	0,3272aAB	0,4499aA	0,4493aB
	FR	0,3955bC	0,4917aA	0,5127aB	0,4504aA	0,4150aAB	0,5251aAB
	FN	0,4565bB	0,3706cB	0,5888aA	0,3041bB	0,2926bB	0,6298aA
120	ST	0,4131aA	0,4289aA	0,4119aB	0,3662bAB	0,5865aA	0,2499bB
	FR	0,4376aA	0,3485bB	0,5148aA	0,3882aA	0,3897aB	0,4791aA
	FN	0,4403abA	0,3848bAB	0,4915aA	0,2420bB	0,4888aAB	0,5713aA
Média		0,4516ab	0,4188b	0,4941a	0,3670b	0,4630a	0,5030a

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No primeiro ano observou-se que o capim-coastcross e capim-quicuiu apresentaram comportamento quadrático em função das doses de P quando foram adubados com ST, apresentando RPF máximos de 0,5116 e 0,5144 g/g nas doses 61,67 e 33,93 kg/ha de P₂O₅, respectivamente (Figura 3). Esse mesmo comportamento foi observado para estas gramíneas quando adubadas com FN, em que o capim-coastcross e capim-quicuiu apresentaram máxima RPF de 0,4776 e 0,5702 g/g nas doses 59,09 e 65,0 kg/ha de P₂O₅, respectivamente. Nota-se que para o capim-quicuiu foi necessário o dobro da dose de P, oriunda

do FN, para se obter um valor de RPF praticamente semelhante àquele obtido pela fonte altamente solúvel, o ST. Já para o capim-coastcross não se verificou esse comportamento. Provavelmente, como já comentado no Capítulo 2, o capim-quicuiu seja mais exigente em P.

A RPF do capim-florona não variou em função das doses de P com a fonte ST, entretanto apresentou um valor máximo de 0,4682 g/g na dose 37,5 kg/ha de P_2O_5 quando fertilizado com o FR e um valor mínimo de 0,3709 g/g na dose 92,31 kg/ha de P_2O_5 com o FN. Observa-se, assim, que quando se usam fontes de P menos solúveis as doses de P requeridas pelas plantas são maiores, já que a liberação do P é muito lenta, não atendendo a demanda da mesma.

No segundo ano observou-se que a RPF do capim-coastcross não variou em função das doses de P quando adubado com o ST. No entanto, apresentou comportamento quadrático com RPF máximo de 0,4695 e 0,3878 g/g nas doses 72,5 e 55,67 kg/ha de P_2O_5 com as fontes FR e FN, respectivamente, verificando-se que com o passar do tempo o FN proporcionou menor RPF (Figura 4). Provavelmente, o P liberado por essas fontes não foi suficiente para atender a demanda para o crescimento da planta.

A RPF do capim-florona adubado com ST, no segundo ano, diferentemente do que se verificou no primeiro ano, apresentou comportamento quadrático, com RPF mínima de 0,4402 g/g na dose 74,17 kg/ha de P_2O_5 . Este mesmo comportamento foi observado com o FN, em que a RPF mínima obtida foi de 0,3126 g/g na dose 71,0 kg/ha de P_2O_5 , notando-se, assim, que sob doses semelhantes o FN proporcionou maior exportação de MS das folhas para outras partes da planta (Figura 4). Para as fontes ST e FR, a RPF do capim-quicuiu apresentou, no segundo ano, comportamento diferente do primeiro ano, em que a RPF reduziu linearmente com as doses de P. Porém, quando adubado com o FN, verificou-se valor máximo de 0,6769 g/g na dose 72,14 kg/ha de P_2O_5 ,

correspondendo, praticamente, ao dobro do valor obtido pelo capim-florona para esta mesma dose.

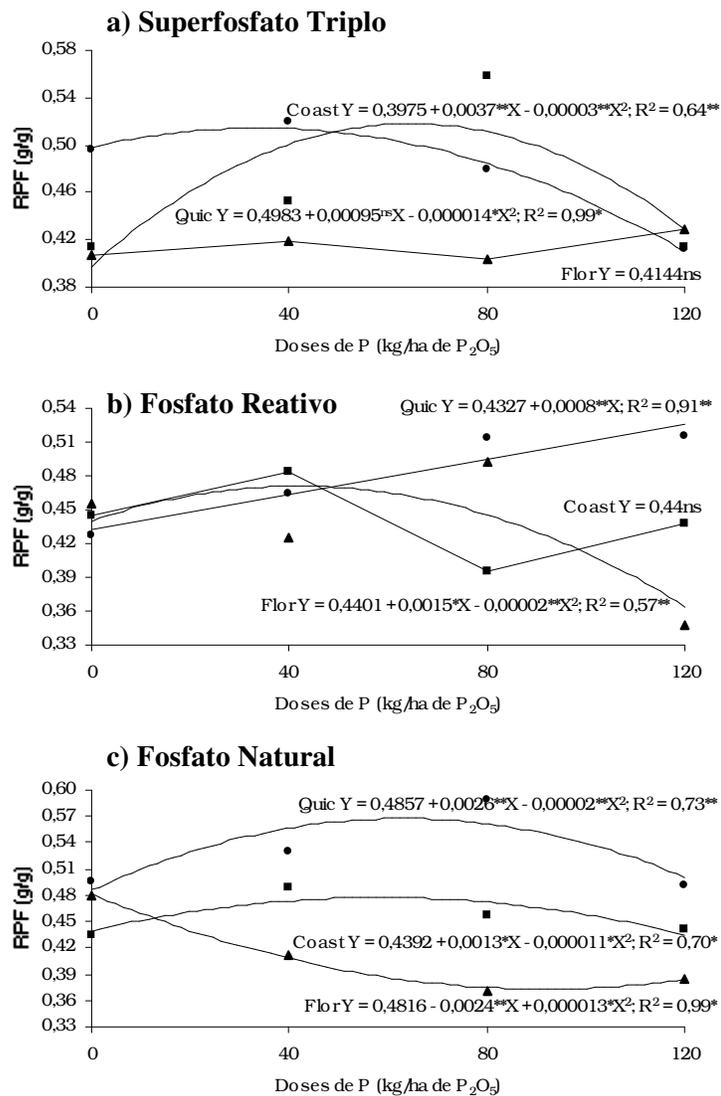


Figura 3 – Razão de peso foliar (RPF) das gramíneas Coastercross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural (FN)], no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

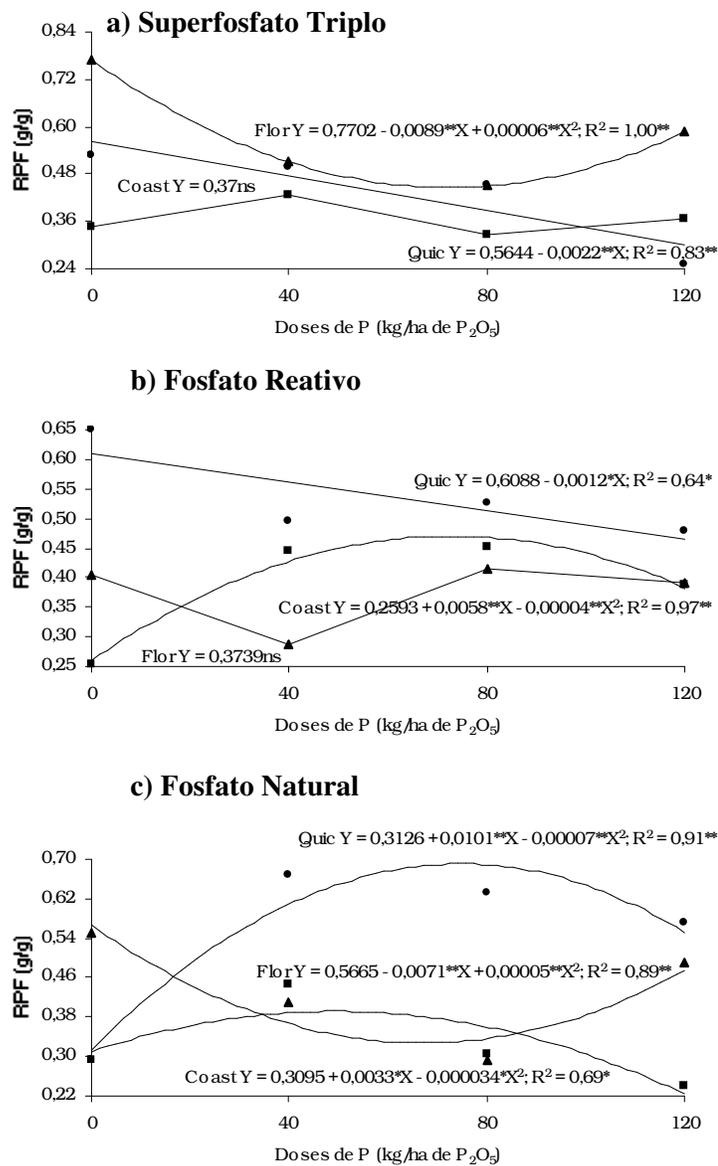


Figura 4 – Razão de peso foliar (RPF) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.3 Área Foliar Específica

A área foliar específica (AFE) foi influenciada significativamente, no primeiro ano, pelas doses de P (DP) e pelas interações fontes de P (FP) x gramíneas (G), DPxG, DPxFP e DPxFPxG. No segundo ano, além destas, a AFE também diferiu em função das G (Tabela 5A). Independentemente das fontes e doses de P, no primeiro ano, a AFE não variou em função das gramíneas, apresentando um valor médio de 0,0378 m²/g (Tabela 3). Já no segundo ano a AFE do capim-coastcross, de 0,0522 m²/g foi semelhante à do capim-quicuío, que apresentou valor médio de 0,0582 m²/g, e superior ao AFE do capim-florona, que foi de 0,0399 m²/g. Com base nestes valores, verifica-se que as folhas dos capins Coastcross e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, são mais delgadas que as do Florona.

Os valores encontrados para o capim-coastcross e o capim-florona, aos 35 dias de rebrota, estão bem acima dos estimados por Oliveira (1999) em Tifton 85 para as idades de 14 e 70 dias de rebrota, que foram 0,0335 e 0,0184 m²/g, uma vez que, segundo o autor, houve queda na AFE com as idades. Da mesma forma, Oliveira (2002) encontrou valores menores para o capim-coastcross, de 0,0173 e 0,0166 m²/g, para as idades de rebrota de 28 e 42 dias, respectivamente. De acordo com Gomide (1996), a queda nos valores da AFE com o desenvolvimento da planta reflete predominância do crescimento ponderal das folhas relativamente à expansão de sua área, indicando, assim, aumento na espessura da folha com a idade, pois, segundo Benincasa (1988), à medida que avança a maturidade da planta há aumento na espessura foliar em decorrência da maior proporção de tecidos internos determinada pelo aumento em número e tamanho das células mesofílicas.

Gomide, C.A.M. (1997), ao estudar cultivares de *Panicum maximum*, encontrou valores, médios para os cultivares Mombaça, Tanzânia e Vencedor, de 0,0962 e 0,0664 m²/g nas idades de 31 e 38 dias de rebrota.

A influência das fontes de P só foi significativa quando estas foram associadas às doses crescentes de P, pois, como já comentado, as mesmas não afetaram a AFE. Observou-se um comportamento variável entre as gramíneas em função das fontes e doses de P, bem como entre os anos de avaliação, no que diz respeito à AFE (Tabela 3 e Figuras 5 e 6).

Tabela 3 – Valores médios de área foliar específica (AFE) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, em dois anos sucessivos.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	AFE (m ² /g)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	0,0402aAB	0,0343aA	0,0355aB	0,0496aB	0,0427aA	0,0461aB
	FR	0,0348bB	0,0314bA	0,0445aA	0,0596aAB	0,0364bA	0,0356bB
	FN	0,04040aA	0,0346bA	0,0396abAB	0,0668aA	0,0312bA	0,1111aA
40	ST	0,0322bA	0,0410aA	0,0390abAB	0,0385abA	0,0255bB	0,0514aAB
	FR	0,0367aA	0,0344aB	0,0349aB	0,0407bA	0,0653aA	0,0560abA
	FN	0,0366abA	0,0304bB	0,0425aA	0,0470aA	0,0286aB	0,0369aB
80	ST	0,0288bB	0,0383aA	0,0382aA	0,0500aA	0,0499aA	0,0549aA
	FR	0,0455aA	0,0281bB	0,0388aA	0,0522aA	0,0462aA	0,0658aA
	FN	0,0418aA	0,0425aA	0,0313bB	0,0617aA	0,0507abA	0,0336bB
120	ST	0,0412bAB	0,0418bA	0,0495aA	0,0581bA	0,0297cA	0,0917aA
	FR	0,0391abB	0,0450aA	0,0348bB	0,0405bB	0,0345bA	0,0699aB
	FN	0,0459aA	0,0315bB	0,0316bB	0,0619aA	0,0387bA	0,0449abC
Média		0,0389a	0,0361a	0,0383a	0,0522a	0,0399b	0,0582a

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fonte dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No primeiro ano observou-se que a AFE do capim-coastcross aumentou a partir das doses 66,67 e 50,0 kg/ha de P₂O₅, com valores mínimos de 0,0273 e 0,0383 m²/g quando adubado com ST e FN, respectivamente, obtendo-se uma AFE máxima de 0,0437 m²/g na dose de 100 kg/ha de P₂O₅, quando fertilizado com FR. Este valor poderia ser atingido também com a aplicação de 100 kg/ha

de P_2O_5 na forma de FN, no entanto, nem a adição de 120 kg/ha de P_2O_5 , do ST, proporcionaria este valor de AFE (Figura 5).

Para o capim-florona, verificou-se que a AFE aumentou linearmente com as doses de P como ST e apresentou resposta quadrática às fontes FR e FN. Para o FR, o incremento da AFE ocorreu a partir da aplicação de 50 kg/ha de P_2O_5 , correspondendo a uma AFE mínima de $0,0280 \text{ m}^2/\text{g}$. Por outro lado, com o uso de FN observou-se aumento da AFE até um valor máximo de $0,0375 \text{ m}^2/\text{g}$, proporcionado por uma dose de 70 kg/ha de P_2O_5 , valor que só seria alcançado com a aplicação de 120 kg/ha de P_2O_5 como FR. Para o capim-quicuío houve aumento na AFE apenas quando se aplicaram doses acima de 20 kg/ha de P_2O_5 de ST, o que correspondeu a uma AFE mínima de $0,035 \text{ m}^2/\text{g}$. Entretanto, as outras fontes (FR e FN) proporcionaram uma redução linear da AFE com as doses de P (Figura 5).

No segundo ano a AFE do capim-coastcross não variou com as doses de P, apresentando diferença entre as fontes apenas na dose 120 kg/ha de P_2O_5 , em que o FR foi que proporcionou menor valor de AFE ($0,0405 \text{ m}^2/\text{g}$) em relação ao ST ($0,0581 \text{ m}^2/\text{g}$) e FN ($0,0619 \text{ m}^2/\text{g}$), que se mostraram equivalentes (Tabela 3). Já para o capim-florona verificou-se efeito das doses de P na AFE, com um valor máximo de $0,0591 \text{ m}^2/\text{g}$ na doses 57,5 kg/ha de P_2O_5 com FR (Figura 6). Diferença entre as fontes só foi observada na dose 40 kg/ha de P_2O_5 , em que o FR possibilitou, ao contrário do capim-coastcross, maior AFE ($0,0653 \text{ m}^2/\text{g}$), cerca de três vezes superior à proporcionada pelo ST ($0,0255 \text{ m}^2/\text{g}$) e o FN ($0,0286 \text{ m}^2/\text{g}$). Por outro lado, o capim-quicuío, de modo semelhante ao que ocorreu no primeiro ano, aumentou a AFE com a aplicação de 24 kg/ha de P_2O_5 (0,045 m^2/g) de ST. No entanto, ao contrário do ano anterior, aumentou linearmente com as doses de P como FR e para o FN, a partir de 80,7 kg/ha de P_2O_5 ($0,0234 \text{ m}^2/\text{g}$). Dessa forma, pôde-se verificar que para fontes menos

reativas (FR e FN) são necessárias doses mais elevadas para proporcionar aumentos na AFE do capim-quicuío.

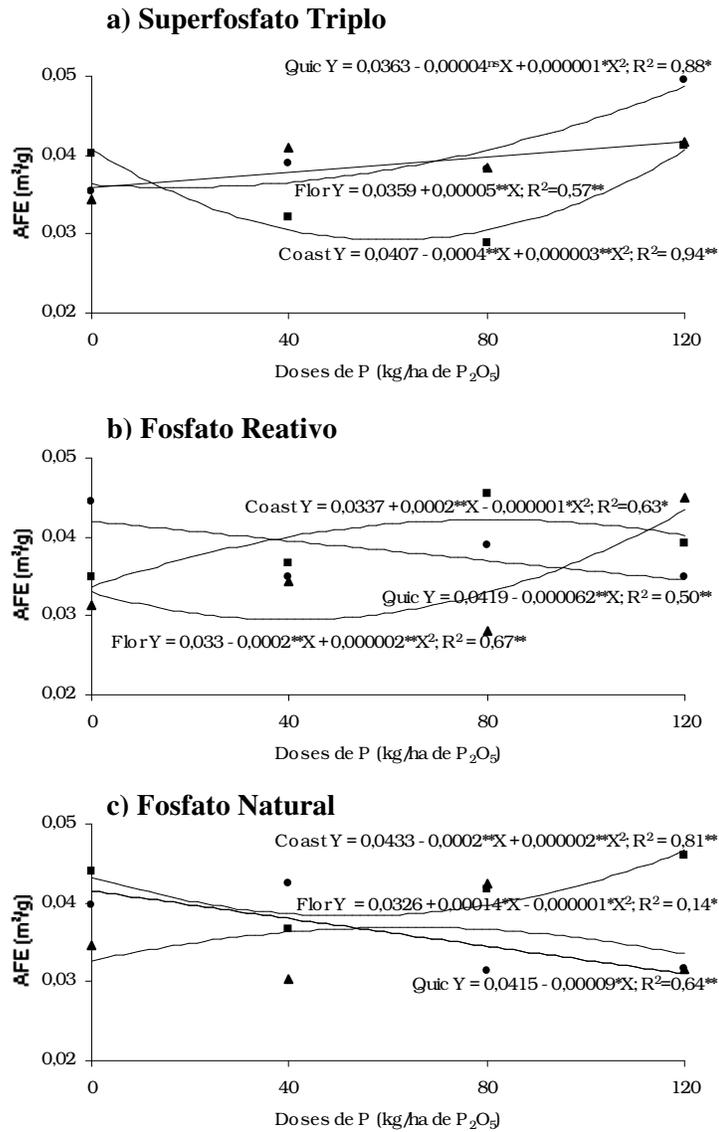


Figura 5 – Área foliar específica (AFE) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo, c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo.

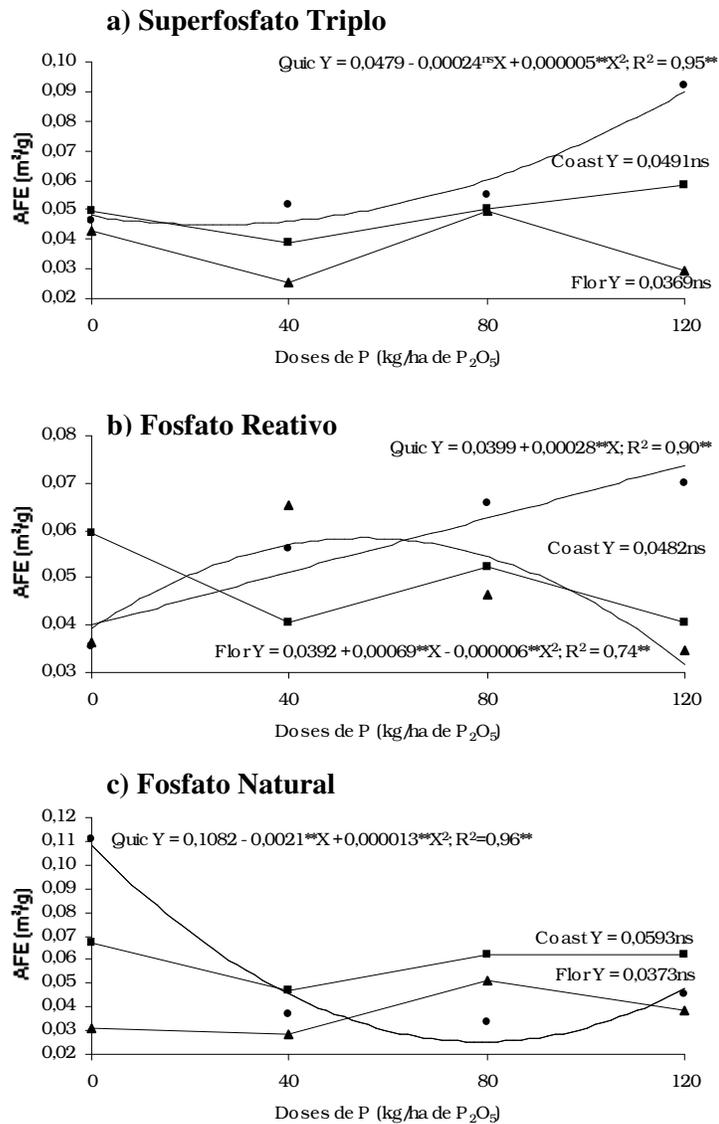


Figura 6 – Área foliar específica (AFE) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.4 Área Foliar por Planta

Observou-se efeito significativo das gramíneas (G), fontes de P (FP), doses de P (DP) e das interações FPxG, DPxG, DPxFP e DPxFPxG na área foliar por planta (AFP), no primeiro e segundo anos de avaliação, com exceção do fator G para o segundo ano (Tabela 5A).

Observou-se que independentemente das fontes e doses de P, no primeiro ano o capim-florona ($0,0034 \text{ m}^2$) e o capim-quicuio ($0,0033 \text{ m}^2$) apresentaram valores maiores de AFP em relação ao capim-coastcross ($0,0031 \text{ m}^2$) (Tabela 4). No segundo ano, não houve diferença entre as gramíneas, verificando-se um valor médio de $0,0033 \text{ m}^2$. Estes valores estão próximos do encontrado por Oliveira (2002) para o capim-coastcross aos 42 dias de idade de rebrota ($0,0028 \text{ m}^2$). No entanto, em capim-tifton 85, Oliveira et al (2000) observaram valores superiores aos 28 ($0,0054 \text{ m}^2$) e 42 ($0,0076 \text{ m}^2$) dias de rebrota.

Em geral, o ST e o FN, no primeiro ano, proporcionaram maior AFP, observando-se valor médio de $0,0033 \text{ m}^2$; no segundo ano, maior AFP foi proporcionada pelo ST ($0,0035 \text{ m}^2$); no entanto, verificaram-se particularidades quando as fontes de P foram associadas às doses de P que estão apresentadas nas Figuras 7 e 8. No primeiro ano a AFP do capim-coastcross aumentou linearmente com as doses de P quando adubado com ST e FN, não diferindo com o FR (Figura 7). Para o capim-florona verificou-se aumento a partir das doses 40 e 65 kg/ha de P_2O_5 para as fontes ST e FR, obtendo AFP máxima de $0,004$ e $0,0034 \text{ m}^2$ na dose de 120 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente, observando-se, assim, que quanto menos reativa a fonte de P, maiores doses são exigidas para proporcionar aumentos na AFP. O capim-quicuio teve sua AFP aumentada linearmente com as doses de P de ST, não diferindo com o FR, porém aumentando até $0,0035 \text{ m}^2$ na dose 50 kg/ha de P_2O_5 de FN.

No segundo ano, em geral o ST proporcionou maior AFP em relação aos FR e FN para as gramíneas, observando-se os valores respectivos de 0,0035, 0,0033 e 0,0033 m². No entanto, para o capim-coastcross houve aumento na AFP a partir das doses 32,5 (0,0029 m²) e 100,0 (0,0026 m²) kg/ha de P₂O₅, de ST e FN, respectivamente, e quando adubado com FR aumentou a AFP a um valor máximo de 0,0036 m² na dose de 55,0 kg/ha de P₂O₅. A AFP do capim-florona adubado com ST apresentou valor máximo de 0,0040 m² na dose 66,7 kg/ha de P₂O₅, enquanto, com o FN, o valor obtido na dose máxima aplicada de 120 kg/ha de P₂O₅ foi de 0,0045 m². O capim-quicuio, por sua vez, apresentou um aumento linear da AFP com as doses de P do ST; por outro lado, observou-se redução linear da AFP quando adubado com FR e houve aumento a partir da dose 30,0 kg/ha de P₂O₅ com FN, chegando a atingir 0,0044 m² na dose de 120 kg/ha de P₂O₅ (Figura 8).

Tabela 4 – Valores médios de área foliar por planta (AFP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuio, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, em dois anos sucessivos.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	AFP (m ²)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuio	Coastcross	Florona	Quicuio
0	ST	0,0026bB	0,0034aA	0,0029bB	0,0033abAB	0,0038aA	0,0030bB
	FR	0,0029bB	0,0035aA	0,0034aA	0,0028bB	0,0033aA	0,0039aA
	FN	0,0032aA	0,0030aB	0,0031aAB	0,0038aA	0,0027bB	0,0033abAB
40	ST	0,0029bB	0,0035aA	0,0035aA	0,0027aB	0,0031aA	0,0032aA
	FR	0,0033aA	0,0033aA	0,0030aB	0,0033aA	0,0030aAB	0,0035aA
	FN	0,0033aA	0,0035aA	0,0035aA	0,0028abAB	0,0024bB	0,0032aA
80	ST	0,0028bB	0,0032aB	0,0032aB	0,0035bA	0,0056aA	0,0032bB
	FR	0,0030aB	0,0030aB	0,0033aAB	0,0038aA	0,0028bB	0,0041aA
	FN	0,0034aA	0,0036aA	0,0035aA	0,0033aA	0,0030aB	0,0036aAB
120	ST	0,0033bAB	0,0039aA	0,0037aA	0,0039aA	0,0029bB	0,0039aA
	FR	0,0032abB	0,0035aB	0,0031bB	0,0027aB	0,0030aB	0,0030aB
	FN	0,0036aA	0,0032bC	0,0030bB	0,0030bB	0,0045aA	0,0044aA
Média		0,0031b	0,0034a	0,0033ab	0,0032a	0,0033a	0,0035a

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

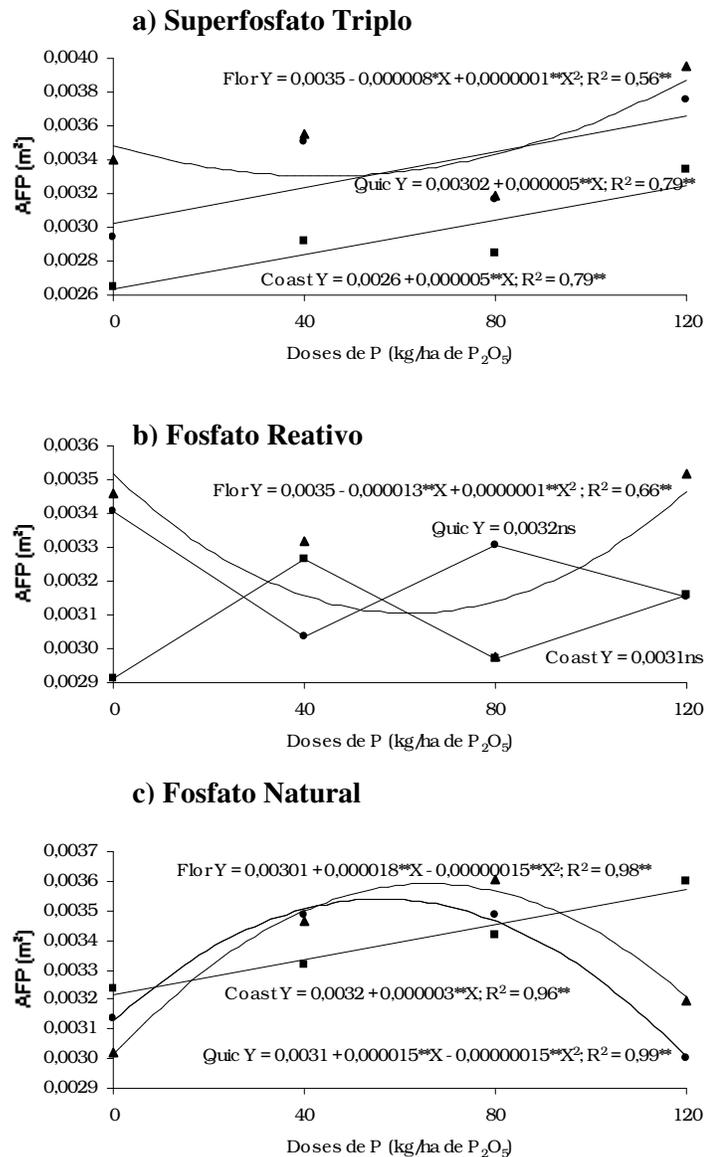


Figura 7 – Área foliar por planta (AFP) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

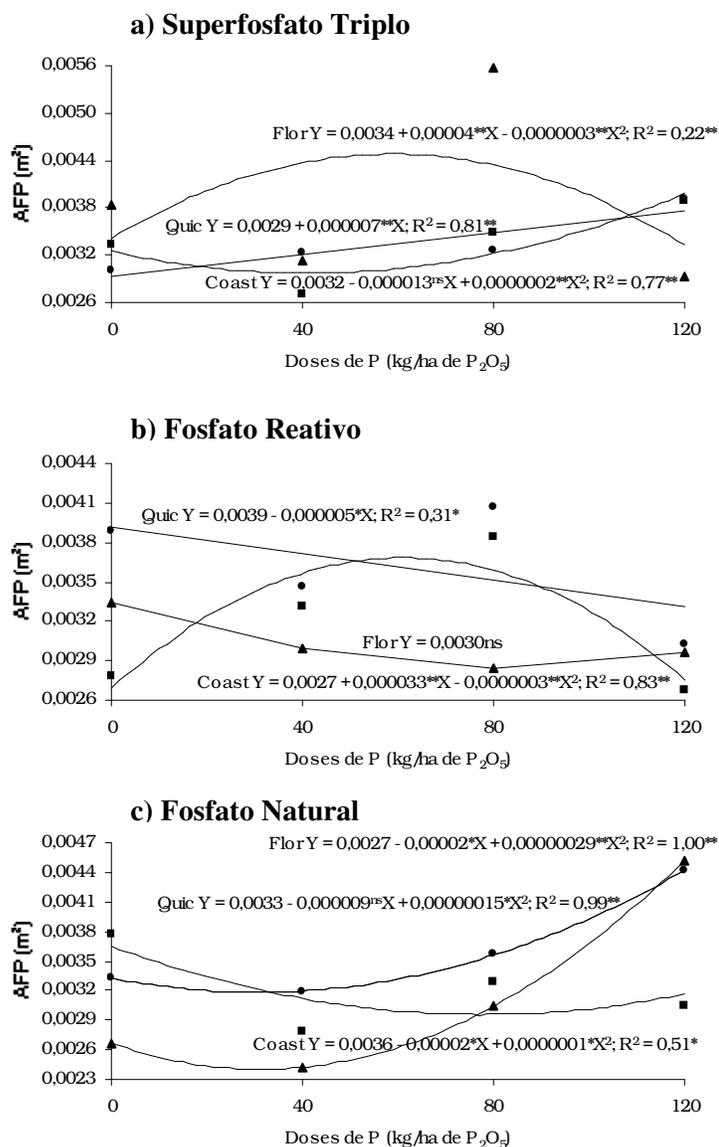


Figura 8 – Área foliar por planta (AFP) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.5 Índice de Área Foliar

Houve efeito significativo das gramíneas (G), fontes de P (FP) e das interações FPxG, doses de P (DP)xG, DPxFP e DPxFPxG no índice de área foliar (IAF), no primeiro ano. No segundo ano, observou-se efeito das G, FP e das interações FPxG e DPxFP (Tabela 6A).

No primeiro ano, observou-se que o capim-coastcross apresentou maior IAF que o capim-florona e o capim-quicuiu, verificando-se valores médios de 5,25, 4,23 e 2,52, respectivamente (Tabela 5). Em gramíneas do gênero *Cynodon*, Oliveira et al (2000) e Gomide (1996) observaram que o IAF atingiu valores máximos de 4,9 e 5,4, respectivamente, aos 42 e 47 dias de rebrota. Diferenças nos valores de IAF são comuns entre cultivares do gênero *Cynodon* (Gomide, 1996). Além disso, variações nas condições edafoclimáticas e de manejo podem influenciar as características morfogênicas (taxa de alongamento, aparecimento e senescência foliares) que, por sua vez, modificam as características estruturais do pasto (número de folhas vivas, comprimento final de folhas e número de perfilhos), influenciando o seu IAF (Chapman & Lemaire, 1993).

Diferentemente de Oliveira (2002), que afirma que a área foliar por planta foi o principal determinante do IAF do capim-coastcross, visto que o número de perfilhos por área não foi influenciado ($P>0,05$), no presente estudo observou-se o contrário, ou seja, o fator que mais contribuiu para o IAF do capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu foi a população de perfilhos, observando-se valores médios de 1997,78, 2046,81 e 1570,55 perfilhos/m², respectivamente, no primeiro ano.

Segundo Brougham (1956), citado por Gomide, J.A. (1997), o progressivo aumento de folhas por perfilho e dos perfilhos por planta determina

o aumento do IAF do relvado e, então, o rendimento forrageiro via o crescente percentual de interceptação e utilização da radiação luminosa.

Tabela 5 – Valores médios de índice de área foliar (IAF) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, no primeiro ano de avaliação.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	IAF		
		Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	4,72aB	4,74aA	2,24bB
	FR	4,18aB	3,70bB	2,98bA
	FN	5,89aA	4,60bA	2,16cB
40	ST	4,43aB	5,35aA	2,73bA
	FR	5,69aA	3,68bB	1,87cB
	FN	5,42aA	3,48bB	2,76cA
80	ST	4,60aB	4,94aA	3,08bA
	FR	5,20aB	3,94bB	2,59cA
	FN	6,31aA	3,95bB	2,48cA
120	ST	5,24aA	5,87aA	2,56bA
	FR	5,55aA	3,30bB	2,58cA
	FN	5,78aA	3,21bB	2,18cA
Média		5,25a	4,23b	2,52c

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Independentemente do efeito das doses de P e das gramíneas sobre o IAF, observou-se que, no primeiro ano, o ST (4,21) e o FN (4,02) proporcionaram maiores valores de IAF em relação ao FR (3,77).

Observou-se, pelo desenho das curvas, que o efeito das doses de P sobre o IAF foi, de certa forma, sutil, ou seja, doses mais elevadas de P não proporcionaram aumentos expressivos do IAF, embora tenham sido significativos (Figura 9). Isto pode ser explicado, como visto no Capítulo 2, em decorrência do P não afetar significativamente as características morfogênicas e estruturais das gramíneas que, em última instância, determinam e/ou influenciam o IAF (Chapman & Lemaire, 1993).

Salvo esta ressalva, verificou-se que o IAF do capim-coastcross a partir da dose de 46,78 kg/ha de P_2O_5 do ST aumentou sensivelmente e que, ao ser adubado com FR, apresentou IAF máximo (5,65) na dose de 85,8 kg/ha de P_2O_5 . Este valor não seria atingido com 120 kg/ha de P_2O_5 do ST, sendo, portanto, o FR mais efetivo. Por outro lado, não houve efeito das doses de P do FN no IAF do capim-coastcross. Para o capim-florona observou-se aumento linear do IAF em função das doses de P do ST e redução, também linear, com o FN. De outra forma, o FR não influenciou o IAF do capim-florona em função das doses de P. O IAF do capim-quicuío, por sua vez, aumentou até valores máximos de 2,97 e 2,68 ao ser adubado com 69,06 e 58,57 kg/ha de P_2O_5 do ST e FN, respectivamente, e com o FR observou-se aumento do IAF em doses acima de 64,4 (2,15) kg/ha de P_2O_5 .

Não houve ajuste de equações para o IAF em função das doses de P, observando-se valores médios de 4,96, 4,45 e 4,02 para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío, respectivamente (Figura 10). Por outro lado, observou-se que o ST proporcionou aumento do IAF a partir da dose de 72,4 kg/ha de P_2O_5 , enquanto o FR favoreceu o aumento do IAF (5,02) até 65,33 kg/ha de P_2O_5 e o IAF não variou com as doses de FN (Figura 11). Como estes resultados são referentes ao segundo corte do segundo ano, provavelmente o P disponível do ST já tivesse sido usado, o oriundo do FN tenha sido insuficiente e o do FR, mais eficaz pela sua média reatividade.

Verificou-se que os valores de IAF das gramíneas adubadas com P na forma de ST e FR foram superiores ao do FN (Tabela 6). Quanto às gramíneas, o capim-coastcross alcançou IAF de 4,96, superior ao do capim-quicuío, igual a 4,02, ficando o capim-florona em posição intermediária, com IAF de 4,45 (Figura 10).

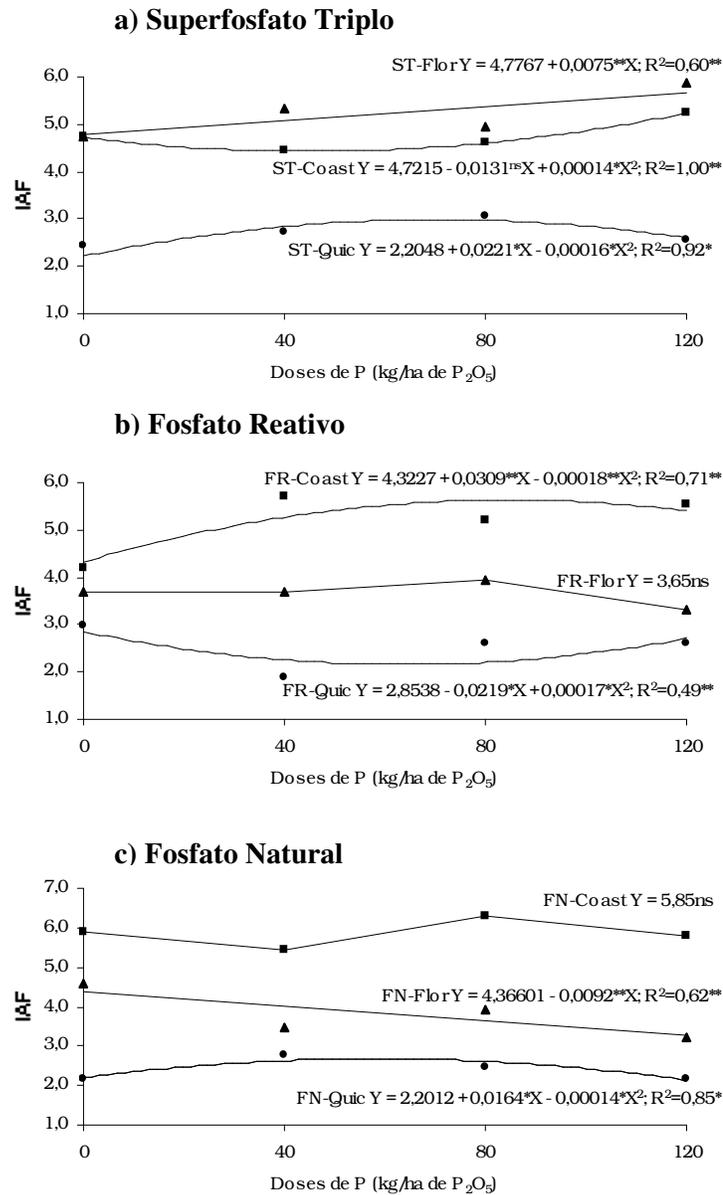


Figura 9 – Índice de área foliar (IAF) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Tabela 6 – Valores médios de índice de área foliar (IAF) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes de P, no segundo ano de avaliação.

Gramíneas	IAF			Média
	ST ¹	FR	FN	
Coastcross	4,65aA	5,36aA	4,87aA	4,96a
Florona	6,16aA	3,68bB	3,52bB	4,45ab
Quicuiu	3,48bB	4,78aA	3,81bB	4,02b
Média	4,76a	4,61a	4,06b	

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na linhas (entre fontes de P) e maiúsculas na colunas (entre gramíneas), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

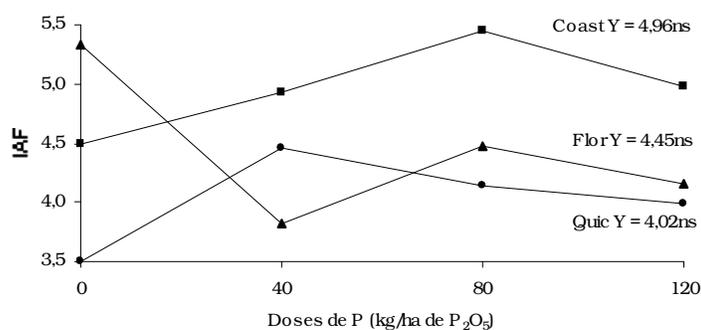


Figura 10 – Índice de área foliar (IAF) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P no segundo ano de avaliação. ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

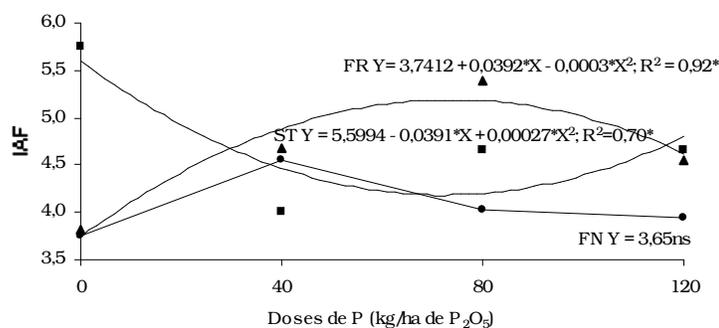


Figura 11 – Índice de área foliar (IAF) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P (ST - Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural) no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representado pelo valor médio.

3.6 Relação Folha/Caule

Os valores de F para a relação folha/caule (RFC) indicaram significância para as gramíneas (G), doses de P (DP) e para as interações DPxG, DPxFontes de P (FP) e DPxFPxG, no primeiro ano de avaliação. No segundo, as DP e as interações FPxG, DPxG e DPxFPxG influenciaram a RFC (Tabela 6A).

Segundo Vantini (1999), a relação folha/caule, como uma das características associadas à morfologia da planta, sempre que possível deve ser levada em consideração, pois está relacionada com o manejo das plantas forrageiras, assim como à sua qualidade. Forragens com alta RFC proporcionam aos animais uma dieta de alta qualidade.

As médias da RFC para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuí aos 35 dias de rebrota, no primeiro ano, diferenciaram-se significativamente, observando-se valores médios de 1,54, 0,95 e 1,85, respectivamente (Tabela 7). No entanto, no segundo ano, não houve diferença significativa entre as gramíneas, com valor médio da RFC de 1,42. As fontes de P, isoladamente, não afetaram a RFC das gramíneas, tanto no primeiro como no segundo ano, quando foram encontrados os valores médios de 1,45 e 1,42, respectivamente. Assim, o capim-florona, ao apresentar uma RFC de 0,95, enquadra-se abaixo do limite crítico, já que Pinto et al. (1994) consideraram como limite crítico a RFC igual a 1,0 quando o objetivo é a quantidade e a qualidade da forragem produzida.

Em Tifton 85, Oliveira (1999) verificou uma redução de forma quadrática da RFC com o avanço da idade; segundo o autor, a partir dos 28 dias foram estimados valores inferiores a 1,0, o que pode comprometer a qualidade da forragem. Herrera & Hernández (1989) observaram, para o cv. Coastcross-1, valores abaixo de 50% de folhas a partir da quinta e sexta semanas de idade,

durante os períodos chuvoso e seco, respectivamente. Maiores valores de RFC são desejáveis pois estão associados à maior qualidade da forragem.

Tabela 7 – Valores médios de relação folha/caule (RFC) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P, em dois anos sucessivos.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	RFC					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	1,40abA	0,94bA	1,66aB	1,44aA	1,47aA	1,18aA
	FR	1,32aA	1,02aA	1,61aB	0,77bAB	1,92aA	1,89aA
	FN	1,29bA	0,96bA	2,25aA	0,68bB	2,11aA	1,33abA
40	ST	1,26abB	0,93bA	1,68aB	1,38aA	1,71aA	1,58aB
	FR	1,80aA	0,97bA	2,20aA	1,35bA	1,08bA	2,78aA
	FN	1,89aA	0,96bA	2,06aAB	1,20bA	1,50abA	2,02aB
80	ST	2,28aA	0,97bA	1,90aAB	1,21aA	1,34aA	1,38aA
	FR	1,36aB	1,00aA	1,54aB	1,70aA	1,51aA	1,71aA
	FN	1,60aB	0,90bA	2,11aA	0,82aA	1,14aA	1,62aA
120	ST	1,16aB	0,97aA	1,51aB	1,09bA	2,09aA	0,63bA
	FR	1,81abA	0,89bA	2,14aA	0,92bA	1,85aA	1,23abA
	FN	1,33aB	0,90aA	1,54aB	0,60bA	1,93aA	1,35abA
Média		1,54a	0,95b	1,85a	1,39a	1,47a	1,48a

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Observou-se que a RFC do capim-coastcross, no primeiro ano, aumentou de forma quadrática com as doses de P para as fontes ST e FN, com valores máximos nas doses 63,67 (1,84) e 60,38 (1,81) kg/ha de P₂O₅, respectivamente; e quando adubado com FR houve um aumento linear de 0,0025 unidades da RFC para cada kg de P₂O₅ aplicado (Figura 12). A RFC do capim-florona, por sua vez, não foi influenciada pelas fontes e doses de P, observando-se um valor médio de 0,95. Para o capim-quicuiu, por outro lado, a RFC não variou entre as doses nas fontes ST e FR, entretanto diminuiu linearmente com as doses de P do FN. No segundo ano já se observou aumento na RFC do capim-quicuiu, possivelmente pela maior liberação de P com o decorrer do tempo.

A RFC do capim-coastcross, no segundo ano, variou em função das doses de P apenas quando adubado com o FR, em que a RFC máxima de 1,31 ocorreu com uma dose de 61,9 kg/ha de P_2O_5 (Figura 13). Por outro lado, a RFC do capim-florona, que neste ano ficou bem acima do limite crítico, aumentou quando adubado com FR e FN a partir das doses 53,75 (1,28) e 71, 25 (1,14) kg/ha de P_2O_5 , respectivamente. Assim, nota-se que para se atingir o mesmo resultado, neste caso para RFC, são necessárias doses maiores de P quando se usam fontes menos reativas. Já para o capim-quicuiu observou-se uma elevação quadrática da RFC com as doses de P na forma de ST, FR e FN, estimando-se valores máximos de 1,54, 2,43 e 1,89 nas doses 42,25, 45,5 e 56,33 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente, sendo que o FR foi o que proporcionou a maior RFC.

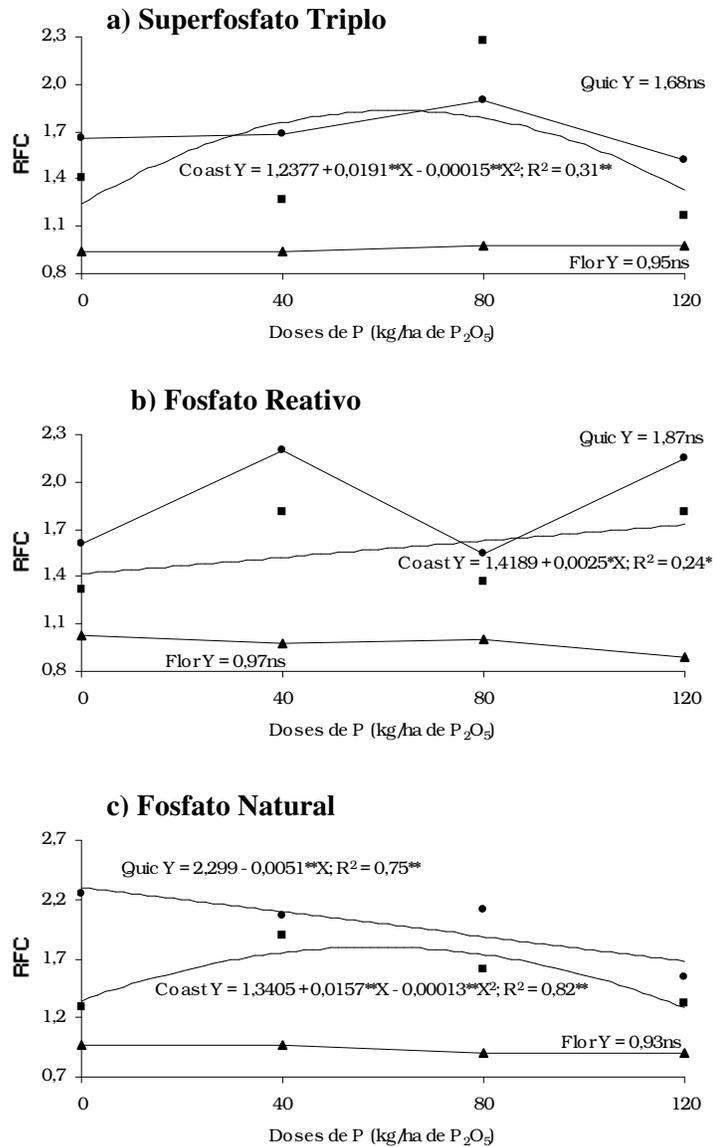


Figura 12 – Relação folha/caule (RFC) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

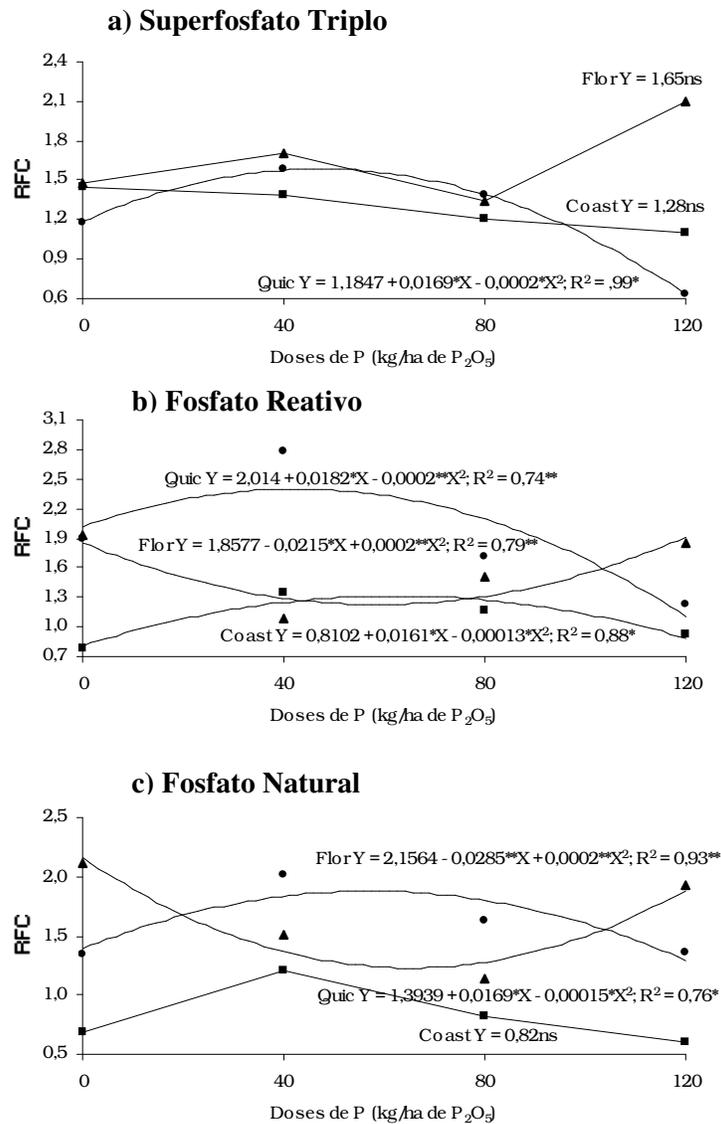


Figura 13 – Relação folha/caule (RFC) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo, c) Fosfato Natural], no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

4 CONCLUSÕES

1. Os índices de crescimento variam entre gramíneas e doses e fontes de P.
2. A adubação fosfatada não proporciona aumento expressivo dos índices de crescimento estudados, embora permita um discreto incremento com as doses de P.
3. O capim-quicuiu apresenta maior RAF, RPF, AFE, AFP e RFC que o capim-coastcross e o capim-florona.
4. O efeito da adubação fosfatada é limitado pela baixa precipitação no período de estabelecimento das gramíneas adubadas com as doses de P nas fontes pré-estabelecidas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O.; BOLHARNORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG, S. P. (Ed.). **Photosynthesis and production in a changing environment a field and laboratory manual**. London, 1993. p. 36-46.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41 p.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. cap. 3, p. 55-64.
- GOMIDE, C. A. M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq.** 1997. 53 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 675-680, jul./ago. 1999.
- GOMIDE, C. C. C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. 1996. 100 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 411-430.
- HERRERA, R. S.; HERNÁNDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. **Pastos y Forajes**, La Habana, v. 12, n. 1, p. 77-81, 1989.
- HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990. 112 p.
- ISEPON, O. J. Nutrição e adubação da pastagem. In: **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 397-406, 1987.
- LAWLOR, D. W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, p. 1449-1461, 1995. Especial issue.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 672 p.
- MOTT, G. O.; POPENO, H. L. Grasslands. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 157-186.
- OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idade de rebrota**. 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- OLIVEIRA, M. A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota**. 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; CECON, P. R. Análise de crescimento do capim-bermuda ‘Tifton 85’ (*Cynodon spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1930-1938, dez. 2000. Suplemento 1.
- PINTO, J. C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunth, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio**. 1993. 149 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M.; LOPES, N. F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 327-332, maio/jun. 1994.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, May/June 1967.
- SANTOS JUNIOR, J. D. G. dos. **Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 2001. p. 731-754.

SCHUNKE, R. Fósforo: adubar ou mineralizar. In: COLETÂNEA DE SEMINÁRIOS TÉCNICOS 1988/1991. **Resumos...** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 18 p.

WATSON, D. J. The dependence of net assimilation rate on leaf-area index. **Annals of Botany**, London, v. 27, n. 105, p. 175-179, 1993.

WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, New York, v. 4, p. 101-145, 1952.

VANTINI, P. P. **Morfologia de *Andropogon gayanus* Kunth submetido à adubação mineral e orgânica.** 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

CAPÍTULO 4

PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS SOB FONTES E DOSES DE FÓSFORO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a produção e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, aos 35 dias de rebrota, sob fontes e doses de fósforo (P), foi conduzido um experimento a campo em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema de parcelas subsubdivididas, com três repetições, sendo distribuídas aleatoriamente nas parcelas as gramíneas (capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío), nas subparcelas as fontes de P (ST-Superfosfato Triplo; FR-Fosfato Reativo, Arad e FN-Fosfato Natural, Araxá) e nas subsubparcelas as doses de P (0, 40, 80 e 120 kg/ha de P₂O₅). As variáveis estudadas foram produção de MS, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e o fracionamento do P (P total solúvel- Pt; P inorgânico - Pi e P orgânico - Po). Os resultados obtidos permitiram verificar que a produção de MS variou (P<0,01) em função das gramíneas, fontes e doses de P. O rendimento do capim-coastcross, tanto na estação das águas como da seca, foi superior (P<0,05) ao dos capins Florona e Quicuío, com produções médias de MS de dois anos de 12,7 e 4,7, 11,2 e 2,9 e 6,33 e 3,73 t/ha, respectivamente. No entanto, o capim-quicuío apresentou melhor valor nutritivo. Observou-se que 70-80 % da produção de MS das gramíneas ocorreu nas águas (outubro/março). O ST proporcionou maior (P<0,01) produção de MS das gramíneas, porém não muito superior as do FR e FN, observando-se valores médios de dois anos de 13,6, 13,3 e 12,8 t/ha, respectivamente. No geral, a adubação fosfatada não afetou os teores de FDN, FDA e DIVMS das gramíneas, porém aumentou (P<0,05) os teores de N, P, Ca e Mg. Para o K houve efeito (P<0,01) da adubação fosfatada apenas no corte da seca, verificando-se aumento a partir da aplicação de 38,6 kg/ha de P₂O₅, usando-se como fonte o ST. O capim-quicuío apresentou maior (P<0,01) concentração de P inorgânico (322 µg/g) que o capim-coastcross (244 µg/g) e o capim-florona (235 µg/g). Entretanto, o capim-coastcross apresentou maior concentração de P total solúvel que os capins Florona e Quicuío, observando-se valores de 589, 442 e 492 µg/g, respectivamente.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the yield and nutritive value of tropical forage grasses, at 35 days of regrowth, under sources and doses of P an one experiment was driven in the field in area of the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. The experimental design used was a randomized complete block, in split split plot scheme, with three repetitions, being allocated in the plot the grasses (coastcross bermudagrass, florona stargrass and kikuyu grass), in the subplot the sources of P (TS-Triple superphosphate; RF- Reactive phosphate, Arad and NP- nature phosphate, Araxa) and, in the subsubplot, the doses of P (0, 40, 80 and 120 kg/ha of P_2O_5). The studied variables were yield of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and fragmentation of P (soluble total P- Pt, inorganic P- Pi and organic P- Po). The obtained results allowed to verify that the yield of DM varied ($P < 0.01$) in function of the grasses, sources and doses of P. The yield of the coastcross bermudagrass in the wet and dry seasons was higher ($P < 0.05$) than the florona stargrass and kikuyu grass with medium productions of two years of 12.7 and 4.7, 11.2 and 2.9 and 6.33 and 3.73 t/ha, respectively. However, the kikuyu grass presented better nutritive value. It was observed that 70-80 % of the yield of DM of the grasses occurred in the wet season (october/march). The TS provided lower ($P < 0.01$) production of the grasses, however not very lower that of the RF and NP, being observed values of the average of two years of 13.6, 13.3 and 12.8 t/ha, respectively. In the general, the phosphorus fertilization didn't affect the contents of NDF, ADF and IVDMD of the grasses; even so, it increased ($P < 0.05$) the contents of N, P, Ca and Mg. For K, there was effect ($P < 0.01$) of the phosphorus fertilization just in the cut of the dry season, being verified increase starting from the application of 38.6 kg/ha of P_2O_5 , being used as source TS. The kikuyu grass presented lower ($P < 0.01$) concentration of inorganic P (322 $\mu\text{g/g}$) that the coastcross bermudagrass (244 $\mu\text{g/g}$) and the florona stargrass (235 $\mu\text{g/g}$). However, the coastcross bermudagrass presented larger concentration of soluble total P than the florona stargrass and kikuyu grass, being observed values of 589, 442 and 492 $\mu\text{g/g}$, respectively.

1 INTRODUÇÃO

As gramíneas forrageiras, principalmente em sistemas extensivos sob regime de pastejo, são a base alimentar da exploração da pecuária bovina. Entretanto, na maioria desses sistemas de produção verificam-se baixos índices de produtividade da pastagem e do animal, que são conseqüência de vários fatores, entre os quais se destacam o manejo como um todo e a fertilidade do solo, que é de grande relevância.

O P desempenha papel importante no crescimento do sistema radicular, bem como no perfilhamento das gramíneas, o que é fundamental para a maior produtividade das forrageiras. Para Holford (1997), o P é o segundo elemento essencial mais limitante à produção agrícola, depois do N. A “construção” da fertilidade do solo em P torna-se particularmente importante nos solos ácidos dos trópicos, uma vez que estes apresentam baixa disponibilidade natural e alta capacidade de adsorção e precipitação desse nutriente. Somado a esse fato, tem-se que a absorção de N pelas plantas é restringida pela deficiência de P (Novais et al., 1985; Novais & Barros, 1997).

Assim, quando se pretende maximizar a produção animal, sem, contudo, influir na sustentabilidade da pastagem, torna-se necessário o estabelecimento de um sistema eficiente e econômico de manejo intensivo da pastagem que permita, por exemplo, aumentar sua capacidade de suporte e melhorar o seu valor alimentício. Isso é possível desde que a fertilidade do solo seja “construída” por intermédio da elevação dos nutrientes a níveis adequados ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Observa-se que há um número extremamente reduzido de trabalhos envolvendo o efeito da adubação fosfatada na qualidade da forragem produzida, provavelmente pelo mesmo ser mais efetivo no estabelecimento da forrageira,

com influência marcante no desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento da mesma, o que vai se refletir na produtividade da planta.

Para plantas perenes, como a maioria das forrageiras, verifica-se que teores críticos de P no solo e na planta diminuem acentuadamente com a idade das plantas (Novais et al., 1982). Dessa forma, o manejo da adubação fosfatada pode constituir-se de uma adubação de implantação ou de “arranque” e outra de manutenção da produtividade (Barros et al., 1996), suprindo adequadamente a demanda das plantas ao longo do seu ciclo e obtendo produções desejável e estável no longo prazo. Por isso, Novais (1999) recomenda a aplicação localizada de parte da adubação fosfatada como uma fonte solúvel para atender a demanda inicial da planta e a outra parte como fonte de baixa solubilidade por ocasião do estabelecimento da pastagem, já que, segundo Barrow (1980), os fosfatos solúveis adicionados ao solo apresentam sua eficiência diminuída ao longo do tempo.

Dessa forma, nos últimos anos, o uso de fontes alternativas de P tem adquirido grande importância, basicamente em decorrência do custo elevado dos fertilizantes fosfatados solúveis e do aumento da oferta de fosfatos naturais de melhor eficiência agrônômica (Caramori, 2000). No entanto, pela lenta liberação do P dos fosfatos menos reativos, é de se esperar que estes sejam mais eficientes para cultivos de plantas perenes, como as forrageiras (Lobato et al., 1986).

Um trabalho conduzido por Schunje & Souza (1984), citado por Werner (1986), mostrou que o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk) responde com taxas de crescimento acentuadas a níveis de P até 150 kg/ha e reduzidas até 300 kg/ha de P₂O₅. O capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) teve aumento de produção de 8 t/ha de MS quando foram adicionados, no solo, 400 kg/ha de P₂O₅. No entanto, Cecato et al. (2000) verificaram que embora a aplicação de quantidades crescentes de P tenha proporcionado às

plantas de braquiário aumentos lineares na produção de MS total e de folhas, em média, representou apenas 5% da MS total produzida.

Segundo Van Soest (1994), o valor nutritivo das forragens é determinado por dois fatores: a) proporção de parede celular na planta e seu grau de lignificação e b) quantidade de conteúdo celular na MS que determina a proporção de nutrientes completamente disponíveis para digestão pelos organismos, sendo compreendido por proteína, amido, lipídios, ácidos orgânicos e cinza solúvel. Ainda segundo o autor, o valor nutritivo é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos (relação folha/colmo), ambientais (temperatura, luminosidade, umidade, fertilização do solo, doenças e outros fatores de estresses) e por diferenças entre as espécies.

O método de determinação da qualidade das forrageiras proposto por Van Soest, em 1965, é baseado na separação das diversas frações constituintes das forrageiras, por meio de reagentes específicos denominados detergentes. Por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular da parede celular, também chamada fibra em detergente neutro (FDN), que é constituída basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada. O detergente ácido permite a solubilização do conteúdo celular e da hemicelulose, além da maior parte da proteína insolúvel, obtendo-se um resíduo chamado fibra em detergente ácido (FDA), constituído principalmente de lignina e celulose (Silva, 1990).

De acordo com Van Soest (1994), a FDA está mais associada com a digestibilidade dos alimentos, enquanto a FDN o está com a ingestão, a taxa de enchimento e a passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes.

Grande parte das forrageiras sofre um declínio no seu valor nutritivo com o aumento da idade como resultado de uma diminuição da relação folha/colmo, combinada com a crescente lignificação da parede celular (Nussio et al., 1998). Há, portanto, uma relação entre digestibilidade, FDN e FDA, pois o

aumento no teor de fibra, com a maturidade, leva a uma queda nos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), que é, segundo Raymond (1969), uma dos parâmetros considerados importantes na avaliação da qualidade dos alimentos.

O P, por ser considerado um elemento capaz de promover a precocidade de produção (Morikawa, 1993), acelerará, conseqüentemente, o processo de maturação fisiológica da planta, proporcionando, assim, o aumento nos teores de fibra com a diminuição da DIVMS. Esse comportamento foi observado por Santos, I.P.A. (1999) em braquiário adubado com doses crescentes de P.

Espécies e cultivares do gênero *Cynodon* diferem entre si quanto à digestibilidade. Hill et al. (1993), trabalhando com cultivares de *Cynodon* submetidos a intervalos de cortes de seis semanas, observaram que a DIVMS do capim-tifton 85 (60,3 %) foi maior que a do capim-tifton 44 (55 %) e do capim-coastal (54,3 %), porém pouco inferior à do capim-tifton 68 (63,6%). Mislevy (1989a, b) verificou que dentro do grupo das gramíneas estrela, os cultivares Florico e Florona foram os que produziram, em média, maiores quantidades de MS (10,3 e 10,6 t/ha/ano) e maiores teores de proteína bruta (8,4 e 9,1 %). Por outro lado, a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) do Florico (53,0 %) se destacou em relação à do Florona (49 %).

Avaliando a composição mineral de espécies forrageiras, Gomide (1976) relatou que esta varia segundo uma série de fatores, entre os quais se destacam a idade da planta, o solo e as adubações do ano e a sucessão de cortes. Esse autor relatou, ainda, que com o desenvolvimento e avanço da idade da planta normalmente ocorrem quedas nos teores de N, P e K, o que é atribuído, principalmente, ao efeito de diluição dos elementos minerais na MS produzida e acumulada.

Andrew & Robins (1971), ao avaliarem o efeito da adubação fosfatada no crescimento e composição química de nove gramíneas forrageiras tropicais,

entre elas o capim-quicuí, verificaram aumento na produção de MS, nos teores dos minerais P, N e Mg, redução nos teores de K e constância nos teores de Ca e Na com as doses de P.

As variações nas concentrações de P também estão relacionadas com as condições que proporcionam maior ou menor acúmulo deste nutriente na planta, principalmente na forma inorgânica (Pi vacuolar), sem função metabólica imediata, em consequência de maior ou de menor disponibilidade do elemento no solo (Bielecki, 1973). Se, por quaisquer circunstâncias, a quantidade de P absorvida for menor que a demanda pela célula, o Pi do vacúolo retorna ao citoplasma, atendendo a exigência metabólica da célula (Bielecki & Ferguson, 1983).

Por essas considerações, pode-se ver que a planta, à semelhança do solo, possui mecanismo regulatório capaz de tamponar internamente o P absorvido e, assim, manter o equilíbrio Pi vacuolar • Pi citoplasmático. Portanto, em situações que restringem a absorção de P, como em períodos secos, a planta tem no seu conteúdo de Pi vacuolar uma reserva de P capaz de ser mobilizada para manter seu ritmo de crescimento. Por outro lado, quando o ritmo de crescimento for lento e, portanto, a demanda de P for pequena, um aporte elevado deste à planta resultará em grande acúmulo de Pi vacuolar (Bielecki & Ferguson, 1983). Ainda, segundo estes autores, em termos quantitativos, em plantas bem nutridas em P, o Pi é a fração que mais contribui para o conteúdo total de P, geralmente com mais de 50% do P total. Portanto, de acordo Fabres et al. (1987), variações na concentração de Pi implicam significativas variações na concentração de P total. Já a fração orgânica de P varia muito pouco com o "status" do nutriente na planta (Lee & Ratcliffe, 1983).

No entanto, os trabalhos que avaliam o efeito da adubação fosfatada nas forrageiras resumem-se em determinar seu efeito na produção de MS, obter teores críticos nas mais variadas condições de solo e manejo, verificar a

eficiência agronômica quando são envolvidas fontes alternativas de P, bem como o teor e acúmulo de P na MS da parte aérea e das raízes das plantas, havendo, portanto, pouco interesse em se avaliar o efeito da mesma sobre os teores de FDN, FDA, DIVMS e os demais minerais.

Assim, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o rendimento e valor nutritivo através dos teores de FDN, FDA, DIVMS, N, P, K, Ca e Mg das gramíneas capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuío por dois anos consecutivos, tanto no período das águas como no da seca, em função da aplicação de fontes e doses de P.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As variáveis estudadas foram: produção de MS (t/ha); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS); concentração dos minerais N, P, K, Ca, Mg e o fracionamento do P. Vale ressaltar que o rendimento foi avaliado em seis cortes (sendo 5 nas águas e 1 na seca) no primeiro ano e em cinco cortes (sendo 4 nas águas e 1 na seca) no segundo. As demais variáveis só foram avaliadas em três cortes em cada período e no corte da estação seca do primeiro ano. Os motivos já foram explicados no Capítulo 1, no item “Metodologia Geral”.

No dia da colheita, em cada idade de rebrota, foi efetuada a medição da altura das plantas, do nível do solo à altura do horizonte visual das folhas. A forragem para a estimativa do rendimento forrageiro foi colhida manualmente com cutelo na área útil de 1,0 m², usando quadrado feito com esta dimensão que foi colocado no centro da subsubparcela. Em seguida, esse material foi acondicionado em sacolas plásticas previamente identificadas, as quais foram levadas para o laboratório para serem pesadas, estimando-se a produção de matéria verde na área útil (1,0 m²). Do material pesado, retirou-se uma amostra de ± 250 g que foi acondicionada em sacos de papel e estes, pesados. Após pesagem, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55-60°C, por 72 horas. Depois da pré-secagem o material foi pesado e moído em moinho tipo “Willey” com peneira de 30 “mesh”. Aproximadamente 2 g de cada amostra moída foram secos a 105°C, a fim de se corrigir a estimativa do teor de MS da forragem. A produção de MS dos tratamentos foi calculada a partir da forragem verde colhida em 1,0 m² de área útil. Para transformar a produção encontrada em kg/1m² para t/ha, a mesma foi multiplicada pelo fator 10 (kg/1m² • 10 = t/ha). A correção da produção de matéria verde para MS foi

feita multiplicando-a pelo seu respectivo teor de MS. Todas as demais análises serão corrigidas com base nesta determinação.

A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi feita segundo método de Tilley & Terry (1963); e a FDN e a FDA através do método de Goering & Van Soest (1970).

A dosagem de N foi feita pelo método micro-Kjedhal, enquanto, para a análise dos minerais P, K, Ca e Mg, as amostras foram mineralizadas por via úmida (digestão nitroperclórica) e as soluções resultantes, devidamente diluídas, tiveram seus teores de P determinados por colorimetria, de K por fotometria de chama e de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, segundo metodologia descrita por Silva (1990). As determinações dos minerais, com exceção do N, foram feitas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA.

Para o fracionamento do P, aproximadamente 0,5 g das amostras de folhas verdes, colhidas aos 35 dias de rebrota, no dia do último corte do segundo ano, foram colocadas em ácido perclórico 0,2 mol/L e armazenadas em freezer para posterior análise dos teores de P total solúvel em ácido (Pt), P inorgânico solúvel em ácido (Pi) e, por diferença, P orgânico (Po). As metodologias do fracionamento utilizadas foram a de Smille & Krotkov (1960) e Hogue et al. (1970), modificadas por Martinez (1992), citados por Fernandes (1999).

Os dados de produção de MS, composição química e digestibilidade foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para os fatores gramíneas e fontes de P, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Para o fator doses de P, ajustaram-se modelos de regressão que foram escolhidos com base na significância desses modelos utilizando o teste F e de seus coeficientes, usando o teste t, com significância de até 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

Os detalhes sobre a condução do experimento, caracterização do clima e do local em que foi instalado, bem como delineamento experimental, tratamentos e modelo estatístico utilizado, podem ser verificados no item ‘Metodologia Geral’ no Capítulo 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de MS

Observou-se que a produção de MS nas águas foi influenciada significativamente pelas gramíneas (G), fontes de P (FP) e pelas interações FPxG, doses de P (DP)xG e DPxFPxG, no primeiro ano. Já no segundo ano, acrescenta-se o efeito significativo das DP e da interação DPxFP (Tabela 7A).

No geral, nos dois anos de estudo, o capim-coastcross (15,81 e 9,56 t/ha) apresentou produção de MS mais elevada, seguido do capim-florona (14,44 e 7,95 t/ha) e do capim-quicuí (7,11 e 5,55 t/ha), verificando-se, assim, maiores produções no primeiro ano (Tabela 1). Observou-se que a produção de MS nos dois anos foi maior com o uso do superfosfato triplo (ST) (12,97 e 7,99 t/ha), quando comparado com o fosfato reativo (FR) (12,17 e 7,66 t/ha) e o fosfato natural (12,22 e 7,40 t/ha), isto sem levar em consideração o efeito das gramíneas.

Soares Filho et al. (2002), avaliando a produção e o valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras, entre elas o capim-coastcross e o capim-florona, também na estação das águas com intervalo de corte de 35 dias, encontraram produções de MS inferiores às observadas no presente estudo (15,81 e 14,44 t/ha), principalmente no primeiro ano de avaliação, 10,94 e 11,58 t/ha, respectivamente. Esta diferença pode ter ocorrido em função do número de cortes realizados neste período.

No primeiro ano, observou-se que o capim-coastcross mostrou-se mais produtivo quando adubado com FN (16,19 t/ha) e FR (15,83 t/ha) em comparação com o ST (15,41 t/ha). Vale ressaltar que a diferença observada na produção das gramíneas entre os dois anos é decorrente do número de cortes realizados no período das águas (outubro a março); no primeiro ano foram feitos

cinco cortes, e no segundo, quatro cortes em decorrência da escassez de chuvas no mês de outubro daquele ano, retardando o início das avaliações.

Tabela 1- Valores médios da produção de MS na estação das águas das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Produção MS nas Águas* (t/ha)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	15,29aA	16,79aA	6,54bB	8,38aA	9,50aA	5,58bA
	FR	13,78aB	13,91aB	8,30bA	8,89aA	7,37bB	5,59cA
	FN	16,20aA	13,87bB	5,90cB	8,10aA	6,44bB	4,81cA
40	ST	15,19aB	15,61aA	7,47bA	9,37aB	9,59aA	5,13bB
	FR	16,84aA	12,89bB	5,83cB	10,41aA	6,97bB	5,53cAB
	FN	16,19aAB	13,88bB	7,15cAB	9,43aAB	6,77bB	6,24bA
80	ST	15,00aB	15,32aA	8,72bA	9,74aA	8,96aA	4,65bB
	FR	15,63aB	14,74aAB	7,31bB	9,96aA	7,35bB	5,93cA
	FN	17,07aA	13,47bB	6,79cB	10,63aA	7,78bB	5,83cA
120	ST	16,15aAB	16,51aA	7,08bA	9,80aA	9,19aA	6,09bA
	FR	17,09aA	12,52bB	7,16cA	10,15aA	8,50bA	5,34cA
	FN	15,31aB	13,75aB	7,12bA	9,92aA	7,01bB	5,86bA
Média		15,81a	14,44b	7,11c	9,56a	7,95b	5,55c

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

* Produção de MS oriunda do somatório de cinco cortes a cada 35 dias, no período de outubro a abril de 2001-2002 (ANO 1) e quatro cortes de novembro a abril de 2002-2003 (ANO 2)

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No primeiro ano, observou-se que para a fonte FN não houve variação significativa na produção de MS, nas águas, em função das doses de P (Figura 1). No entanto, para o ST observou-se que o capim-florona teve sua produção aumentada de modo bastante suave a partir de 59,12 kg/ha de P₂O₅ e o capim-quicuiu apresentou produção máxima de 8,3 t/ha com uma dose de 69,25 kg/ha de P₂O₅, produção esta não atingida nem com a adição de 120 kg/ha de P₂O₅ de FR (7,99 t/ha de MS). Para o capim-coastcross verificou-se um aumento linear na produção de MS com o uso do FR.

Sasso et al. (2003), ao avaliarem a eficiência do fosfato de Arad na cultura de milho, observaram que o superfosfato triplo foi mais eficiente, garantindo melhor nutrição e maior crescimento inicial das plantas de milho.

Ainda segundo os autores, houve ajuste linear para o fosfato de Arad, semelhante ao presente ensaio, indicando que as doses testadas não foram suficientes para atender o potencial máximo das plantas. Dessa forma, pode-se concluir que fontes menos solúveis devem ser aplicadas em doses mais elevadas, pois as mesmas caracterizam-se por liberar muito mais lentamente o P para ser utilizado pela planta.

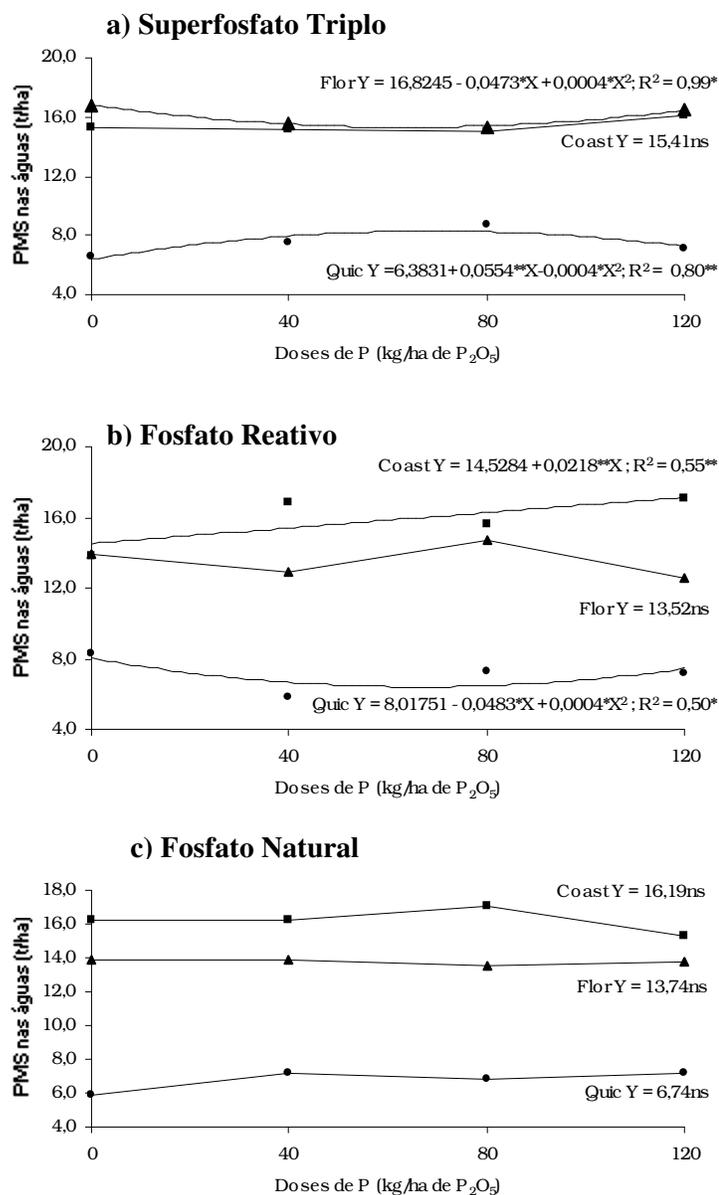


Figura 1 – Produção de MS (PMS) nas águas das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

No segundo ano verificou-se que a produção de MS do capim-coastcross aumentou linearmente quando adubado com o ST e de forma quadrática nas fontes FR e FN, proporcionando produções máximas de 10,33 t/ha de MS, utilizando a dose de 79,05 kg/ha de P_2O_5 da fonte FR, e de 10,54 t/ha na dose 91,83 kg/ha de P_2O_5 na fonte FN, observando-se claramente que para produções semelhantes foi necessária uma dose 14% maior da fonte menos reativa (FN) (Figura 2). Para o capim-florona notou-se que as doses de P, nas fontes ST e FN, não afetaram a produção de MS, observando-se valores médios de 9,31 e 6,99 t/ha, respectivamente. Porém, para a fonte FR, observou-se que a partir de 40,83 kg/ha de P_2O_5 na forma de FR, com uma produção estimada de 6,97 t/ha e chegando a 8,47 t/ha com 120 kg/ha de P_2O_5 , houve um incremento de cerca de 2,0 t/ha de MS. Tal comportamento evidencia a diminuição dos rendimentos com aplicações sucessivas de quantidades iguais de nutrientes, segundo estabelece a Lei dos Rendimentos Decrescentes (Raij, 1991).

Quanto ao capim-quicuí, observou-se a ocorrência de uma produção mínima de MS de 4,78 t/ha, estimada pela dose de 54,67 kg/ha de P_2O_5 da fonte ST; a partir dessa dose houve uma tendência de aumento da MS em função das doses de P, chegando-se à estimativa de 6,06 t/ha na dose máxima estudada (de 120 kg/ha de P_2O_5). Com a aplicação de 83,25 kg/ha de P_2O_5 de FR verificou-se uma produção de MS máxima de 6,31 t/ha, superior à atingida com a dose máxima na forma de ST, porém a produção de MS dessa gramínea não foi influenciada pelas doses de P na forma de FR, cujo valor médio foi de 5,60 t/ha (Figura 2). Vale ressaltar, ainda, que o capim-quicuí mesmo na ausência de adubação fosfatada, apresentou produção de MS inferior aos demais, ratificando, assim, sua maior exigência.

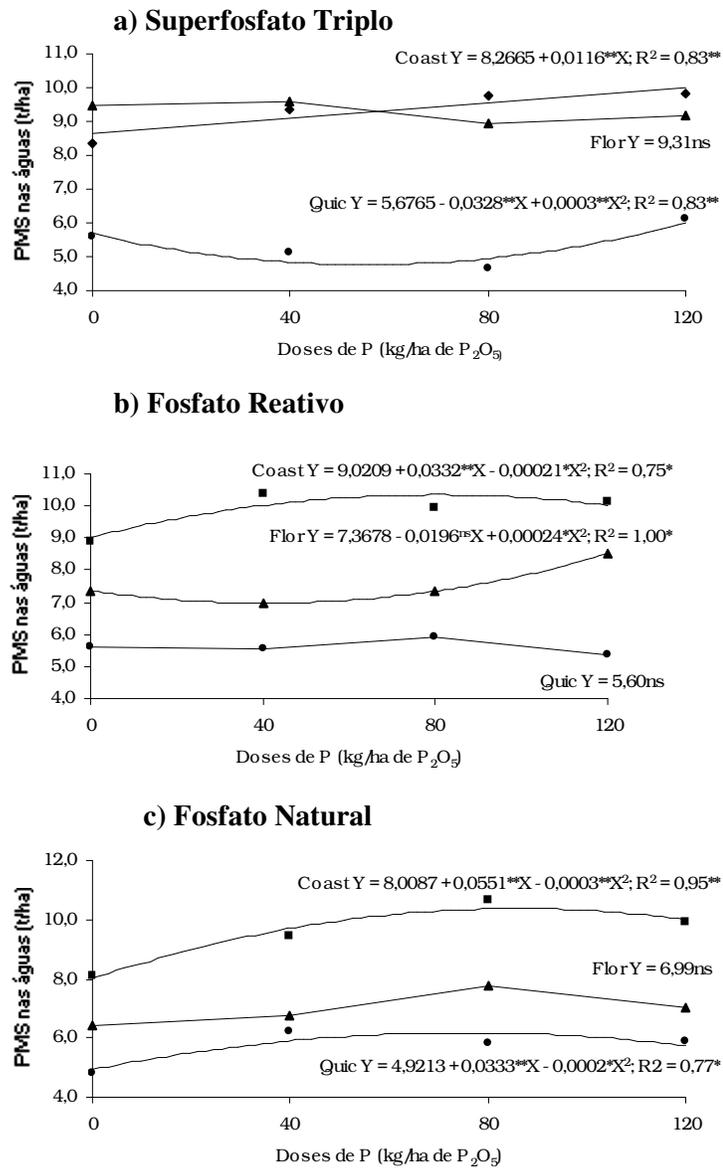


Figura 2 – Produção de MS (PMS) nas águas das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

A produção de MS na época seca, nos dois anos de avaliação, foi significativamente afetada pelas G, FP, DP e pelas interações FPxG, DPxG, DPxFP e DPxFPxG, com exceção da FP para o primeiro ano (Tabela 7A).

Assim como foi observado para a produção de MS nas águas, independentemente das fontes e doses de P, nos dois anos de estudo, o capim-coastcross (4,34 e 5,01 t/ha) também apresentou maior produção de MS que o capim-florona (2,91 e 2,89 t/ha) e o capim-quicuiu (1,86 e 1,87 t/ha), notando-se, entretanto, que as produções entre os anos foram bastante semelhantes (Tabela 2). No geral, a produção de MS das gramíneas, na estação seca do primeiro ano, não variou em função das fontes de P, observando-se valores médios de 3,03 t/ha. No entanto, no segundo ano, o FR promoveu maior produção (3,65 t/ha), seguido do ST (3,22 t/ha) e do FN (2,91 t/ha). Soares Filho et al. (2002) encontraram produções inferiores, principalmente para o capim-coastcross (2,49 t/ha) e para o capim-florona (1,64 t/ha).

No primeiro ano observou-se que a aplicação de doses mais elevadas de P como ST e FN não foi suficiente para causar aumento da produção das gramíneas, observando-se até mesmo um decréscimo da mesma para o capim-coastcross adubado com o FN (Figura 3). No entanto, o FR proporcionou aumento, verificando-se incremento linear para o capim-florona e quadrático para o capim-coastcross, com produção máxima de 5,27 t/ha na dose de 60,67 kg/ha de P_2O_5 , e para o capim-quicuiu, a partir de uma dose mínima de 25,5 kg/ha de P_2O_5 (1,5 t/ha), chegando a uma produção de 3,29 t/ha na dose máxima utilizada.

No segundo ano (Figura 4), observa-se que os fatores estudados influenciaram mais efetivamente a produção de MS das gramíneas. A produção do capim-coastcross aumentou a partir das doses 25,0 (3,7 t/ha) e 18,3 (4,2 t/ha) kg/ha de P_2O_5 quando adubado com ST e FR, respectivamente, sendo que o FR proporcionou mais produção de MS por kg de P aplicado. Para aumentar a

produção de MS do capim-coastcross em cerca de 1,5 t/ha usando o FN, em substituição ao FR (4,2 t/ha), seria necessária uma dose de 91,0 (5,6 t/ha) kg/ha de P_2O_5 , quase cinco vezes maior que a dose de FR. Para o capim-florona observou-se que nas fontes menos solúveis a sua produção só começou a aumentar com as doses de P acima de 35,75 (2,17 t/ha) e 52,87 (1,72 t/ha) kg/ha de P_2O_5 de FR e FN, respectivamente, atingindo, na dose máxima, produções de 3,59 e 3,53 t/ha, porém a sua produção máxima obtida com o ST (3,59 t/ha) se deu na dose de 69,2 kg/ha de P_2O_5 , novamente podendo-se concluir que as fontes menos reativas apresentam menor eficiência em promover aumento da produção de MS por kg de P aplicado.

A produção de MS do capim-quicuiu, na estação seca do segundo ano, aumentou de forma quadrática a partir das doses 44,5 (1,09 t/ha), 68,25 (2,01 t/ha) e 37,33 (0,49 t/ha) kg/ha de P_2O_5 em função das fontes ST, FR e FN, respectivamente. Por outro lado, observou-se que a dose máxima (120 kg/ha de P_2O_5) promoveu a mesma produção (2,54 t/ha), empregando-se como fontes o FR e FN e um valor inferior para o ST (1,67 t/ha), sendo, portanto, mais viável o uso das fontes menos reativas para estas gramíneas, que apesar de serem de menor custo, permitiram maiores produções no segundo ano quando comparadas com a fonte mais solúvel, o ST (Figura 4).

Tabela 2 –Valores médios da produção de MS na estação seca das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)		Produção de MS na Seca* (t/ha)					
		ANO 1			ANO 2		
		Fontes de P ¹	Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona
0	ST	3,68aB	3,55aA	1,76bA	3,85aA	2,28bB	1,19cB
	FR	3,83aB	2,08bC	1,51bA	4,03aA	2,30bAB	3,35aA
	FN	5,17aA	2,84bB	1,55cA	2,97aB	2,93aA	0,64bB
40	ST	3,44aC	4,04aA	1,70bA	3,78bB	4,55aA	1,49cA
	FR	6,20aA	2,44bC	1,86bA	5,19aA	2,55bB	0,96cA
	FN	4,35aB	3,17bB	2,01cA	5,38aA	1,55bC	1,38bA
80	ST	3,85aB	3,46aA	2,10bA	4,68aB	2,69bA	1,21cB
	FR	4,33aAB	2,23bB	1,51bAB	5,57aA	2,32cA	3,31bA
	FN	4,49aA	2,52bB	1,44cB	4,88aB	2,28bA	0,61cB
120	ST	3,62aB	3,32aA	1,76bB	6,65aB	3,88bA	2,44cB
	FR	4,96aA	2,71bAB	2,92bA	7,96aA	3,95bA	2,56cB
	FN	4,14aB	2,58bB	2,21bB	5,21aC	3,47bA	3,65bA
Média		4,34a	2,91b	1,86c	5,01a	2,89b	1,87c

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

* Produção de MS referente ao período compreendido de abril a outubro de cada ano.

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

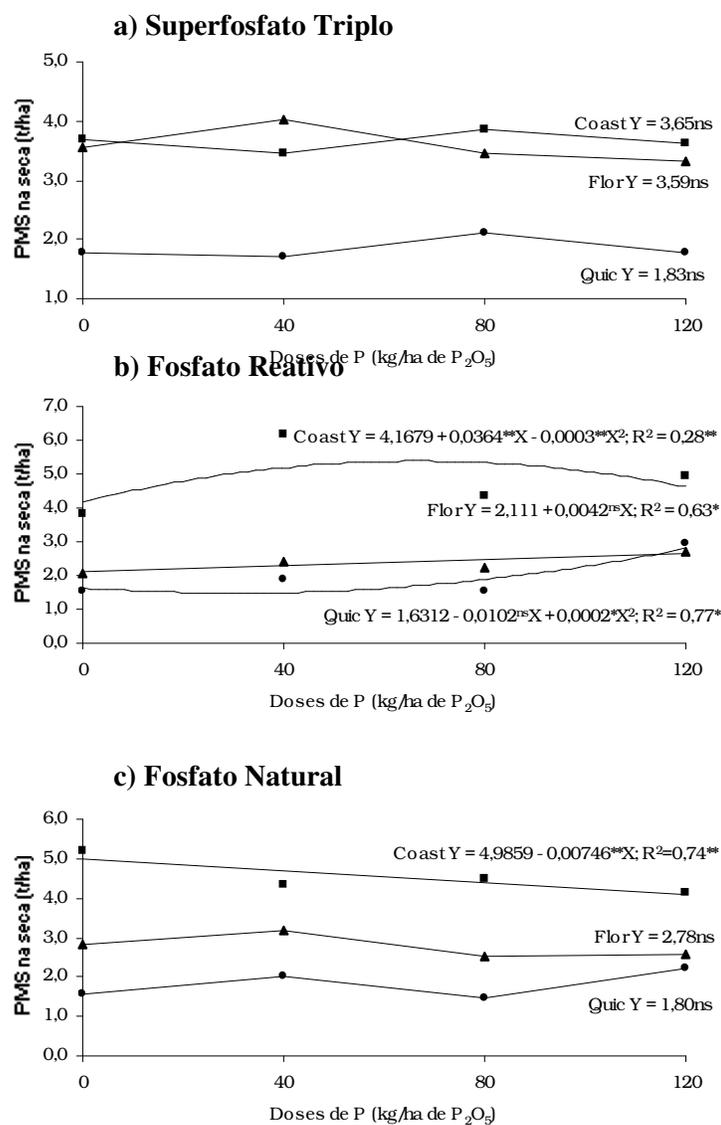


Figura 3 – Produção de MS (PMS) na estação seca das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuí (Quic), em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

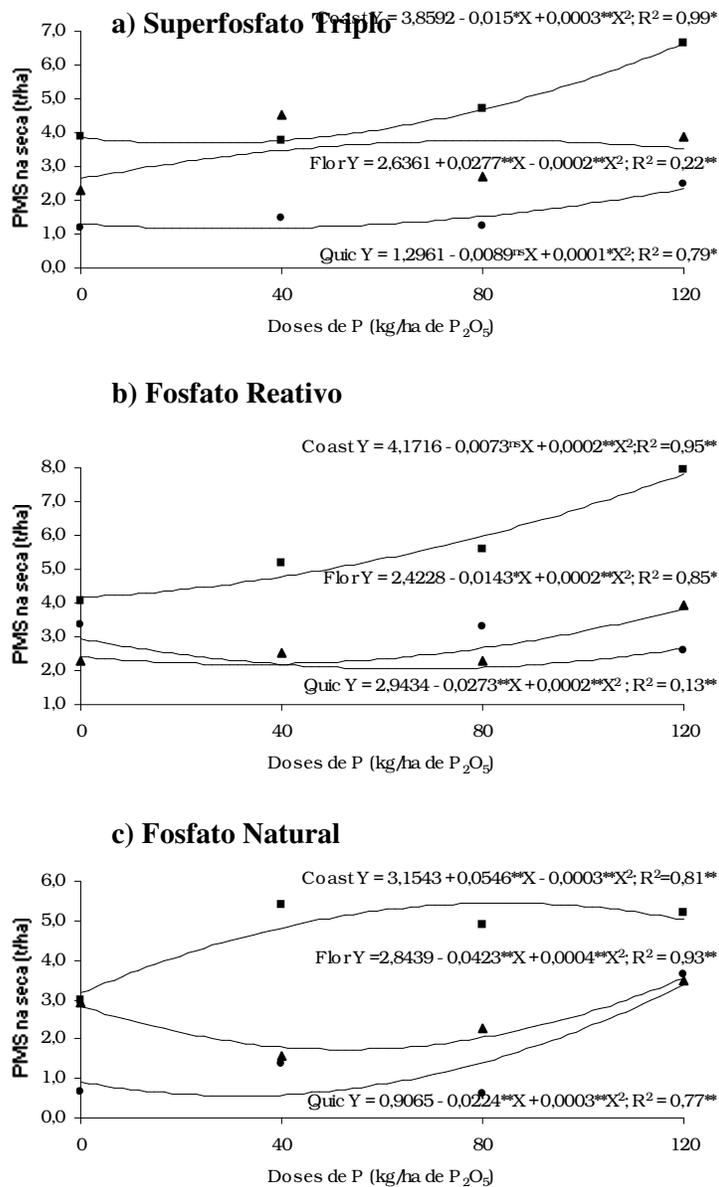


Figura 4 – Produção de MS (PMS) na estação seca das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5% ; ** significativo a 1%.

A partir do somatório das produções obtidas nas águas e na seca determinou-se a produção anual de MS das gramíneas nos dois anos de avaliação. A produção anual de MS foi significativamente afetada, no primeiro ano, pelas G e FP e pelas interações FPxG, DPxG e DPxFPxG; no segundo, além destas, foram encontradas influências das DP e da interação DPxFP (Tabela 7A).

Como o capim-coastcross mostrou-se mais produtivo na época das águas e seca, apresentou, conseqüentemente, maior produção anual de MS nos dois anos avaliados, observando-se valores médios de 20,15 e 14,58 t/ha, 17,25 e 10,85 t/ha e 8,98 e 7,42 t/ha para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu, nos dois anos, respectivamente (Tabela 3). Soares Filho (2002), por sua vez, encontrou produções semelhantes às obtidas no segundo ano de avaliação para os capins Coastcross e Florona, de 18,5 e 12,4 t/ha, respectivamente. Provavelmente o autor tenha realizado o mesmo número de cortes adotado para este ano. Nas condições de Brasil, Alvim et al. (1996), trabalhando com capim-coastcross, relataram produções de MS variando de 2,2 a 18,6 t/ha e de 1,1 a 12,2 t/ha, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, sendo que as produções anuais variaram de 3,4 a 30,8 t/ha.

Por outro lado, a produção do capim-quicuiu foi bastante inferior a das gramíneas do gênero *Cynodon* em função, provavelmente, de suas características adaptativas e exigências quanto a clima, solo e nutrientes. No entanto, as produções anuais encontradas deste trabalho estão próximas as 7-9 t/ha de MS, em seis cortes por ano, preconizadas por Pupo (1985).

Independentemente das doses de P e da gramínea, o ST proporcionou maior produção de MS nos dois anos, embora no segundo ano não tenha diferido do FR. Os valores médios observados para o ST, FR e FN nos dois anos foram 16,0 e 11,22 t/ha, 15,21 e 11,31 t/ha e 15,26 e 10,31 t/ha, respectivamente. No entanto, as gramíneas apresentaram produções diferenciadas em função das

fontes de P. Verificou-se, tanto no primeiro como no segundo ano, que o capim-coastcross apresentou maior produção com o FR e o capim-florona, com o ST; o capim-quicuiu, por sua vez, no primeiro ano foi mais produtivo com o ST e FR e, no segundo, com o FN. Este comportamento do capim-quicuiu em função das fontes de P tem suporte na literatura pois, segundo Barrow (1980), os fosfatos solúveis diminuem sua eficiência ao longo do tempo, acontecendo o inverso com os fosfatos naturais (Lobato et al., 1986).

Tabela 3- Valores médios da produção anual de MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)		Produção Anual de MS* (t/ha)					
		ANO 1			ANO 2		
		Fontes de P ¹	Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona
0	ST	18,97aB	20,34aA	8,31bAB	12,23aAB	11,77aA	6,77bB
	FR	17,61aB	15,99aB	9,80bA	12,92abA	9,67bB	8,95cA
	FN	21,38aA	16,71bB	7,45cB	11,06aB	9,37bB	5,45cC
40	ST	18,64aC	19,65aA	9,17bA	13,15aB	14,14aA	6,62bA
	FR	23,04aA	15,33bC	7,69cA	15,60aA	9,52bB	6,49cA
	FN	20,54aB	17,05bB	9,16cA	14,81aA	8,31bB	7,62bA
80	ST	18,86aB	18,78aA	10,83bA	14,42aA	11,65bA	5,86cB
	FR	19,96aB	16,97bB	8,82cB	15,53aA	9,67bB	9,24bA
	FN	21,56aA	15,99bB	8,23cB	15,51aA	10,06bB	6,44cB
120	ST	19,77aB	19,83aA	8,85bA	16,45aB	13,07bA	8,54cAB
	FR	22,05aA	15,24bB	10,08cA	18,11aA	12,45bA	7,60cB
	FN	19,44aB	16,33bB	9,33cA	15,13aC	10,47bB	9,50bA
Média		20,15a	17,25b	8,98c	14,58a	10,85b	7,42c

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

* Produção de MS oriunda do somatório de seis cortes sendo cinco na época das águas e um na seca para o ANO 1 e quatro e um, respectivamente, para o ANO 2.

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No primeiro ano (Figura 5), observa-se que não houve variação na produção do capim-coastcross em função das doses de P quando adubado com o ST. Entretanto, verificou-se aumento quadrático da sua produção com o FR, atingindo um máximo de 22,18 t/ha na dose 88,2 kg/ha de P₂O₅, reduzindo linearmente cerca de 12,0 kg de MS por cada kg de P₂O₅ aplicado na forma de

FN. Por outro lado, a produção anual do capim-florona não variou com as doses de P. Para o capim-quicuiu, observou-se produção máxima de 10,46 t/ha quando adubado com o ST na dose de 77,0 kg/ha de P_2O_5 e de 9,83 t/ha com 120 kg/ha de P_2O_5 de FR. Mesmo a dose máxima desta fonte, de reatividade intermediária, não proporcionou a mesma produção de MS atingida por uma dose inferior de ST, considerada uma fonte altamente reativa. Já o FN permitiu um aumento linear de 12,0 kg/ha de MS para cada kg de P aplicado, chegando a produzir 9,25 t/ha de MS na dose 120 kg/ha de P_2O_5 . Andrew & Robins (1971), trabalhando em casa de vegetação, também observaram aumento na produção do capim-quicuiu com a elevação das doses de P.

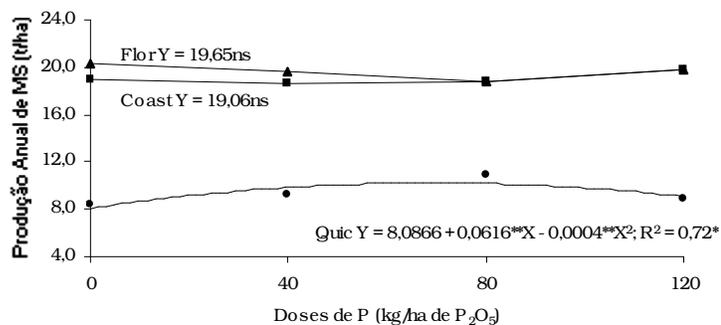
No segundo ano de estudo (Figura 6), verifica-se aumento linear com a elevação das doses de P na produção de MS do capim-coastcross nas fontes ST e FR e aumento quadrático com o FN, observando-se uma produção máxima de 16,02 t/ha na dose de 88,46 kg/ha de P_2O_5 . Enquanto o ST proporcionou um aumento de cerca de 35 kg/ha de MS por kg de P_2O_5 aplicado, o do FR foi de 39,0 kg/ha.

Cecato et al. (2000) também observaram que a aplicação de quantidades crescentes de P na forma de superfosfato simple promoveu incrementos lineares na produção de MS do capim-marandu, contrariando algumas pesquisas, tais como a de Guss et al. (1990), que verificaram em diversas espécies de braquiária, um efeito quadrático para o P. Os primeiros autores ressaltam, ainda, que o P foi responsável por somente 5% da produção total, sendo o N o grande responsável pela produção e a rebrota do capim-marandu. Eles consideram que a interação positiva NxP na produção das plantas forrageiras diz respeito ao P, que tem grande importância na formação de raízes e no perfilhamento, e do N, que além de melhorar o perfilhamento, atua no incremento da produção de colmos e folhas e, conseqüentemente, na produção de MS total.

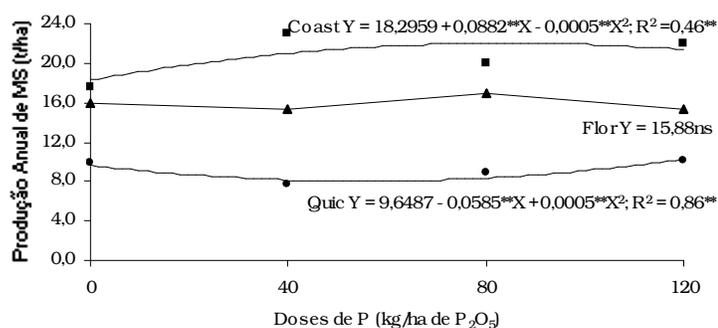
A produção de MS do capim-florona não variou com as doses de P quando adubado com o ST, porém aumentou a partir das doses 33,9 (9,22 t/ha) e 32,39 (8,92 t/ha) kg/ha de P_2O_5 com as fontes FR e FN. Extrapolando para a dose máxima de 120 kg/ha de P_2O_5 , observou-se que a mesma promoveu uma produção de 2,0 t/ha de MS a mais para as plantas adubadas com FR (12,92 t/ha) em comparação com o FN (10,69 t/ha).

Dessa forma, pode-se afirmar que fontes menos solúveis devem ser fornecidas em maiores doses, cerca de duas ou três vezes superiores às ditas solúveis. Para o capim-quicuío observou-se aumento quadrático com o ST a partir da dose de 52,0 (5,89 t/ha) kg/ha de P_2O_5 e linear com o FN, não se verificando variação significativa entre as doses de P quando adubado com o FR.

a) Superfosfato Triplo



b) Fosfato Reativo



c) Fosfato Natural

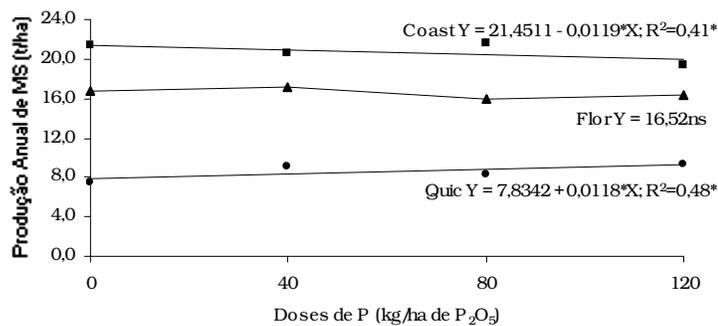


Figura 5 – Produção anual de MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic) em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural], no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

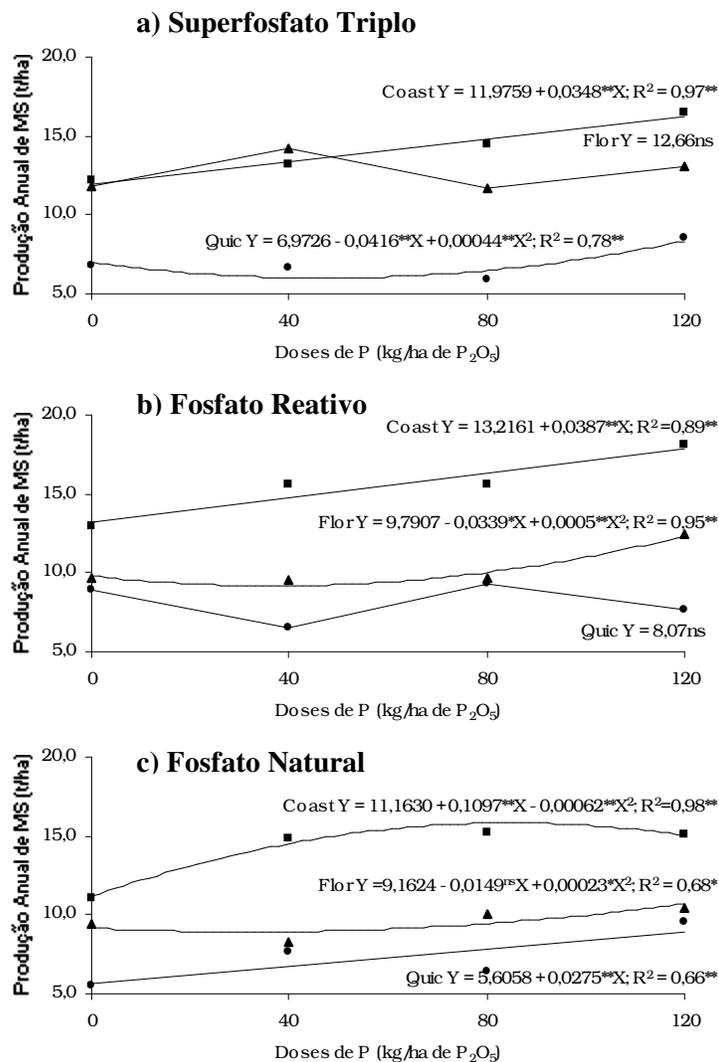


Figura 6 – Produção anual de MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic) em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Com os dados de produção de MS nas águas e na seca e, conseqüentemente, da produção anual, foi possível determinar a distribuição da produção ao longo do ano, ou seja, verificar a estacionalidade da produção, pois

ocorre uma concentração da produção de forragem no período de outubro a março (período das águas). Muitas pesquisas têm sido conduzidas objetivando definir práticas de manejo que sejam mais eficientes no sentido de melhorar a distribuição da produção de forragem ao longo do ano e até mesmo maximizar o aproveitamento desta produção, lançando mão de práticas de conservação da forragem para serem utilizadas na época de escassez (estação seca).

A análise de variância revela que para os dois anos a distribuição porcentual da produção ao longo do ano foi influenciada significativamente pelas G, FP, DP e pelas interações, com exceção das FP para o primeiro ano (Tabela 7A).

Em relação à distribuição porcentual da produção das forrageiras, nas estações do ano, nota-se que ocorreu maior produção das mesmas no período das águas nos dois anos avaliados, observando-se porcentagens de 78,58 e 66,11%, 83,32 e 73,64% e 79,25 e 76,29% para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu, respectivamente, corroborando os dados encontrados na literatura de que 75 a 80% da produção total das plantas forrageiras concentram-se nesta época (Tabela 4). O capim-coastcross e o capim-quicuiu foram os que menos concentraram suas produções nas águas do primeiro ano. No segundo ano, a produção do capim-coastcross ficou mais bem distribuída, observando-se valores médios de 66,11 e 33,88 % nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Isto ocorreu porque neste ano a chuva começou a partir de novembro, retardando o início dos cortes, o que acarretou a defasagem de um corte em relação ao primeiro ano (Tabelas 4 e 5).

Na estação seca o capim-coastcross destacou-se pela sua alta produção no inverno, atingindo a elevada participação de 21,4 e 33,9% no primeiro e segundo anos, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Pedreira & Mattos (1981), que observaram uma participação de 23% do total anual também para o capim-coastcross.

O capim-quicuiu manteve a distribuição de sua produção nos dois anos semelhante e melhor quando comparado com os capins Coastcross e Florona, provavelmente em decorrência de sua maior tolerância a baixas temperaturas, o que fez com que o mesmo ainda produzisse no outono. Além disso, esta gramínea, segundo Pupo (1985), mantém-se verde durante todo o outono, embora não tolere seca e umidade excessivas.

Nas Figuras 7 e 8, observa-se que, no primeiro ano, a adubação fosfatada, nas fontes utilizadas, exerceu influência restrita na distribuição da produção, destacando-se o capim-florona e o capim-quicuiu, os quais quando adubados com FR, reduziram linearmente suas produções nas águas com as doses de P. Por outro lado, o capim-quicuiu apresentou produção máxima na estação das águas de 80,7% na dose de 54,06 kg/ha de P₂O₅ do FN, o que correspondeu a uma porcentagem de produção de 19,3% na estação seca.

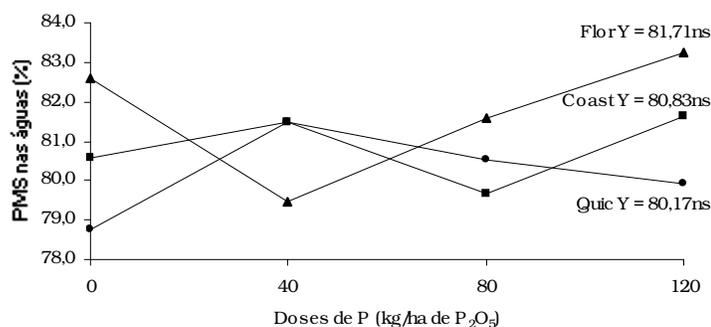
Tabela 4- Valores médios da distribuição porcentual da produção de MS na estação das águas das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Produção de MS nas Águas* (%)					
		ANO 1			ANO 2		
		Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	80,59abA	82,58aB	78,75aB	68,48bB	80,71aA	82,45aB
	FR	80,29bAB	86,92aA	84,53aA	68,93bB	76,15aB	62,61cC
	FN	75,80bB	83,06aAB	79,19abB	73,13bA	68,78bC	88,23aA
40	ST	81,49aA	79,45aB	81,46aA	71,21bA	67,84bC	77,56aB
	FR	73,06bB	84,11aA	75,78bB	66,67cB	73,09bB	85,31aA
	FN	78,78aA	81,34aAB	80,20aAB	63,66bB	81,43aA	81,81aA
80	ST	79,64aA	81,58aB	80,54aA	67,47bAB	76,92aA	79,45aB
	FR	78,31cA	86,88aA	82,87bA	64,15bB	75,98aA	64,17bC
	FN	79,16bA	84,27aAB	82,62abA	68,51cA	77,33bA	90,56aA
120	ST	81,61abA	83,25aA	79,92aA	59,58bB	70,41aA	71,23aA
	FR	77,45bB	82,21aA	71,06cB	56,03bB	68,20aA	70,33aA
	FN	78,72bAB	84,21aA	79,92bA	65,56aA	66,82aA	61,74aB
Média		78,58b	83,32a	79,25b	66,11c	73,64b	76,29a

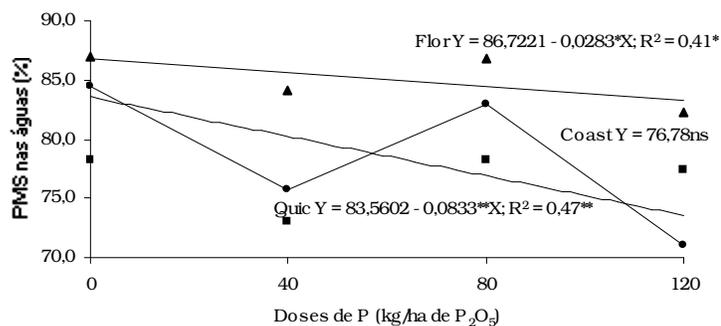
Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05), no ANO 1 e (P<0,01), no ANO 2. * Produção de MS referente ao período compreendido de outubro a março de cada ano.

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

a) Superfosfato Triplo



b) Fosfato Reativo



c) Fosfato Natural

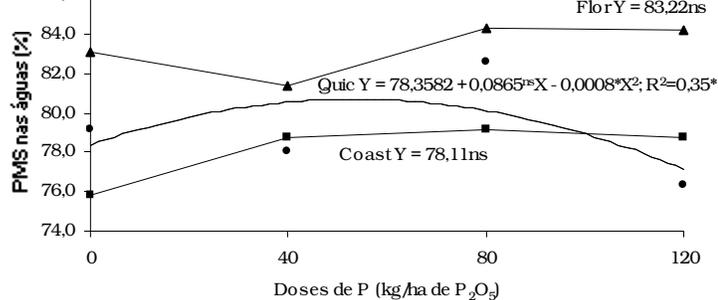


Figura 7 – Distribuição porcentual da produção de MS na estação das águas das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic) em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

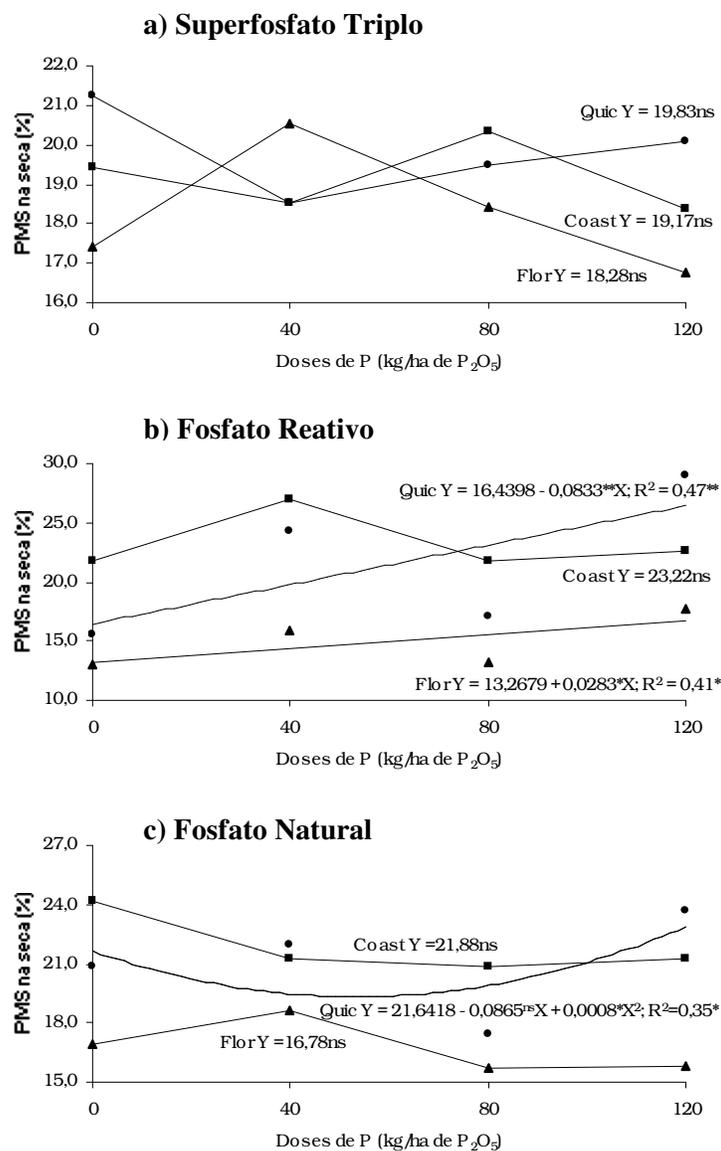


Figura 8 – Distribuição porcentual da produção de MS na estação seca das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic) em função das doses de P, nas fontes [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

Tabela 5- Valores médios da distribuição porcentual da produção de MS na estação seca das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu no primeiro e segundo anos de avaliação em função das fontes e doses de P.

		Produção de MS na Seca* (%)					
		ANO 1			ANO 2		
Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	19,41aB	17,42aA	21,25aA	31,52aA	19,29bC	17,55bB
	FR	21,70aAB	13,08bB	15,47bB	31,07bA	23,85cB	37,55aA
	FN	24,20aA	16,94bAB	20,81abA	26,87aB	31,22aA	11,76bC
40	ST	18,51aB	20,55aA	18,54aB	28,79bB	32,16aA	22,43cA
	FR	26,94aA	15,89bB	24,21aA	33,33aA	26,90bB	14,69cB
	FN	21,22aB	18,66bAB	21,98aAB	36,33aA	18,56bC	18,19bB
80	ST	20,36aA	18,42aA	19,46aA	32,53aAB	23,08bA	20,55cB
	FR	21,69aA	13,12cB	17,13bA	35,85aA	24,02bA	35,82aA
	FN	20,83aA	15,73bAB	17,38abA	31,48aB	22,66bA	19,44cB
120	ST	18,39aB	16,75aA	20,08aB	40,42aA	29,59bA	28,77bB
	FR	22,54bA	17,79cA	28,93aA	43,97aA	31,79bA	29,67bB
	FN	21,28aAB	15,79bA	23,72aB	34,44aB	33,18aA	38,26aA
Média		21,42a	16,68b	20,75a	33,88a	26,36b	23,71b

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada ano, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05), no ANO 1 e (P<0,01), no ANO 2.

* Produção de MS referente ao período compreendido de abril a setembro/outubro de cada ano.

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No segundo ano, em que as fontes de P exerceram influência mais expressiva sobre a distribuição porcentual da produção, verificou-se que independentemente das gramíneas e doses de P, o ST e o FN proporcionaram maior concentração da produção nas águas e o FR, na seca, com valores médios de 72,77 e 27,22%, 69,3 e 30,7% e 73,96 e 26,03% para as fontes ST, FR e FN, nas águas e seca, respectivamente. Entretanto, estes resultados foram afetados pelas doses de P em função das gramíneas (Figuras 9 e 10).

Na estação das águas (Figura 9), o capim-coastcross apresentou produção máxima nas águas de 70,82 e 68,67 % nas doses de 36,23 e 3,83 kg/ha de P₂O₅ do ST e FR, respectivamente, e aumentou na produção de MS de forma quadrática quando fertilizado com o FN a partir da dose 81,71 (65,21%) kg/ha de P₂O₅, dose esta bastante superior às verificadas para as fontes de P mais solúveis. Por outro lado, observou-se, para o capim-florona, que a fonte FN foi mais eficiente em aumentar a produção de MS que o ST, uma vez que, enquanto

foi necessária uma dose de 56,86 kg/ha de P_2O_5 do FN para permitir uma concentração da produção nas águas de 80,9 %, o uso de 120 kg/ha de P_2O_5 do ST permitiu apenas 70,94 %. Da mesma forma aconteceu com o capim-quicuiu, em que a fonte FN foi mais eficiente em aumentar a produção nas águas em detrimento da seca, observando-se valores de 75,8 e 89,81 % nas doses 61,08 e 34,71 kg/ha de P_2O_5 para o FR e FN, respectivamente, isto é, uma melhor distribuição da produção ao longo do ano foi favorecida pela adubação com o FR, provavelmente por proporcionar um fornecimento mais contínuo de P no decorrer do ano.

Na época seca (Figura 10), a produção de MS do capim-coastcross aumentou de forma quadrática a partir das doses 36,23 (29,18%) e 3,83 (31,33%) kg/ha de P_2O_5 , chegando a 41,11 e 43,47 % na dose máxima de 120 kg/ha de P_2O_5 de ST e FR, respectivamente, e apresentou produção máxima na seca de 34,79 % na dose de 81,71 kg/ha de P_2O_5 do FN. Já o capim-florona teve produção máxima de 24,67 % na dose de 96,55 kg/ha de P_2O_5 na forma de ST, aumento linear com a elevação das doses de P do FR e incremento quadrático a partir da dose de 56,86 (19,06%) kg/ha de P_2O_5 do FN. Para o capim-quicuiu observou-se aumento linear da produção de MS na seca com o ST e aumento quadrático a partir das doses 61,08 (24,2%) e 34,71 (10,19%) kg/ha de P_2O_5 com FR e FN, atingindo 32,01 e 35,64% na dose de P máxima, respectivamente.

No entanto, vale ressaltar que na época seca há um acentuado déficit hídrico, paralisando, praticamente, a absorção de P, pois de acordo com Novais & Smith (1999), o mecanismo de transporte do P da solução do solo até as raízes, para ser absorvido pela planta, é a difusão, que é totalmente dependente da umidade do solo. Nestes períodos, segundo Bielecki & Ferguson (1983), em situações como estas, que restringem a absorção de P, a planta tem em seu conteúdo de Pi vacuolar uma reserva de P capaz de ser mobilizada para manter seu ritmo metabólico de crescimento.

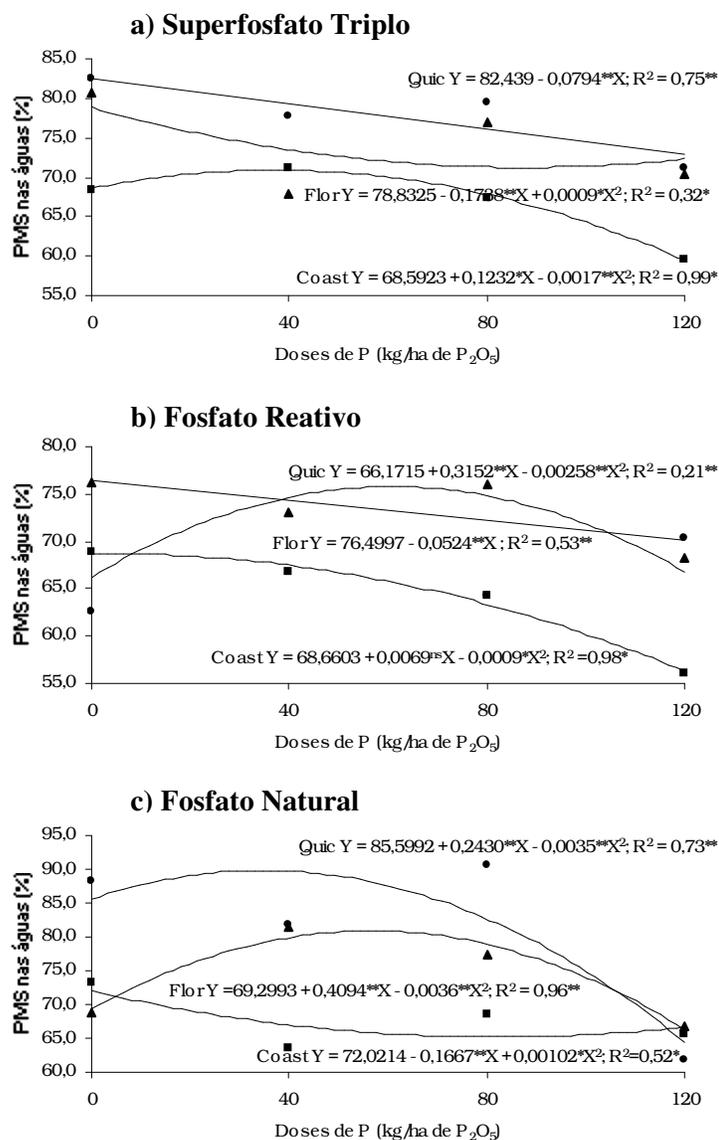


Figura 9 – Distribuição porcentual da produção de MS na estação das águas das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic) em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural (FN)] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

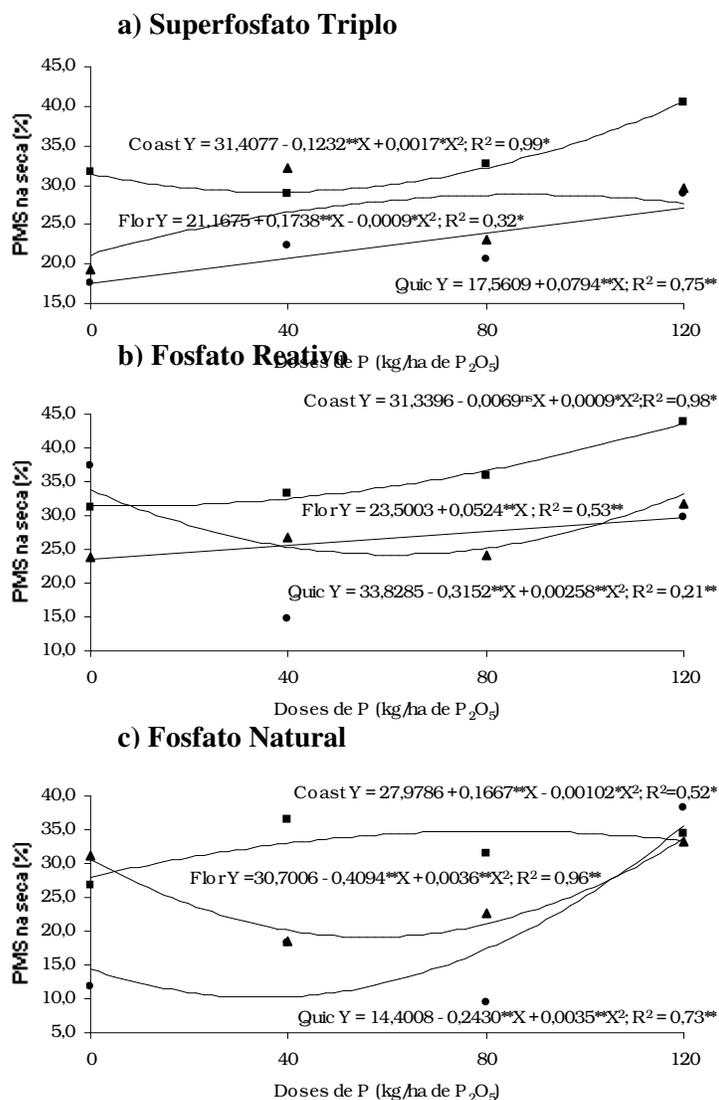


Figura 10 – Distribuição porcentual da produção de MS na estação seca das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic) em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

Em síntese, tem-se que as gramíneas do gênero *Cynodon* (capim-coastcross e capim-florona) mostraram-se mais produtivas que o capim-quicuío, sendo o capim-coastcross o mais produtivo tanto nas águas como na seca e, conseqüentemente, anualmente, ficando a diferença em torno de 4 t/ha de MS entre este e o capim-florona, o que daria para alimentar 1UA/ha. Por outro lado, o capim-quicuío chegou a produzir cerca de 25 a 50% do atingindo por aquelas gramíneas. Isto porque o capim-quicuío apresenta características intrínsecas da espécie, tais como exigências nutricionais e ambientais, bem como características morfofisiológicas diferentes daquelas próprias para os capins Coastcross e o Florona. E quanto às fontes de P, as mais reativas (ST e FR) foram as que proporcionaram maiores produções em relação ao FN. Por outro lado, as doses de P mostraram-se insuficientes para atender o potencial máximo das gramíneas, pois, na maioria das situações, apresentam resposta linear.

3.2 Altura de Plantas

No primeiro ano, a altura das plantas (AP) variou significativamente ($P < 0,05$) entre as gramíneas estudadas, não sendo afetada pela adubação fosfatada. Já no segundo ano, a altura foi significativamente influenciada pelas fontes e doses de P (Tabela 8A). Observou-se que o capim-coastcross e o capim-florona apresentaram alturas semelhantes, 42,8 e 43,9 cm, respectivamente, todavia com valores superiores ao do capim-quicuío, com 31,3 cm (Tabela 6). Verifica-se que as gramíneas com maiores alturas são as mesmas que apresentam as maiores produções, havendo, portanto, uma correlação estreita entre estas variáveis. A altura encontrada para o capim-quicuío, neste estudo, está dentro do intervalo de 30-70 cm citado por Quinlan et al. (1975). No

entanto, os valores encontrados para as gramíneas do gênero *Cynodon* estão bem abaixo dos 60 cm obtidos por Oliveira (1999) em capim-tifton 85.

Oliveira (1999) observou, em capim-tifton 85, correlação linear positiva da altura da planta com a produção de MS ($r = 0,78$). De fato, vários trabalhos têm mostrado que o rendimento de MS está bastante relacionado com a altura do dossel na época de corte (Azevedo et al., 1986; Souza Filho, 1987; Mesquita et al., 2003).

Tabela 6 – Valores médios da altura de plantas (AP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de idade, no primeiro ano de avaliação.

Gramíneas	AP (cm)
Coastcross	42,83A
Florona	43,98A
Quicuío	31,26B

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Independentemente das gramíneas e doses de P, observou-se que o ST proporcionou maior altura de plantas seguido do FR e FN, observando-se valores médios de 45,5, 42,8 e 41,8 cm, respectivamente (Tabela 7). Isto ocorreu em virtude da já comentada liberação mais rápida do P para ser absorvido pelas plantas (Barrow, 1980).

Na Figura 11, verifica-se um aumento linear na altura das gramíneas com as doses de P. Este comportamento revela, no entanto, que as doses de P pré-definidas foram insuficientes para atender a demanda da planta, proporcionando crescimento vigoroso. Entretanto, Mesquita et al. (2003) observaram resposta quadrática para as gramíneas Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) e setária (*Setaria anceps* cv. Kazungula).

Tabela 7 – Valores médios da altura de plantas (AP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu aos 35 dias de idade, no primeiro ano de avaliação, em função das fontes de P.

Fontes de P	AP (cm)
Superfosfato Triplo	45,47A
Fosfato Reativo	42,83AB
Fosfato Natural	41,78B

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

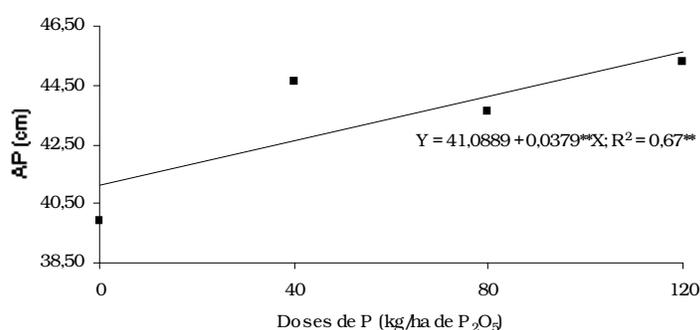


Figura 11 – Altura de planta (AP) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, no segundo ano de avaliação. ** significativo a 1%.

3.3 Fibra em Detergente Neutro

No primeiro ano de avaliação os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram influenciados significativamente pelas gramíneas (G), doses de P (DP) e pelas interações DPxG e DPxfontes de P (FP)xG no primeiro corte, pelas gramíneas no corte 3, entretanto, não foram afetados nos cortes 2 e da seca. No segundo ano, apenas no corte 3 observou-se que as gramíneas diferiram entre si quanto aos teores de FDN (Tabela 9A).

Observou-se que não houve ajustes de equações em função das doses de P, sendo apresentados apenas os valores médios, não se verificando diferença significativa nos teores de FDN entre as doses de P (Tabela 8 e Figura 12). No

entanto, para o capim-florona adubado com o fosfato reativo (FR) e para o capim-quicuío adubado com o fosfato natural (FN) observou-se redução linear com as doses de P. O mesmo não foi verificado por Santos, I.P.A. (1999), que trabalhando com braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. MG-4), observou aumento nos teores de FDN com as doses de P.

Tabela 8 – Valores médios dos teores de FDN na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte do primeiro ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de FDN (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	81,26aA	73,16bB	74,05bA
	FR	79,70aA	78,96aA	70,83bA
	FN	79,55aA	77,22abAB	72,87bA
40	ST	78,18aA	78,14aA	71,04bB
	FR	76,45aA	76,40aA	74,11aAB
	FN	74,67aA	76,79aA	77,83aA
80	ST	79,15aA	74,92abA	71,12bA
	FR	78,11aA	75,87abA	71,02bA
	FN	76,98aA	74,71aA	67,44bA
120	ST	78,61aA	75,05aA	74,03aA
	FR	76,03aA	74,53aA	71,19aAB
	FN	77,51aA	75,78aA	68,04bB

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

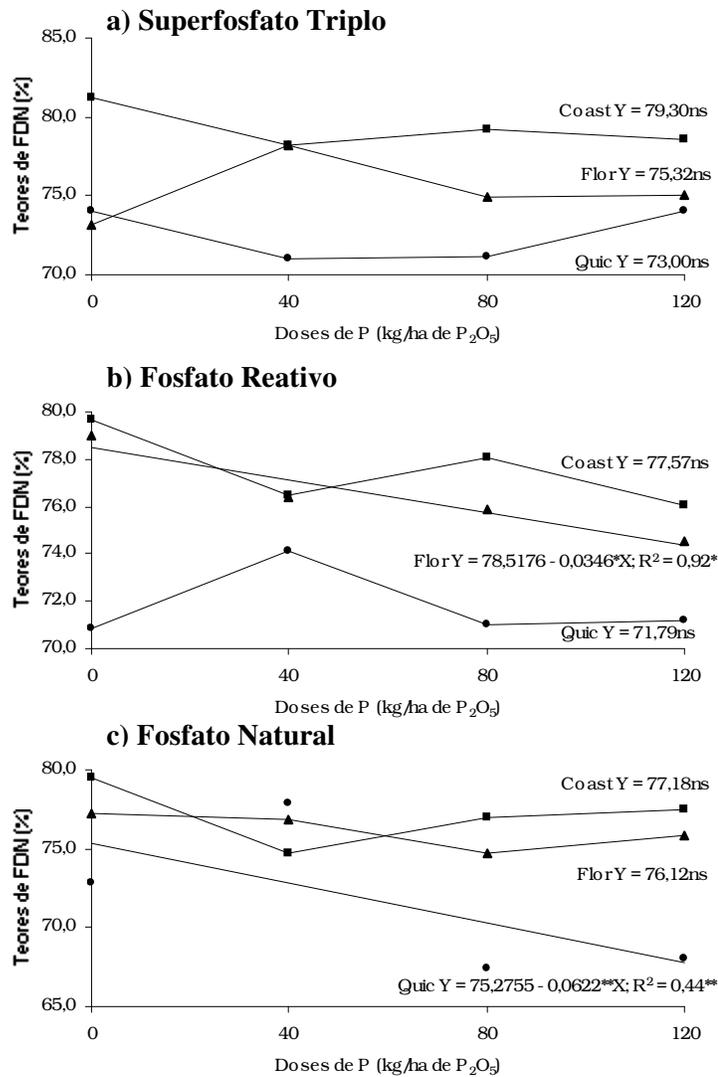


Figura 12 – Teores de FDN na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro corte e ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Nos cortes 1 e 3 do primeiro ano observou-se que os teores de FDN do capim-quicuío foram significativamente menores que do capim-coastcross e capim-florona, que se mostraram semelhantes entre si, observando-se valores médios de 71,96 e 70,36%, 78,02 e 78,19%, 75,96 e 76,25%, respectivamente, (Tabela 9). Provavelmente o capim-quicuío apresentou menores teores de FDN em decorrência de sua maior relação folha/caule. Por outro lado, no segundo ano, no corte 3, o capim-quicuío e o capim-florona apresentaram teores menores que o capim-coastcross e semelhantes entre si, verificando-se valores médios de 72,05, 71,46 e 75,95, respectivamente.

Os teores médios de FDN encontrados neste ensaio para o capim-coastcross, aos 35 dias de rebrota, foram semelhantes aos 74,16 e 71,46% encontrados por Cecato et al. (2001) para os cortes 1 e 3, realizados também aos 35 dias de rebrota. No entanto, os valores encontrados para o capim-quicuío estão superiores aos 60,25% observados por Reeves et al. (1996). Para o capim-florona, Gomide (1996) também encontrou valores elevados, de 72,7 e 72,2% aos 28 e 42 dias de rebrota.

No corte realizado ao final da época seca não houve diferença entre as gramíneas, observando-se, no entanto, valores acima daqueles encontrados para os cortes feitos na época das águas. Isto ocorreu em razão da maturidade das plantas, pois enquanto no período das águas as mesmas foram cortadas em um intervalo de corte de 35 dias, na seca o corte se deu após cerca de 6 meses de idade. Vários trabalhos têm mostrado aumento nos teores de fibras (FDN e FDA) com queda da digestibilidade com a maturidade da planta (Herreira & Hernandez, 1988; Palhano, 1990; Gomide, 1996; Campos, 1998; Ribeiro et al., 1998; Castro et al., 1998; Oliveira, 1999; Oliveira, 2002).

Tabela 9 – Valores médios dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu em dois anos sucessivos.

Gramínea	FDN (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	78,02A	70,96A	78,19A	82,42A	77,40A	78,23A	75,95A
Florona	75,96AB	67,71A	76,25AB	79,73A	74,67A	75,76A	71,46B
Quicuiu	71,96B	72,66A	70,36B	79,85A	74,39A	73,54A	72,05B

Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Segundo Van Soest (1965), o teor de FDN constitui o componente bromatológico do volumoso que possui correlação mais estreita com o consumo, sendo que valores acima de 55 a 60% correlacionam-se negativamente com o consumo da forragem. Embora elevados, os teores médios determinados para essas gramíneas encontram-se dentro da média normalmente registrada para gramíneas forrageiras de clima tropical que, por se desenvolverem sob condições de alta temperatura, aumentam rapidamente os seus constituintes da parede celular (Van Soest, 1994), o que pode provocar limitação no consumo.

3.4 Fibra em Detergente Ácido

No primeiro ano de avaliação, os teores de fibra em detergente ácido (FDA) foram significativamente afetados pela interação doses de P(DP) x gramíneas (G), no primeiro corte, e pelas G no corte 3 e no da seca; no segundo ano, observou-se efeito de G e da interação DP x FP x G no corte 1 e apenas das G nos cortes 2 e 3 (Tabela 10A).

Os teores de FDA do capim-coastcross foram superiores aos do capim-florona e capim-quicuiu, que se mostraram semelhantes entre si no corte da seca do primeiro ano e dos três cortes do ano 2; porém, no terceiro corte do ano 1, os capins Coastcross e Florona apresentaram teores de FDA superiores ao capim-quicuiu, embora semelhantes entre si (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu em dois anos sucessivos.

Gramínea	Teores de FDA (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	31,20A	33,32A	36,79A	37,47A	35,24A	37,54 ^A	31,96 ^A
Florona	26,69A	32,27A	36,07A	35,75AB	32,19B	29,04B	29,04B
Quicuiu	26,02A	33,16A	31,03B	32,04B	31,39B	32,59B	27,91B

Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).
¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Os valores encontrados para o capim-coastcross são ligeiramente inferiores aos verificados por Cecato et al. (2001), que variaram, em função do corte, de 36,83 a 39,13%, e para o capim-florona, inferiores aos encontrados por Gomide (1996), de 35,6 e 38,0% aos 28 e 42 dias, respectivamente. Por outro lado, os valores de FDA encontrados para o capim-quicuiu estão bem acima dos 23,0% observados por Reeves et al. (1996).

No primeiro corte e ano, observou-se que apesar da interação DPxG ser significativa, ao se proceder o desdobramento, verificou-se que não houve ajuste significativo de equações para as gramíneas pois os resultados não apresentaram um comportamento definido em função das doses de P, observando-se que apenas na dose de 40,0 kg/ha de P₂O₅ as gramíneas não diferiram quanto aos teores de FDA (Tabela 11 e Figura 13).

Tabela 11 – Valores médios dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte e ano, em função das doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Teores de FDA (%)		
	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	32,27a	29,33ab	26,01b
40	29,45a	27,04a	27,58a
80	32,02a	29,37ab	24,97b
120	31,05a	29,01ab	25,52b

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

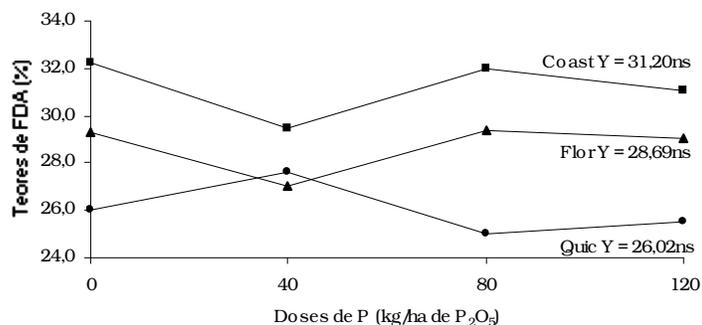


Figura 13 – Teores de FDA na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte e ano, em função das doses de P. ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

No primeiro corte do segundo ano houve apenas diferença entre as fontes de P nas doses 40 e 120 kg/ha de P₂O₅ para o capim-florona, verificando-se que, na dose 40 kg/ha de P₂O₅, as fontes menos reativas (FR e FN), em relação ao ST, proporcionaram menores teores de FDA, observando-se valores de 30,15 e 31,50% para as fontes FN e FR, respectivamente; na dose de 120 kg/ha de P₂O₅, o FR proporcionou um teor de 29,07% de FDA (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte do segundo ano de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de FDA (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	35,38aA	31,48bA	30,71cA
	FR	34,44aA	32,94abA	30,66bA
	FN	34,18aA	31,78aA	31,26aA
40	ST	35,13aA	34,04abA	31,80bA
	FR	35,29aA	31,50bAB	31,60bA
	FN	35,80aA	30,15bB	31,27bA
80	ST	33,65aA	32,77aA	32,34aA
	FR	34,91aA	32,24abA	31,89bA
	FN	36,24aA	33,65aA	30,34bA
120	ST	35,49aA	33,83aA	33,37aA
	FR	36,10aA	29,07bB	30,93bA
	FN	36,26aA	33,22bA	30,88bA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Os teores de FDA do capim-coastcross não variaram em função das doses de P nas fontes estudadas. Entretanto, para o capim-quicuiu, os teores de FDA aumentaram linearmente com as doses de P na forma de ST, o mesmo ocorrendo com o capim-florona adubado com FN (Figura 14). Por outro lado, observou-se redução linear na FDA deste com o FR em função das doses de P.

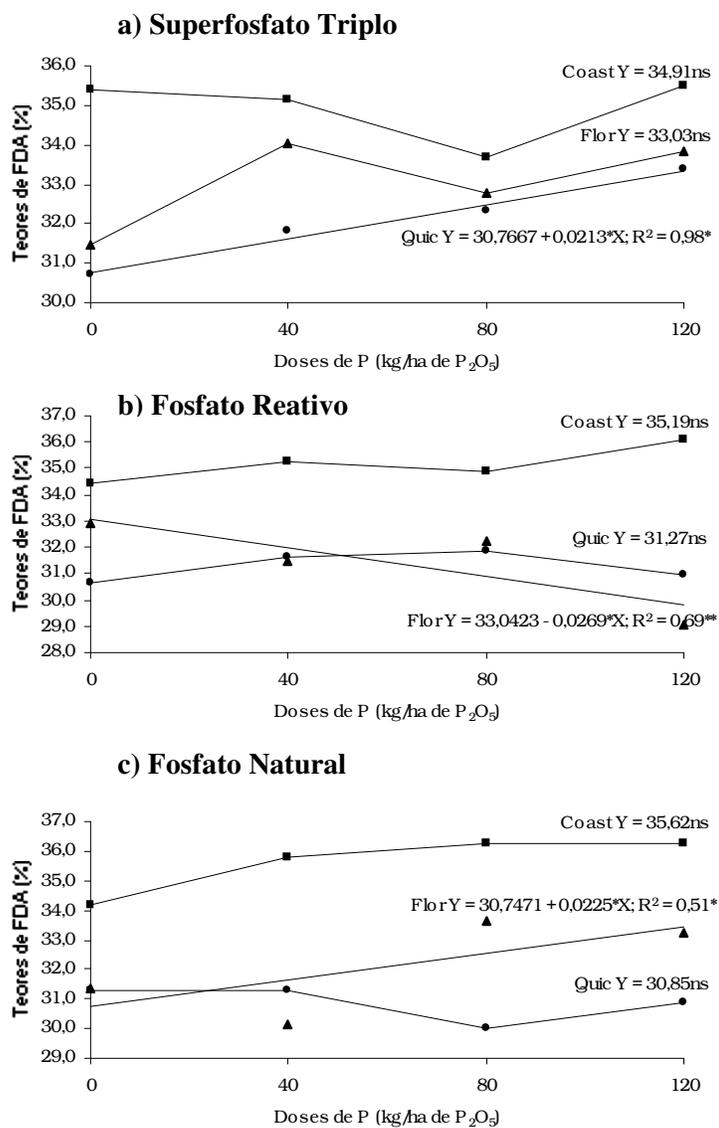


Figura 14 – Teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicúio (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro corte do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.5 Digestibilidade *in vitro* da MS

Quanto aos valores de coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), observou-se efeito das gramíneas (G) no corte 2 do ano 1 e nos cortes 1, 2 e 3 do segundo ano. Neste, também foram verificados efeitos da interação DPxFP no corte 2 e das interações DPxG e DPxFP no corte 3 (Tabela 11A).

No geral, o capim-coastcross e o capim-florona apresentaram digestibilidades superiores às encontradas para o capim-quicuiu (Tabela 13). Entretanto, estas mesmas gramíneas foram as que apresentaram maiores teores de FDN e FDA, o que evidenciaria queda na DIVMS (Tabelas 9 e 10). Oliveira (2002) também observou altos valores de digestibilidade para o capim-coastcross, que variaram de 64,2 a 74,5% em função da idade e doses de N. Segundo o autor, a alta DIVMS do capim-coastcross justifica-se pelo fato de que a digestibilidade *in situ* da MS foi utilizada como critério de seleção desse genótipo em um programa de melhoramento conduzido por Burton et al. (1967).

No entanto, Cecato et al. (2001), apesar de também terem encontrado valores elevados de FDN (74,16%) e FDA (39,13%) para o capim-coastcross, verificaram menor valor de digestibilidade (63,36%) em relação aos outros cultivares de *Cynodon* avaliados. Por outro lado, para o capim-quicuiu, apesar de apresentar menores constituintes da parede celular (FDN e FDA), observou-se menor DIVMS, principalmente no segundo ano de avaliação. Diferentemente dos valores obtidos neste ensaio, Reeves et al. (1996) encontraram um valor em torno de 73%. Segundo Quinlan et al. (1975), a DIVMS do capim-quicuiu varia de 60 – 70% e decresce mais lentamente quando comparado com outras gramíneas tropicais.

No período da seca as gramíneas, por apresentarem elevados teores de FDN e FDA, mostraram menor digestibilidade, observando-se valor médio de 44,91%, isto em decorrência da avançada idade das mesmas, que estavam com

cerca de seis meses, o que, com certeza, favoreceu também o incremento nos teores de lignina. Oliveira (1999) observou mais forte associação dos coeficientes de DIVMS com a lignina ($r = -0,84$) e da FDA ($r = -0,93$) do que com a FDN ($r = -0,81$).

Tabela 13 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuio em dois anos sucessivos.

Gramínea	DIVMS (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	68,28A	61,35A	69,06A	45,30A	59,18A	63,29A	65,15A
Florona	65,44AB	59,85A	70,26A	45,01A	61,90A	59,40A	66,43A
Quicuio	59,89B	46,99B	62,93A	44,41A	52,30B	51,40B	55,81B

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Do ponto de vista da nutrição animal, Hamilton et al. (1970) relataram que valores acima de 65% para DIVMS são indicativos de bom valor nutritivo, o que permite bom consumo de energia digestível. Apesar de os valores encontrados para as gramíneas estudadas não estarem tão acima deste valor preconizado, os mesmos foram superiores à média observada para gramíneas tropicais, da ordem de 55% (Minson, 1990; Van Soest, 1994).

Na Tabela 14 e Figura 15, em que estão apresentados os resultados do desdobramento da interação DPxFP sobre a DIVMS nos cortes 2 e 3 do segundo ano de avaliação, verifica-se que no corte 2 não houve diferença entre as fontes em função das doses de P, exceto em 80 kg/ha de P₂O₅ na forma de ST, também não havendo ajustes significativos de equações, mostrando que na realidade a DIVMS não diferiu entre as doses de P.

Por outro lado, no corte 3 observou-se redução linear da DIVMS com as doses de P das fontes ST e FN, efeito este desfavorável para a qualidade da forragem. Neste mesmo corte também se verificou efeito significativo da

interação DPxG na DIVMS e o desdobramento da mesma está apresentado na Tabela 15 e na Figura 16; na qual se observa que a DIVMS do capim-coastcross aumentou de forma quadrática a partir da dose 67,0 kg/ha de P₂O₅ com valor mínimo de 61,0%, chegando a 63,93% na dose máxima estudada.

Tabela 14 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no segundo e terceiro cortes do segundo ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	DIVMS (%)					
	Corte 2			Corte 3		
	ST ¹	FR	FN	ST	FR	FN
0	56,76a	58,14a	57,74a	65,46a	60,71b	63,53ab
40	59,05a	57,35a	58,00a	59,06b	61,53ab	63,53a
80	54,69b	60,40a	58,83a	62,85a	62,85a	59,43a
120	59,20a	57,64a	58,56a	59,63a	61,57a	61,52a

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

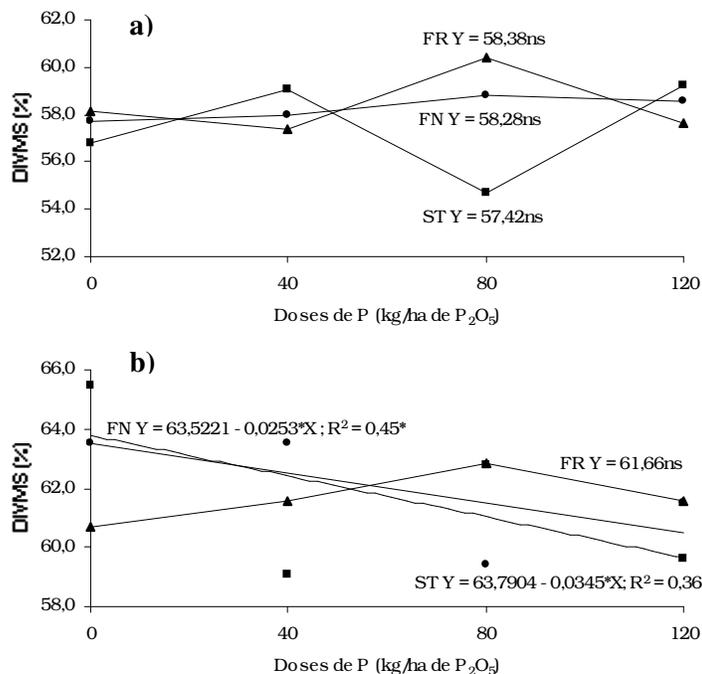


Figura 15 – Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses e fontes de P (ST- Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural) no segundo (a) e terceiro (b) cortes do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Tabela 15 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no terceiro corte do segundo ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	DIVMS (%)		
	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	65,49a	67,02a	57,18b
40	62,48a	66,02a	55,61b
80	60,46b	68,24a	56,32b
120	64,16a	64,42a	54,13b

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

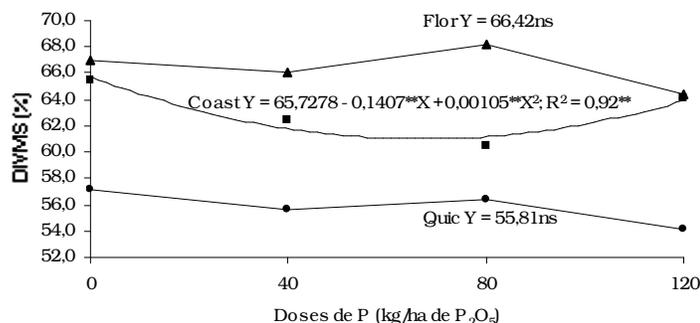


Figura 16 – Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuí (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, no terceiro corte do segundo ano de avaliação. ** significativo a 1%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

Com base nos resultados deste experimento não foi possível chegar a uma definição conclusiva quanto ao efeito da adubação fosfatada nos teores de FDN e FDA e coeficientes de DIVMS, pois ora observou-se aumento, ora redução e ora não houve efeito das doses de P. Além disso, a notória escassez de dados nesta linha de pesquisa limitou bastante a discussão dos resultados obtidos neste ensaio. A justificativa para se realizarem estas avaliações foi decorrente do pressuposto de que como o P promove a precocidade de produção (Morikawa, 1993), acelerando, conseqüentemente, o processo de maturação fisiológica da planta, isto proporcionaria o aumento nos teores de fibras (Van Soest, 1994), o que reduziria a DIVMS, prejudicando a qualidade da forragem. No entanto, os resultados são conflitantes.

3.6 Composição Mineral

3.6.1 Nitrogênio

Os teores de N, no primeiro ano, foram influenciados significativamente no segundo corte pela interação DPxFPxG; no terceiro corte, pelas gramíneas (G), fontes de P (FP), doses de P (DP) e pela interação DPxG; no corte da seca pelas G, FP, DP e pela interação DPxFP. No segundo ano, os teores de N foram afetados tanto no segundo como no terceiro cortes pelas G e FP (Tabela 12A).

No geral, o capim-quicuío apresentou maiores teores de N na MS em relação ao capim-coastcross e ao capim-florona, observando-se valores médios variando de 1,38 a 3,53%, 1,36 a 3,02% e 1,36 a 2,97%, os quais, ao serem multiplicados por 6,25, segundo Horwitz (1975), forneceriam 8,62 a 22,1%, 8,5 a 18,9% e 8,5 a 18,56% de PB na MS, na época da seca e das águas, respectivamente (Tabela 16). Vale ressaltar que esta diferença no teor de N entre seca e águas está mais relacionada, entre outros fatores, com a maturidade da planta, uma vez que o intervalo de corte adotado no período das águas foi de apenas 35 dias e, na seca, cerca de 180 dias (abril-outubro). Mesmo assim, a forragem produzida neste período apresentou teores de PB superiores aos 7% considerados por Bogdan (1977) suficientes para manutenção da microbiota ruminal.

Tabela 16 – Valores médios dos teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío em dois anos sucessivos.

Gramínea	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	2,94A	2,80A	3,02B	1,36B	2,41A	2,17B	2,29B
Florona	2,95A	2,86A	2,97B	1,36B	2,85A	2,27AB	2,52AB
Quicuío	3,16A	2,57A	3,53A	1,38A	2,56A	2,59A	2,75A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Soares Filho (2002), ao avaliar dez gramíneas forrageiras na região Noroeste de São Paulo, dentre elas o capim-coastcross e o capim-florona, encontrou valores de PB variando de 9,1-19,9% e 10,5-19,6%, e 8,5-13,3% e 9,8-12,9% para as estações das águas e seca, respectivamente. Segundo Mitidieri (1983), o teor de PB do capim-quicuiu pode variar de 10,8 a 25%, sendo, portanto, considerada uma das gramíneas mais ricas em proteína, o que a levou, segundo Assef (2001), a ser comparada, em qualidade, com a alfafa (*Medicago sativa*).

Quanto às fontes de P, observou-se que no corte da seca, do primeiro ano, e nos cortes 2 e 3 do segundo ano, o ST proporcionou menor teor de N na MS das gramíneas (Tabela 17).

Tabela 17 – Valores médios dos teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu nos dois anos sucessivos, em função das fontes de P.

Fontes de P	Teores de N (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
ST	3,02A	2,70A	3,14A	1,33B	2,52A	2,26B	2,41B
FR	3,07A	2,78A	3,21A	1,39A	2,64A	2,47A	2,55A
FN	2,96A	2,75A	3,18A	1,38A	2,66A	2,30AB	2,60A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Na Tabela 18 e Figura 17 está apresentado o desdobramento da interação DPxFPxG que influenciou significativamente os teores de N no segundo corte do primeiro ano desse estudo. Observou-se que houve diferença entre as fontes de P utilizadas apenas para o capim-quicuiu na dose de 80 kg/ha de P₂O₅, verificando-se valores médios de 2,86, 2,54 e 2,45% para as fontes ST, FR e FN, respectivamente (Tabela 18). Houve somente ajuste de equação linear positiva em função das doses de P para o capim-florona quando adubado com

ST (Figura 17). Para os demais desdobramentos foram apresentados os valores médios, uma vez que não houve diferença no teor de N entre as doses aplicadas.

Andrew & Robins (1971) também observaram aumento no teor de N do capim-quicuío com as doses de P. Segundo Isepon (1987), isto pode ocorrer como resultado do efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento do sistema radicular da planta, o que favorecerá a maior absorção de nutrientes na medida em que aumenta a área de exploração. Novais et al. (1985) e Novais & Barros (1997) observaram que a absorção de N pelas plantas é restringida pela deficiência de P.

Tabela 18 – Valores médios dos teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, no segundo corte do primeiro ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de N (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	2,68aAB	2,62aA	2,50aAB
	FR	2,59aB	2,80aA	2,68aA
	FN	3,02aA	2,74aA	2,20bB
40	ST	2,57aA	2,92aA	2,48aA
	FR	2,89aA	2,88aA	2,68aA
	FN	2,93aA	2,76aA	2,72aA
80	ST	2,73aA	2,94aA	2,86aA
	FR	2,95aA	2,96aA	2,54aAB
	FN	2,89abA	2,96aA	2,45bB
120	ST	2,62abA	3,04aA	2,43bA
	FR	2,85aA	2,89aA	2,67aA
	FN	2,82aA	2,87aA	2,62aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

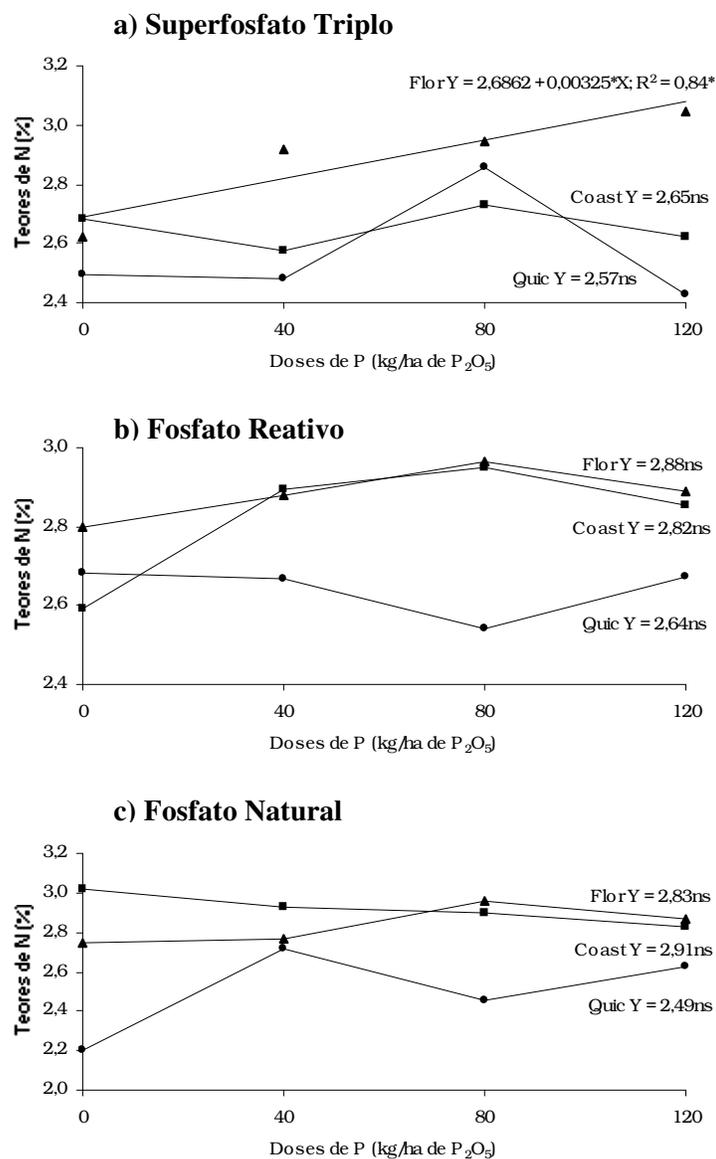


Figura 17 – Teores de N na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no segundo corte do primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

No terceiro corte do primeiro ano, o teor de N na MS do capim-quicuío aumentou de forma quadrática até um máximo de 3,66% de N na dose de 37,75 kg/ha de P₂O₅ (Tabela 19 e Figura 18). Por outro lado, os teores de N no capim-coastcross e capim-florona não variaram em função das doses de P. Na época seca, no entanto, foi a interação DPxFP que afetou os teores de N na MS das gramíneas (Tabela 20 e Figura 19), observando-se aumento quadrático de N para as fontes ST e FR, nas doses acima de 2,25 (1,23%) e 68,4 (1,31%) kg/ha de P₂O₅, respectivamente (Figura 19). Verifica-se maior eficiência do ST em aumentar o teor de N, sendo necessário, nesta situação, a aplicação de uma dose de FR cerca de 30 vezes superior ao ST. Isto ocorre porque os fosfatos pouco reativos liberam o P mais lentamente, não atendendo de pronto a demanda da planta (Novais & Smith, 1999).

Tabela 19 – Valores médios dos teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, no terceiro corte do primeiro ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Teores de N (%)		
	Coastcross	Florona	Quicuío
0	3,08a	3,02b	3,62a
40	3,02b	2,98b	3,63a
80	2,92b	2,97b	3,57a
120	3,07ab	2,92b	2,89a

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

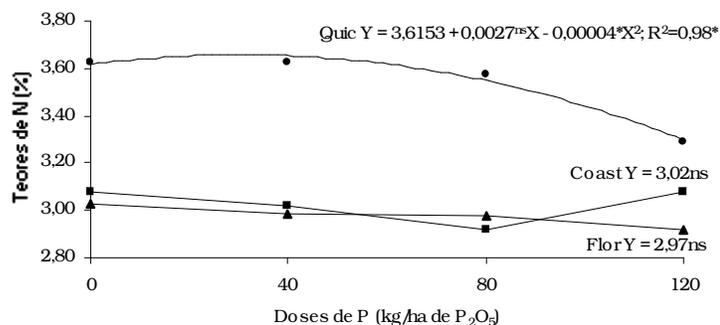


Figura 18 – Teores de N na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, no terceiro corte do primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Tabela 20 – Valores médios dos teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, na estação seca, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Teores de N (%)		
	ST ¹	FR	FN
0	1,21c	1,54a	1,37b
40	1,32a	1,33a	1,34a
80	1,28b	1,29b	1,45a
120	1,50a	1,38b	1,37b

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

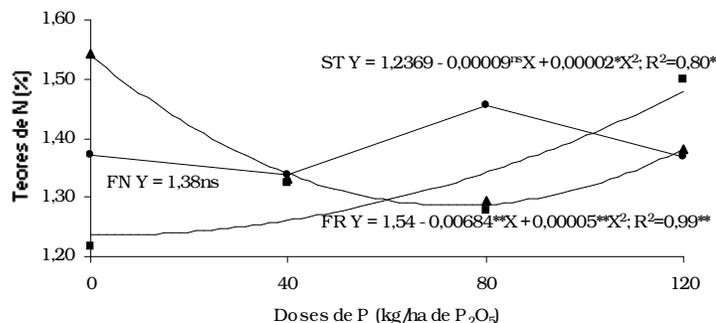


Figura 19 – Teores de N na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, em função das doses e fontes de P (ST- Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural) na estação seca. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.6.2 Fósforo

Pela análise de variância observou-se que o teor de P na MS da forragem foi afetado significativamente pelas gramíneas (G) nos cortes 2 e 3 do segundo ano; pelas fontes de P (FP) no corte 1 do primeiro e segundo anos; pelas doses de P (DP) nos três cortes dos dois anos; pelas interações FPxG e DPxFP nos dois primeiros cortes do primeiro e segundo anos, respectivamente, e pela interação DPxFPxG no corte 3 do primeiro ano e nos cortes 1 e 3 do segundo ano (Tabela 13 A).

Em todos os cortes do primeiro ano e no corte 1 do segundo ano não houve diferença entre os teores de P na MS do capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu, observando-se valores variando, na época das águas, de 0,19 a 0,34 %, e na seca, de 0,08 a 0,12 % (Tabela 21). Nos cortes 2 e 3 do segundo ano, no entanto, verificou-se que o capim-quicuiu apresentou teores de P

maiores que o capim-coastcross e o capim-florona, observando-se os valores 0,29 e 0,26%, 0,25 e 0,22% e 0,25 e 0,23%, respectivamente.

Embora estes valores estejam abaixo da exigência de vacas em lactação (0,34%) com 590 kg de PV, produzindo, em média, 20 kg/dia de leite, com consumo médio de 3,0% PV (NRC, 1988), estão acima dos exigidos para bovinos de corte (0,19%) de 454 kg PV consumindo cerca de 2,2% PV (NRC, 1984) e estão dentro da faixa de P requerido para o ótimo crescimento da planta, que, segundo Malavolta et al. (1997), varia de 0,1 a 0,5% na MS, dependendo da espécie e do órgão analisado.

Na época seca, não houve efeito no teor de P na MS das gramíneas dos fatores estudados, encontrando-se valores baixos, variando de 0,08 a 0,12%. Isto pode ser explicado pelas condições ambientais adversas, caracterizadas principalmente pelo déficit hídrico, uma vez que, segundo Novais & Smith (1999), nesta condição há uma paralisação do mecanismo de transporte do P da solução do solo para as raízes, a difusão, acarretando uma redução drástica do processo absorptivo do P pelas plantas. Além disso, pode-se acrescentar a idade avançada das plantas. Oliveira (1999) observou redução linear dos teores de P no capim-tifton 85 com a idade, variando de 0,98 a 0,39% dos 14 aos 70 dias de rebrota.

Tabela 21 – Valores médios dos teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu em dois anos sucessivos.

Gramínea	Teores de P (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	0,22A	0,24A	0,30A	0,08A	0,19A	0,25B	0,22B
Florona	0,23A	0,25A	0,30A	0,12A	0,19A	0,25B	0,23B
Quicuiu	0,23A	0,23A	0,34A	0,12A	0,20A	0,29A	0,26A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

No primeiro corte observa-se que somente para o capim-quicuiu houve diferença significativa no teor de P entre as fontes, em que o ST proporcionou maior teor de P quando comparado com o FR e FN, que foram semelhantes entre si, com valores de 0,25, 0,22 e 0,22%, respectivamente (Tabela 22). Por outro lado, no segundo corte, o capim-coastcross apresentou resposta diferente do capim-quicuiu, pois o maior teor de P ocorreu com o FR (0,26%) e FN (0,24%), em relação ao ST (0,21%). Nesta fonte o capim-florona exibiu o teor mais elevado de P (0,27%) em comparação com o capim-quicuiu (0,23%) e o capim-coastcross (0,21%) (Tabela 22).

Tabela 22 – Valores médios dos teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes de P nos cortes um e dois do primeiro ano de avaliação.

Gramínea	Teores de P (%)					
	Corte 1			Corte 2		
	ST ¹	FR	FN	ST	FR	FN
Coastcross	0,22aA	0,22aA	0,22aA	0,21bB	0,26aA	0,24aA
Florona	0,23aA	0,23aA	0,22aA	0,27aA	0,24aA	0,24aA
Quicuiu	0,25aA	0,22bA	0,22bA	0,23aAB	0,23aA	0,23aA

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas, nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Na Figura 20 observa-se, nos cortes 1 e 2 do primeiro ano, aumento linear nos teores de P com as doses de P para as gramíneas estudadas. Resposta semelhante também foi encontrada por Corrêa et al. (1996), Corrêa & Freitas (1997), Santos, I.P.A. (1999), Santos, H.Q. (1999) e Caramori (2000).

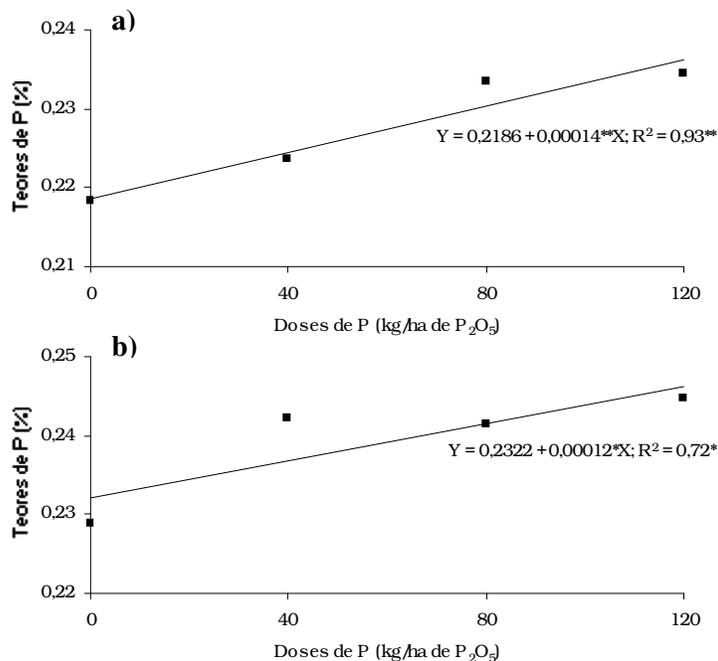


Figura 20 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P no primeiro **(a)** e segundo **(b)** cortes do primeiro ano. * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

Na Tabela 23 observa-se a inexistência de diferenças entre as fontes de P e gramíneas dentro das doses de P. Todavia, a Figura 21 mostra mais claramente o comportamento entre as doses de P, podendo-se observar que houve um aumento linear no teor de P para o capim-coastcross quando fertilizado com FR e para o capim-florona e capim-quicuío quando adubados com o FN, indicando que as doses testadas não foram suficientes para atender o potencial máximo das plantas. Resultado semelhante foi encontrado por Sasso et al. (2003) para o milho adubado com doses crescentes de P, até a dose máxima de 180 kg/ha de P₂O₅ como fosfato de Arad. As demais combinações não foram efetivas em gerar diferenças significativas entre as doses de P. Este aumento no teor de P no terceiro corte se justifica pelo efeito de concentração.

Tabela 23 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuí, aos 35 dias de rebrota, no terceiro corte do primeiro ano de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de P (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuí
0	ST	0,27aB	0,31aA	0,35aA
	FR	0,30aAB	0,30aA	0,35aA
	FN	0,34aA	0,27aA	0,32aA
40	ST	0,31aA	0,30aA	0,35aA
	FR	0,27aA	0,27aA	0,32aA
	FN	0,28aA	0,30aA	0,33aA
80	ST	0,30aA	0,31aA	0,33aA
	FR	0,31aA	0,29aA	0,35aA
	FN	0,32aA	0,31aA	0,35aA
120	ST	0,30aA	0,32aA	0,35aA
	FR	0,34aA	0,28aA	0,36aA
	FN	0,30aA	0,32aA	0,38aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

No segundo ano não se observou aumento nos teores de P na MS da parte aérea das gramíneas, pois como afirma Novais et al. (1982), nas forrageiras verifica-se que os níveis críticos de P no solo e na planta diminuem acentuadamente com a idade das plantas e, por isso, de acordo Barros et al. (1996), deve-se fazer uma adubação de implantação ou “arranque” e outra de manutenção da produtividade, suprindo adequadamente a demanda das plantas ao longo do seu ciclo e obtendo produções desejável e estável ao longo do ano.

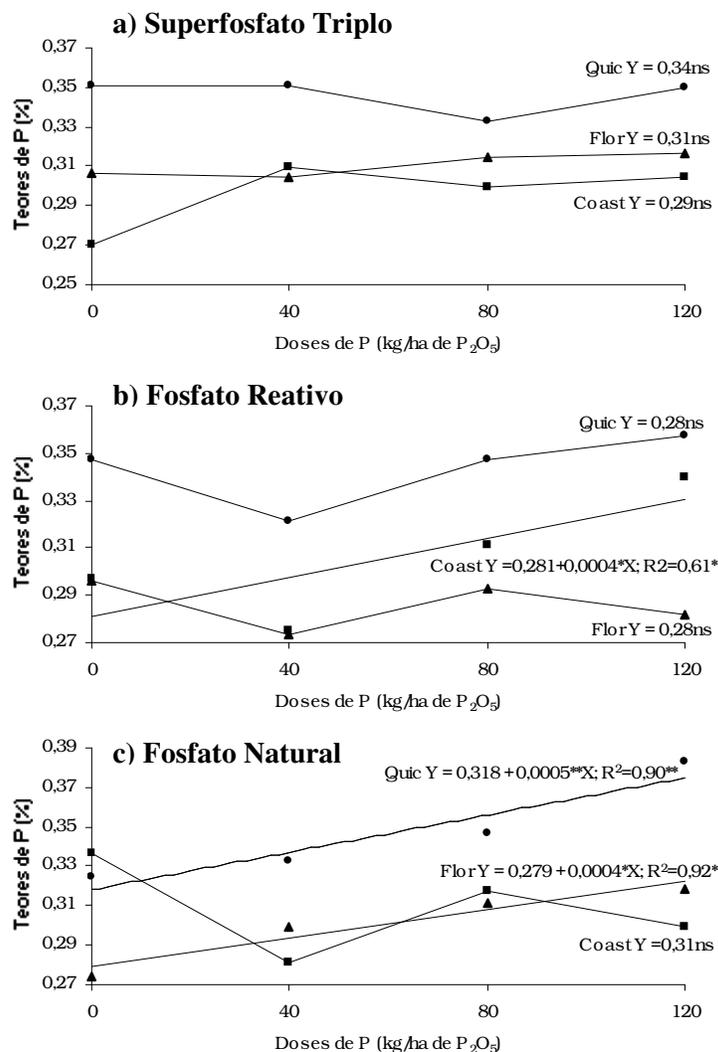


Figura 21 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no terceiro corte do primeiro ano de avaliação. * significativo a 5%; ns não significativo: equação representada pelo valor médio.

No geral, os teores de P aumentaram linearmente com as doses de P, embora com pequenos acréscimos (Tabela 24 e Figuras 22 e 23). Com exceção do capim-coastcross no corte 1 e do capim-quicuío no corte 3 do segundo ano, que apresentaram teores de P mínimo de 0,15 % na dose de 75 kg/ha de P₂O₅, na forma de FN, e máximos de 0,27% nas doses de 90 e 78,57 kg/ha de P₂O₅, nas formas de ST e FN, respectivamente, observou-se aumento linear no teor de P com as doses de P para as demais combinações.

Tabela 24 – Valores médios dos teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío, aos 35 dias de rebrota, no primeiro e terceiro cortes do segundo ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teor de P (%)					
		Corte 1			Corte 3		
		Coastcross	Florona	Quicuío	Coastcross	Florona	Quicuío
0	ST	0,12aB	0,19aA	0,21aA	0,18bA	0,23aA	0,26aA
	FR	0,16aAB	0,15aA	0,19aA	0,19aA	0,22aA	0,22aB
	FN	0,20aA	0,15aA	0,14aA	0,19bA	0,20abA	0,23aAB
40	ST	0,19aA	0,20aA	0,23aA	0,21bA	0,23abA	0,26aA
	FR	0,15aA	0,17aA	0,14aB	0,23aA	0,23aA	0,25aA
	FN	0,13aA	0,19aA	0,19aAB	0,20bA	0,22abA	0,26aA
80	ST	0,30aA	0,22aA	0,23aA	0,24aA	0,24aA	0,27aA
	FR	0,17aB	0,17aA	0,20aA	0,22bA	0,26aA	0,28aA
	FN	0,17aB	0,21aA	0,24aA	0,23bA	0,24abA	0,27aA
120	ST	0,26aA	0,24aA	0,25aA	0,23bA	0,26abA	0,27aB
	FR	0,21aA	0,19aA	0,16aB	0,24bA	0,24bA	0,31aA
	FN	0,18aA	0,25aA	0,24aA	0,23aA	0,25aA	0,31aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P), em cada corte, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05), para o Corte 1 e (P<0,01), para o corte 3. ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

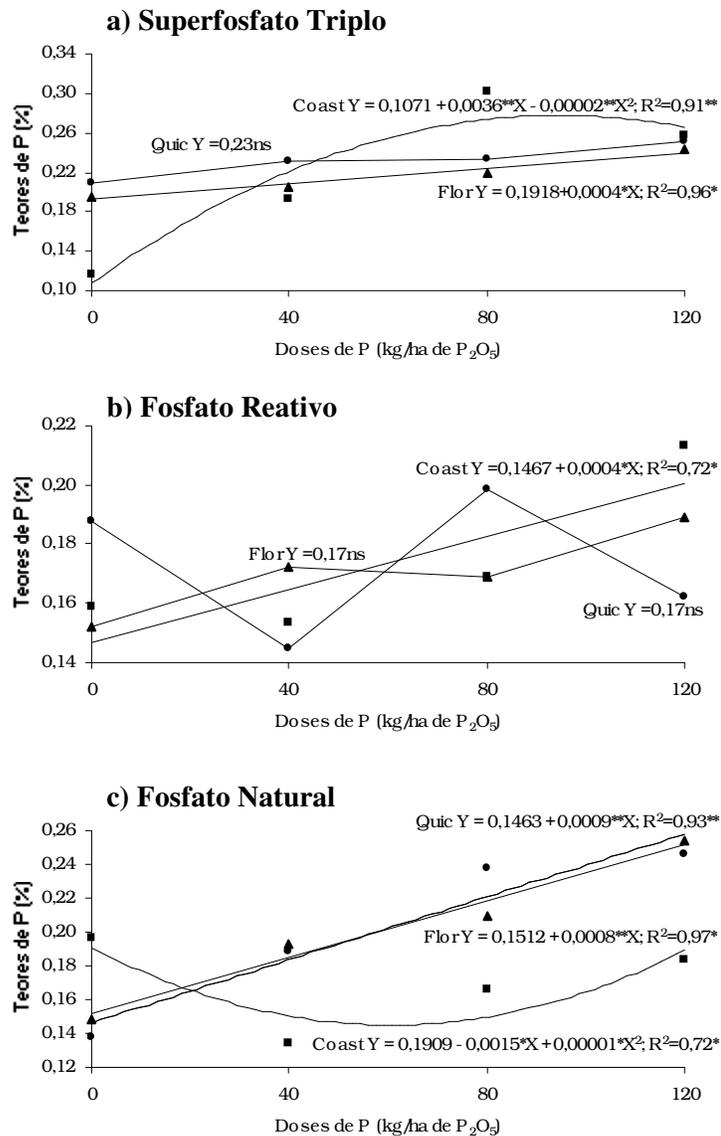


Figura 22 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro corte do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

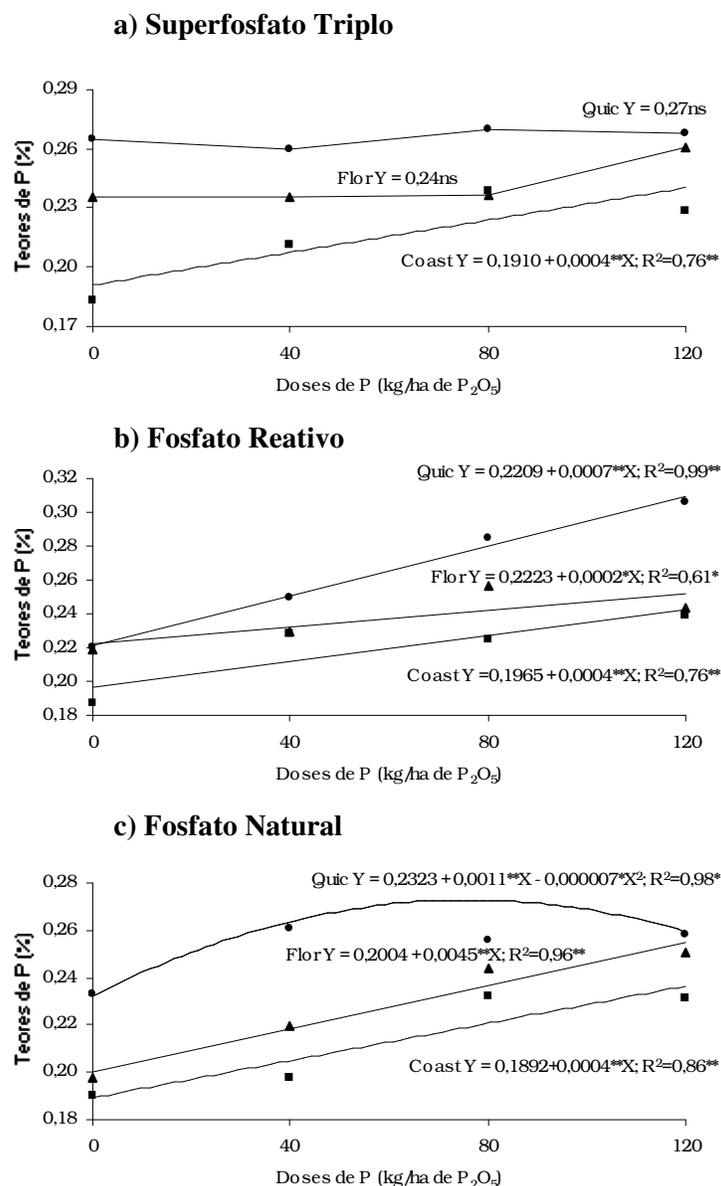


Figura 23 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no terceiro corte do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

No segundo corte e ano houve diferença entre as fontes apenas na dose mais elevada (120 kg/ha de P₂O₅), em que o FN proporcionou menor teor de P para as gramíneas, ao passo que as fontes ST e FR proporcionaram aumento linear no teor de P com as doses, observando um incremento de 0,0007 e 0,0004% de P para cada kg de P₂O₅ aplicado, respectivamente; assim, o ST mostrou-se mais eficiente em proporcionar aumento de P (Tabela 25 e Figura 24).

Tabela 25 – Valores médios dos teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no segundo corte e ano de avaliação, em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Teores de P (%)		
	ST ¹	FR	FN
0	0,22a	0,24a	0,25a
40	0,25a	0,26a	0,26a
80	0,27a	0,27a	0,27a
120	0,31a	0,29ab	0,27b

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

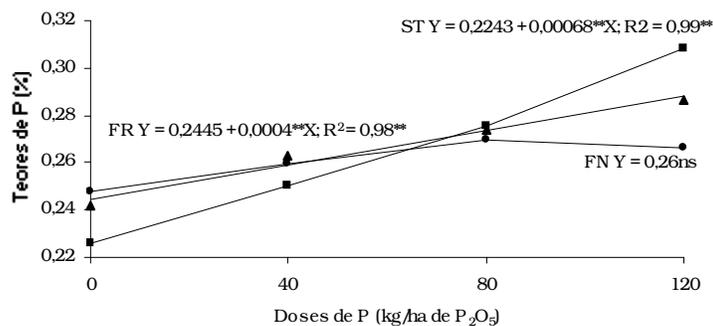


Figura 24 – Teores de P na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses e fontes de P (ST- Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural) no segundo corte e ano de avaliação. ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.6.2.1 Fracionamento do Fósforo

As concentrações de fósforo total (Pt), P inorgânico (Pi) e P orgânico (Po) foram afetadas significativamente pelas gramíneas (G) e pelas interações doses de P (DP)xG, DPxfontes de P (FP) e DPxFPxG, sendo que as concentrações de Pt e Po também foram influenciadas pelas DP e pela interação FPxG (Tabela 14A).

No geral, a concentração média de Pt e Po foram maiores no capim-coastcross, seguido do capim-florona e do capim-quicuiu, observando-se valores médios de 589 e 344 $\mu\text{g/g}$, 442 e 214 $\mu\text{g/g}$ e 492 e 170 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Já para a concentração de Pi verificou-se maior valor para o capim-quicuiu em relação ao capim-coastcross e ao capim-florona, que foram semelhantes entre si, observando-se valores de 322, 244 e 235 $\mu\text{g/g}$ (Tabela 26). O capim-quicuiu, ao apresentar maior concentração de Pi e menor de Po, indica que acumula Pi como reserva, pois se observou que sem a aplicação de P, cerca de 58,3 % do P estavam na forma de Po e 41,7 %, na de Pi. Por outro lado, com a aplicação de 120 kg/ha de P_2O_5 , verificou-se que 26 % do P estavam na forma de Po, enquanto 73%, na de Pi.

A facilidade de absorção de P pelas plantas está relacionada com fatores ligados ao solo e à própria planta. De acordo com Holford & Mattingly (1979), esta absorção de P é negativamente relacionada com a energia de ligação de P e com a capacidade tampão deste elemento no solo; além disso, segundo Fabres et al. (1987), a exigência metabólica de cada espécie ou cultivar também é um fator preponderante. Assim, como as gramíneas avaliadas neste experimento foram cultivadas em um solo com mesmas características químicas e estruturais, as diferenças encontradas entre as mesmas quanto à concentração de Pi foram decorrente da exigência metabólica de cada gramínea, observando-se, portanto, que o capim-quicuiu provavelmente seja mais exigente em P e os demais

apresentem exigências semelhantes. Cecato et al. (2001), ao avaliarem vários atributos de seis cultivares do gênero *Cynodon*, observaram que os mesmos mostraram similaridades de resposta em situações de manejo, clima e solo semelhantes.

Segundo Bielecki (1973), o Pi é a forma de reserva de P na planta sem função metabólica imediata, em consequência de maior ou menor disponibilidade do elemento no solo. Assim, por ser o capim-quicuío mais exigente, o mesmo acumulou maior quantidade de P para ser utilizada em situações adversas, como na estação seca, por exemplo. Neste período pôde-se observar maior teor de P na MS desta gramínea.

Houve um aumento quadrático na concentração de Pt na forragem do capim-coastcross em função das doses de P, com valores máximos de 643 e 686 $\mu\text{g/g}$ nas doses 83,18 e 20,5 kg/ha de P_2O_5 e mínimo de 532 $\mu\text{g/g}$ na dose 36,87 kg/ha de P_2O_5 para as fontes ST, FN e FR, respectivamente (Figura 25). Para o capim-florona verificou-se aumento linear do Pt com as doses de P de ST e redução linear com FR; no entanto, para a fonte FN ocorreu aumento a partir da dose 39,68 kg/ha de P_2O_5 (239 $\mu\text{g/g}$), chegando a 743 na dose máxima (120 kg/ha de P_2O_5). Já para o capim-quicuío houve redução linear com as doses tanto do ST como do FN e aumento com o FR.

Tabela 26 – Valores médios da concentração de P total (Pt), P inorgânico (Pi) e P orgânico (Po) e a participação porcentual do Pi e Po no Pt, na forragem das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das fontes e doses de P.

		Pt			Pi			Po		
		-----µg/g-----								
Doses P (kg/ha P ₂ O ₅)	Fontes ¹ de P	Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu	Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	339bB	398bB	576aA	240aA (70,8) ²	229aA (57,5)	240aB (41,7)	98bC (29,2)	169bA (42,5)	336aA (58,3)
	FR	601aA	517aA	584bA	273abA (45,4)	237bA (45,8)	322aAB (55,1)	328aB (54,6)	280aB (54,2)	262aA (44,9)
	FN	679aA	398bB	576aA	232aA (34,2)	240aA (60,3)	276aA (47,9)	447aA (65,8)	142cB (39,7)	287bA (52,1)
40	ST	561aB	435bA	647aA	283bA (50,4)	194cB (44,6)	424aA (65,5)	333aB (49,6)	240abA (55,4)	223bA (34,5)
	FR	491aB	388abA	469bB	220bA (44,8)	246bA (63,4)	335aB (71,4)	270aB (55,2)	142bB (36,6)	133bB (28,6)
	FN	671aA	280bB	647aA	176bA (26,2)	163bB (58,2)	346aB (53,5)	495aA (73,8)	117cC (41,8)	278bA (46,5)
80	ST	640aA	489bA	408bA	276aA (43,1)	258bB (63,2)	306aA (75,0)	364aAB (56,9)	231aA (36,8)	102bA (25,0)
	FR	652aA	430bA	461bA	219bA (33,6)	207bAB (48,1)	331aA (71,8)	433aA (66,4)	222bB (51,9)	129bA (28,2)
	FN	604aA	425bA	442bA	283aA (46,8)	269aA (63,3)	327aA (73,9)	322aB (53,2)	155bB (36,7)	115bA (26,1)
120	ST	578aB	534abB	449bB	248bA (42,9)	240bA (44,9)	330aA (73,5)	330aB (57,5)	294aB (55,1)	89bB (26,5)
	FR	801aA	402cC	536bA	246bA (30,7)	268bA (66,7)	348aAB (64,9)	555aA (69,3)	134bC (33,3)	188bA (35,1)
	FN	454bC	722aA	442bB	291aA (64,1)	266aA (36,8)	276aB (62,4)	162bC (35,9)	456aA (63,2)	166bAB (37,6)
		589a	442c	492b	244b (41,4)	235b (53,2)	322a (65,4)	344a (58,6)	214b (46,8)	170c (34,6)

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes de P e dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

² Os valores entre parênteses referem-se a participação porcentual do Pi e Po no Pt.

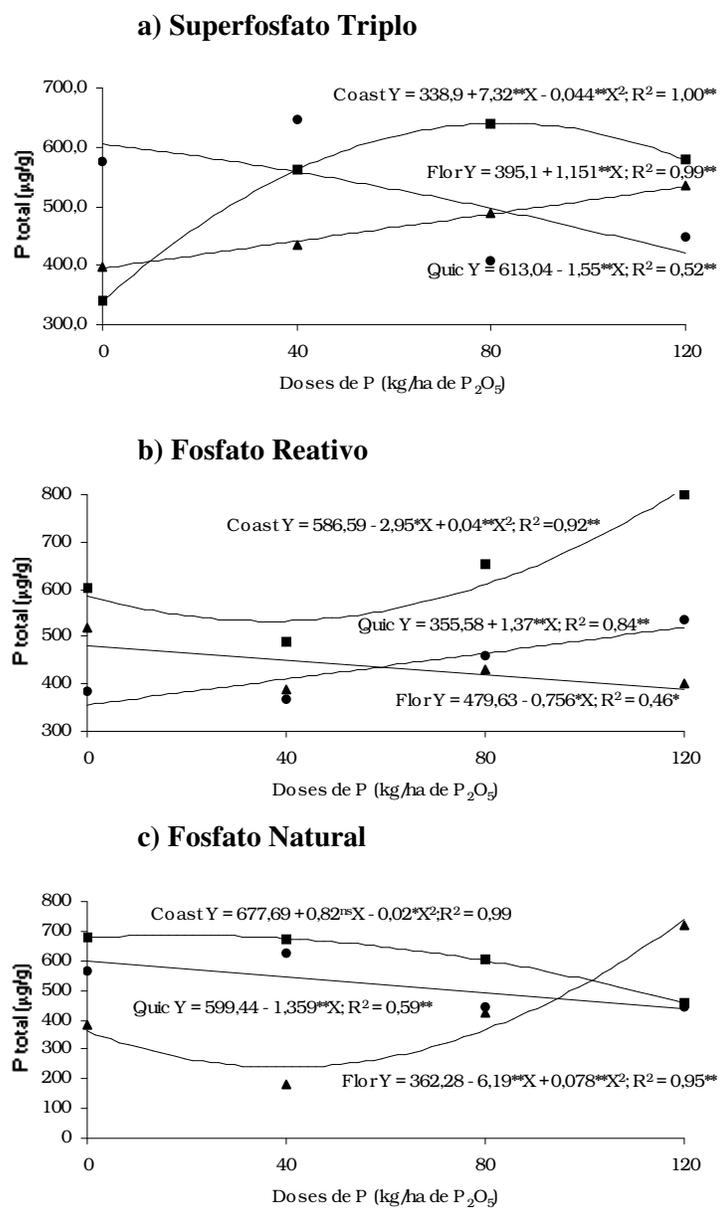


Figura 25 – Concentração de P total na forragem das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural]. * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

Para o capim-coastcross observou-se aumento linear de Pi com as doses de P apenas na fonte FN (Figura 26). Já para o capim-florona houve aumento quadrático a partir da dose de 59,03 kg/ha de P₂O₅ na forma de ST, com concentração de Pi de 177 µg/g, chegando a 237 na dose máxima (120 kg/ha de P₂O₅), não se verificando diferença entre as doses nas fontes FR e FN. Por outro lado, para o capim-quicuiuio houve concentração máxima de Pi de 348 e 338 µg/g nas doses de 75,75 e 56,0 kg/ha de P₂O₅ nas fontes ST e FN, pressupondo-se maior disponibilidade de P para as plantas adubadas com a fonte menos solúvel pois, segundo Bielecki (1973), o acúmulo de Pi na planta sem função metabólica imediata é consequência da maior ou menor disponibilidade do elemento no solo.

Como a coleta de amostras da forragem para fazer o fracionamento do P foi realizada no quarto e último corte do segundo ano de avaliação, provavelmente o P prontamente disponível das fontes mais solúveis já teria sido utilizado, enquanto a menos solúvel, por liberar o P mais lentamente, tenha proporcionado maior disponibilidade de P. Sanzonowicz et al. (1987), ao avaliarem o efeito residual da calagem e fontes de P em uma pastagem estabelecida em solo de cerrado, concluíram que a eficiência do FN foi baixa no início, mas foi aumentando com o passar do tempo.

Houve aumento quadrático da concentração de Po no capim-coastcross até o máximo de 398 e 472 µg/g nas doses 85,5 e 20,62 kg/ha de P₂O₅ das fontes ST e FN, respectivamente, e incremento a partir da dose 22,5 kg/ha de P₂O₅ (301µg/g) para o FR, chegando a 562 µg/g na dose máxima de 120 kg/ha de P₂O₅ (Figura 27). Portanto, o FN proporcionou maior concentração de Po por kg de P₂O₅ aplicado, seguido pelo FR e ST. Para o capim-florona houve aumento linear na concentração de Po com as doses de P nas plantas adubadas com ST e quadrático a partir da dose 37,7 kg/ha de P₂O₅ (37 µg/g), até níveis de 510 µg/g na dose máxima (120 kg/ha de P₂O₅) da fonte FN. Por outro lado, com o FR

observou-se redução linear com as doses de P. Da mesma forma ocorreu com a concentração de Po no capim-quicuí, em que se observou redução nas fontes ST e FN e aumento linear com FR.

Yupanqui (1997) constatou significativa influência das características do solo e das doses de P adicionadas sobre as frações de P no terceiro trifólio superior da alfafa. Ainda segundo o autor, a fração orgânica apresentou pequena variação com as doses de P e com a capacidade tampão de fósforo, ao passo que os teores de Pi aumentaram diretamente com as doses e inversamente com o fator capacidade.

No presente estudo, verificou-se maior contribuição do Pi para as gramíneas, com exceção do capim-coastcross, em relação ao Po, para o Pt (Tabela 26). Segundo Bielecki & Ferguson (1983), citados por Fabres et al. (1987), em termos quantitativos, em plantas bem nutridas em P, o Pi é a fração que mais contribui para o conteúdo de Pt, geralmente com mais de 50%. Portanto, variações na concentração de Pi implicam em significativas variações na concentração de Pt.

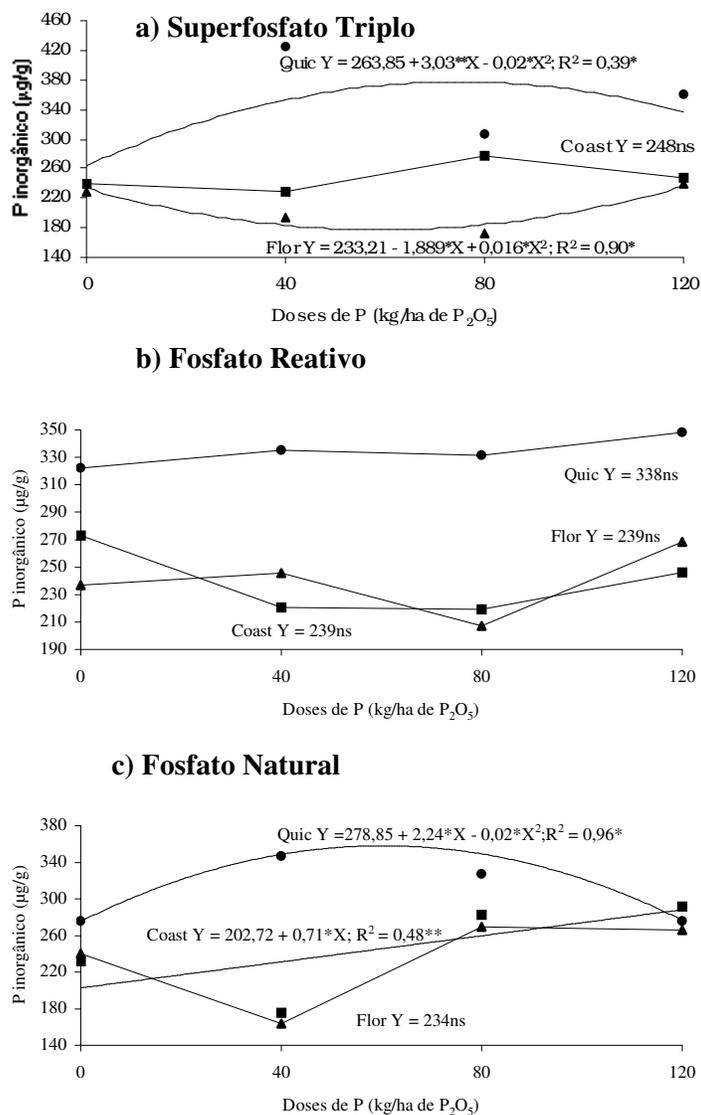
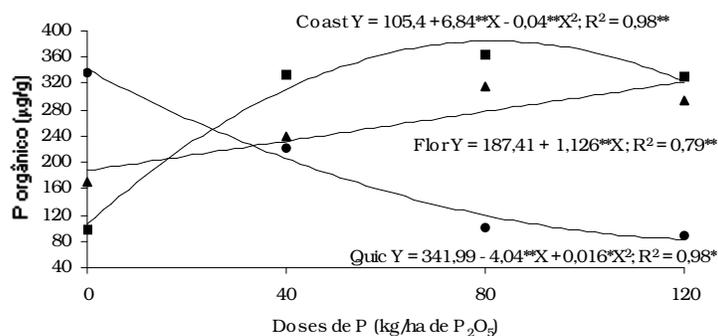
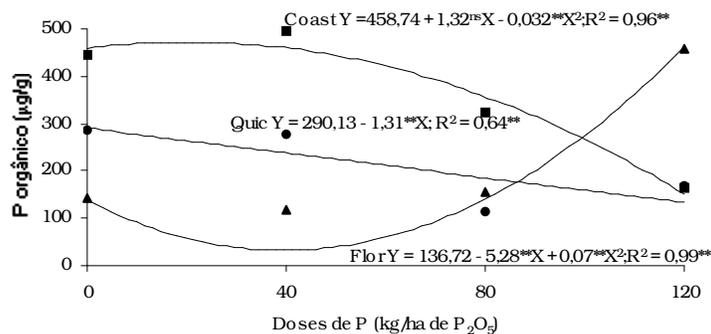


Figura 26 – Concentração de P inorgânico na forragem das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural]. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

a) Superfosfato Triplo



b) Fosfato Reativo



c) Fosfato Natural

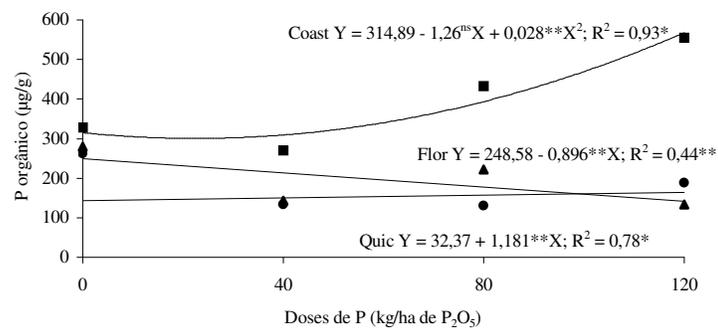


Figura 27 – Concentração de P orgânico na forragem das gramíneas Coastercross (Coast), Florona (Flor) e Quicuo (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural]. * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo.

3.6.3 Potássio

Os teores de potássio (K) na MS da parte aérea da forragem, aos 35 dias de rebrota, foram significativamente influenciados no primeiro corte do primeiro ano pelas gramíneas (G); no corte da seca o foram, pelas G e pela interação doses de P (DP)xG. No segundo ano, observou-se efeito significativo no segundo corte, pelas G; no terceiro corte, pelas G, fontes de P (FP) e pela interação DPxFPxG. Os teores de K e o resumo da análise de variância para cada corte, em seus respectivos anos, estão apresentados na Tabela 15A.

No geral, o capim-quicuío apresentou maior teor de K na MS, provavelmente pelo efeito de concentração, já que o mesmo produziu menos, sendo esta diferença significativa para os cortes 1 e da seca, no primeiro ano, e para os cortes 2 e 3 do segundo ano, observando-se valores médios de 2,59, 1,53, 2,74 e 1,94%, respectivamente (Tabela 27). Já entre as gramíneas do gênero *Cynodon*, capim-coastcross e capim-florona, os teores de K entre eles foram bastante semelhantes, mais uma vez confirmando as similaridades entre os cultivares do citado gênero.

Tabela 27 – Valores médios dos teores de K na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuío em dois anos sucessivos.

Gramínea	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	1,92B	2,31A	2,36A	1,11C	2,06A	1,93B	1,37B
Florona	2,12B	2,26A	2,30A	1,31B	2,16A	2,09B	1,58B
Quicuío	2,59A	2,61A	2,73A	1,53A	2,21A	2,74A	1,94A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Os teores encontrados de K nas gramíneas estudadas, tanto no período das águas como no da seca, atenderiam às exigências de vacas em lactação (0,90%) de 590 kg PV, com produção diária de 20 kg de leite, consumindo cerca de 3,0% do PV (NRC, 1988), e também às exigências nutricionais para bovinos de corte (0,65%) com 454 kg PV, consumindo 2,2% do PV (NRC, 1984).

Martin & Matocha (1973) relataram que para o cv. Coastal (*Cynodon dactylon* L.), teores de K acima de 2,3% são considerados excessivos. No presente estudo, teores de K acima deste valor também foram encontrados na época das águas, o que pode ser explicado em função da alta disponibilidade de K no solo, além da aplicação de KCl em cobertura, o que provavelmente favoreceu a “consumo de luxo” do elemento. Valores elevados de K também foram encontrados por Oliveira (1999) em capim-tifton 85 até a idade de 55 dias de rebrota.

Segundo Conrad et al. (1985), os teores de K geralmente encontrados nas plantas forrageiras variam de 1,5 a 2,0%. Portanto, os resultados encontrados neste ensaio estão dentro e até mesmo acima do intervalo citado, exceto na forragem do período da seca, principalmente nas gramíneas do gênero *Cynodon*, em decorrência da maturidade das plantas e das condições ambientais adversas. Além disso, estes valores estão acima dos requeridos pelas plantas para um ótimo desenvolvimento, o qual segundo Epstein (1975), é de 1,0%.

Observou-se que dentro da dose 40 kg/ha de P₂O₅ o FN proporcionou maior teor de K, enquanto, na dose máxima (120 kg/ha de P₂O₅), foi o ST (Tabela 28). Por outro lado, não houve diferença no teor de K nas fontes FN e FR entre as doses de P, verificando-se aumento quadrático para a fonte ST em doses acima de 38,57 kg/ha de P₂O₅ (1,23%), chegando a 1,46% na dose máxima (Figura 28). Segundo González & Torriente (1981), o alto teor de P no solo pode causar maior absorção de K.

Tabela 28 – Teores de K na MS das gramíneas estudadas, na época da seca do primeiro ano de avaliação, em função das fontes (ST, FR e FN) e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Teores de K (%)		
	ST ¹	FR	FN
0	1,27a	1,37a	1,29a
40	1,26ab	1,18b	1,41a
80	1,26a	1,27a	1,37a
120	1,48a	1,24b	1,37ab

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

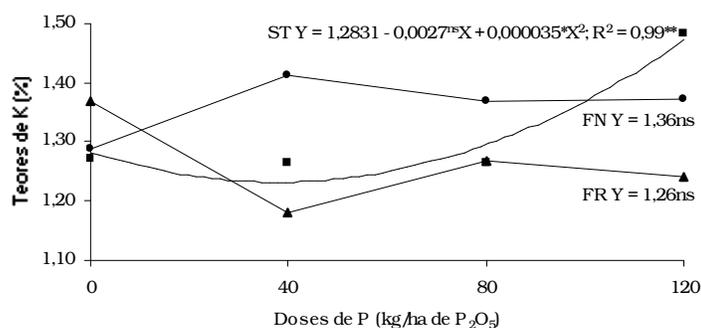


Figura 28 – Teores de K na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P (ST- Superfosfato Triplo, FR- Fosfato Reativo e FN- Fosfato Natural) no corte da seca do primeiro ano de avaliação. ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

Observou-se no terceiro ano que houve apenas diferença entre as fontes de P na dose de 80 kg/ha de P₂O₅ para o capim-quicuiu, em que maior teor de K foi proporcionado pelo FN, seguido do FR e do ST, observando-se teores de 2,24, 1,82 e 1,34%, respectivamente (Tabela 20). De outra forma, apenas houve ajuste de equação para o capim-coastcross adubado com ST, observando-se redução linear de K com as doses de P; para os demais desdobramentos estão

apresentados os valores médios, já que não houve diferença entre as doses de P (Figura 29).

Tabela 29 – Valores médios dos teores de K na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuí, aos 35 dias de rebrota, no terceiro corte do segundo ano de avaliação em função das fontes e doses de P.

Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de K (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuí
0	ST	1,59aA	1,56aA	1,88aA
	FR	1,53abA	1,51bA	2,04aA
	FN	1,38bA	1,62bA	2,28aA
40	ST	1,27bA	1,43bA	1,92aA
	FR	1,24bA	1,57aA	1,91aA
	FN	1,55bA	1,68bA	2,20aA
80	ST	1,25aA	1,68aA	1,34aB
	FR	1,29bA	1,48abA	1,82aAB
	FN	1,38bA	1,52bA	2,24aA
120	ST	1,20bA	1,59abA	1,82aA
	FR	1,19bA	1,67aA	1,74aA
	FN	1,61aA	1,65aA	2,04aA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

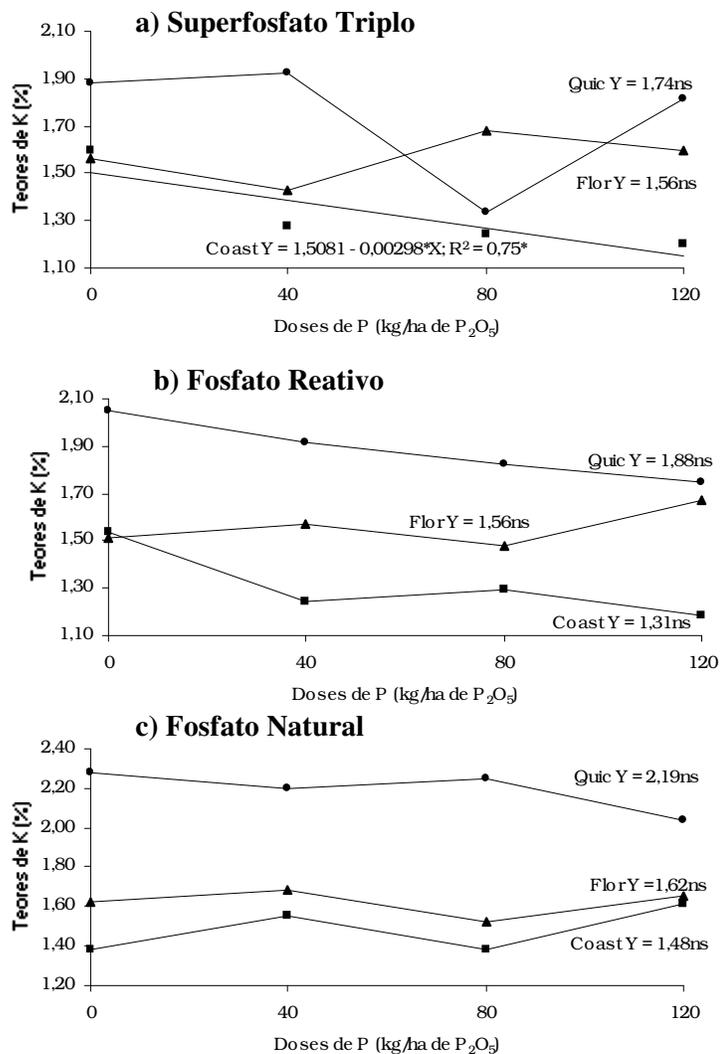


Figura 29 – Teores de K na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuío (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no terceiro corte do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

3.6.4 Cálcio

Os teores de cálcio (Ca) na MS da parte aérea da forragem variaram significativamente entre as gramíneas nos cortes 1 e 2 do primeiro e segundo anos, bem como em função das doses de P no terceiro corte do segundo ano (Tabela 16A).

Os teores de Ca foram superiores no capim-florona, com valores variando de 0,5 a 0,86% (Tabela 30). Os valores encontrados para o capim-quicuiu (0,34 – 0,67%) estão acima dos observados por Andrew & Robins (1971) (0,26 – 0,31%) e Reeves et al. (1996) (0,31%).

Tabela 30 – Valores médios dos teores de Ca na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu em dois anos sucessivos.

Gramínea	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	0,69B	0,42AB	0,61A	0,45A	0,54B	0,37B	0,54A
Florona	0,86A	0,50A	0,69A	0,52A	0,66A	0,50A	0,69A
Quicuiu	0,67B	0,34B	0,54A	0,52A	0,51B	0,39B	0,59A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Os teores de Ca encontrados neste estudo, na maioria dos cortes, estão próximos e/ou acima do teor definido como suficiente para um adequado desenvolvimento das plantas, o qual, segundo Epstein (1975), está em torno de 0,5% na MS. Quanto à nutrição animal, os teores de Ca observados nas gramíneas avaliadas para alguns cortes e principalmente no corte da seca, não atenderiam às exigências de vacas em lactação (0,53%) de 590 kg PV, com produção diária de 20 kg de leite, consumindo cerca de 3,0% do PV (NRC,

1988), mas atenderiam às exigências nutricionais para bovinos de corte (0,27%) com 454 kg PV, consumindo 2,2% do PV (NRC, 1984).

No terceiro corte do segundo ano (Figura 30), observa-se um comportamento único para o capim-coastcross, capim-florona e capim-quicuiu de aumento linear nos teores de Ca com as doses de P, independentemente das fontes de P, sendo, portanto, as doses pré-definidas insuficientes para promover um teor máximo de Ca na MS da parte aérea das forrageiras avaliadas. Santos, I.P.A. (1999) também observou aumento no teor de Ca, em braquiarião, com as doses de P, no entanto, Andrew & Robins (1971) verificaram que os teores de Ca praticamente não variaram com as doses de P aplicadas.

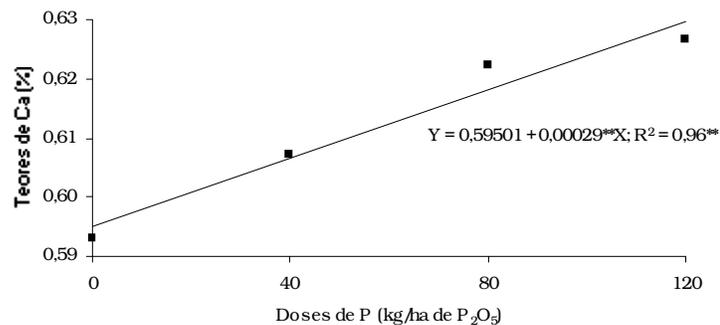


Figura 30 – Teores de Ca na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P no terceiro corte do segundo ano de avaliação.** significativo a 1%.

3.6.5 Magnésio

Verificou-se, pela análise de variância, que os teores de magnésio (Mg) foram significativamente influenciados pelas gramíneas (G) nos cortes 1 e da seca no primeiro ano e nos cortes 2 e 3 do segundo ano; pelas fontes de P (FP) no primeiro corte dos dois anos; pelas doses de P (DP) nos dois últimos cortes do segundo ano e pela interação DPxFPxG no primeiro corte do segundo ano. Os teores médios de Mg dos cortes, nos respectivos anos, estão apresentados na Tabela 17A.

Nos cortes em que houve diferença no teor de Mg entre as gramíneas, o capim-quicuiu apresentou maior teor do elemento, variando de 0,20 a 0,25% no período das águas e com valor médio de 0,16% na seca (Tabela 31). Este valor bastante inferior encontrado na estação seca, como já foi comentado para outros minerais, é decorrente da maturidade da planta, aliada às condições ambientais desfavoráveis nesta época. Os valores encontrados para o capim-quicuiu na estação das águas, neste estudo, estão próximos dos 0,22% observados por Reeves et al. (1996) e inferior aos 0,7% encontrados por Andrew & Robins (1971). No entanto, Oliveira (1999) observou pouca variação nos teores de Mg na MS do capim-tifton 85 com o avanço da idade da planta, de 0,37 a 0,29% entre 14 e 70 dias, respectivamente, valores também acima dos encontrados no presente estudo.

Tabela 31 – Valores médios dos teores de Mg na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu em dois anos sucessivos.

Gramínea	Teores de Mg (%)						
	ANO 1				ANO 2		
	Corte 1 ¹	Corte 2	Corte 3	Seca ²	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Coastcross	0,22A	0,26A	0,26A	0,11B	0,20A	0,19AB	0,21B
Florona	0,22A	0,23A	0,23A	0,15A	0,23A	0,18B	0,22B
Quicuiu	0,25A	0,25A	0,25A	0,16A	0,20A	0,21A	0,25A

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Cortes (1, 2 e 3) realizados a cada 35 dias de rebrota no período das águas de dois anos; ² Corte realizado ao final da época seca (abril-setembro/outubro).

Do ponto de vista fisiológico, os teores de Mg encontrados estão acima, com exceção do período seco, do nível adequado para o desenvolvimento ótimo da planta, de acordo Epstein (1975), de 0,2%. Do ponto de vista nutricional, os teores de Mg encontrados atenderiam às exigências de vacas em lactação (0,20%) de 590 kg PV, com produção diária de 20 kg de leite, consumindo cerca de 3,0% do PV (NRC, 1988), e também às exigências nutricionais para bovinos de corte (0,25%) com 454 kg PV, consumindo 2,2% do PV (NRC, 1984).

Os teores de Mg das gramíneas no primeiro corte e ano variaram em função das fontes de P, sendo que as fontes menos solúveis, FR e FN, proporcionaram maiores teores de Mg em relação ao ST, observando-se valores de 0,24, 0,24 e 0,22%, respectivamente (Tabela 32).

Tabela 32 – Valores médios dos teores de Mg na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte e ano, em função das fontes de P.

Fontes de P ¹	Teores de Mg (%)
ST	0,22B
FR	0,24A
FN	0,24A

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

Observou-se que houve diferença entre as fontes de P na dose 40 kg/ha de P₂O₅ para o capim-coastcross, para o qual o ST (0,21%) e o FR (0,23%) promoveram teores semelhantes e superiores ao proporcionado pelo FN (0,16%) (Tabela 33). Por outro lado, na Figura 31 observa-se que enquanto o teor de Mg do capim-coastcross reduziu linearmente, o do capim-florona aumentou, quando adubados com ST, não se verificando diferença para o capim-quicuiu, o qual, por sua vez, apresentou teores de Mg crescentes linearmente com as doses de P quando adubado com o FN, semelhantemente ao ocorrido com o capim-florona.

Tabela 33 – Valores médios dos teores de Mg na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, no primeiro corte do segundo ano de avaliação em função das doses e fontes de P.

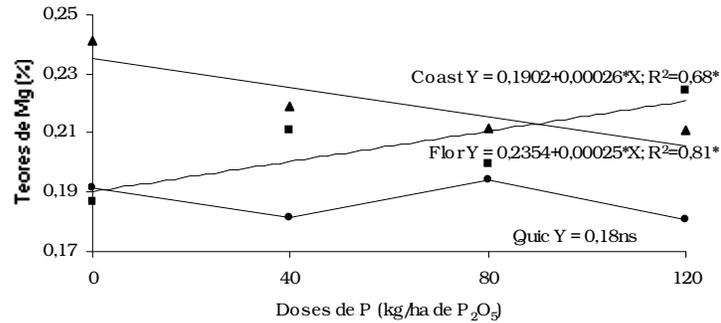
Doses de P (kg/ha de P ₂ O ₅)	Fontes de P ¹	Teores de Mg (%)		
		Coastcross	Florona	Quicuiu
0	ST	0,19bA	0,24aA	0,19bAB
	FR	0,20aA	0,23aA	0,22aA
	FN	0,19aA	0,20aA	0,17aB
40	ST	0,21aA	0,22aA	0,18aA
	FR	0,23abA	0,24aA	0,19bA
	FN	0,16bB	0,23aA	0,19abA
80	ST	0,20aA	0,21aA	0,19aA
	FR	0,22aA	0,22aA	0,23aA
	FN	0,20aA	0,24aA	0,21aA
120	ST	0,22aA	0,21aA	0,18aA
	FR	0,22aA	0,23aA	0,22aA
	FN	0,20abA	0,24aA	0,19bA

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas (entre gramíneas) e maiúsculas nas colunas (entre fontes dentro de cada dose de P) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹ ST = Superfosfato Triplo; FR = Fosfato Reativo (Fosfato Arad); FN = Fosfato Natural (Fosfato de Araxá).

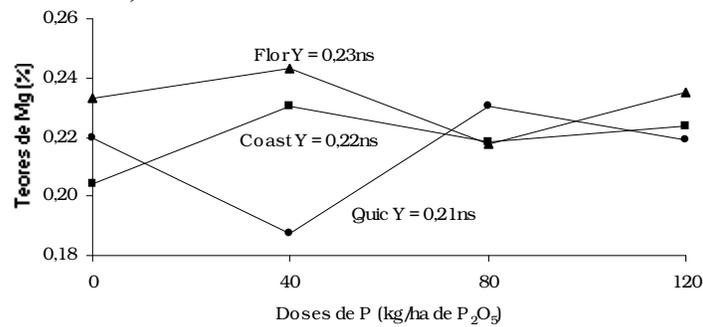
Nos cortes 2 e 3 do segundo ano (Figura 32), observou-se aumento linear no teor de Mg na MS das gramíneas com as doses de P na ordem de 0,0002% por kg de P₂O₅ aplicado. Entretanto, Andrew & Robins (1971)

encontraram aumento quadrático no teor de Mg em função das doses de P, para o capim-quicuiu.

a) Superfosfato Triplo



b) Fosfato Reativo



c) Fosfato Natural

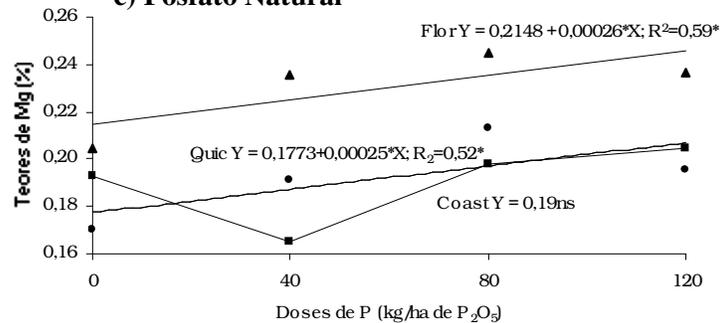


Figura 31 – Teores de Mg na MS das gramíneas Coastcross (Coast), Florona (Flor) e Quicuiu (Quic), aos 35 dias de rebrota, em função das dose de P, nas fontes de P [a) Superfosfato Triplo, b) Fosfato Reativo e c) Fosfato Natural] no primeiro corte do segundo ano de avaliação. * significativo a 5%; ^{ns} não significativo: equação representada pelo valor médio.

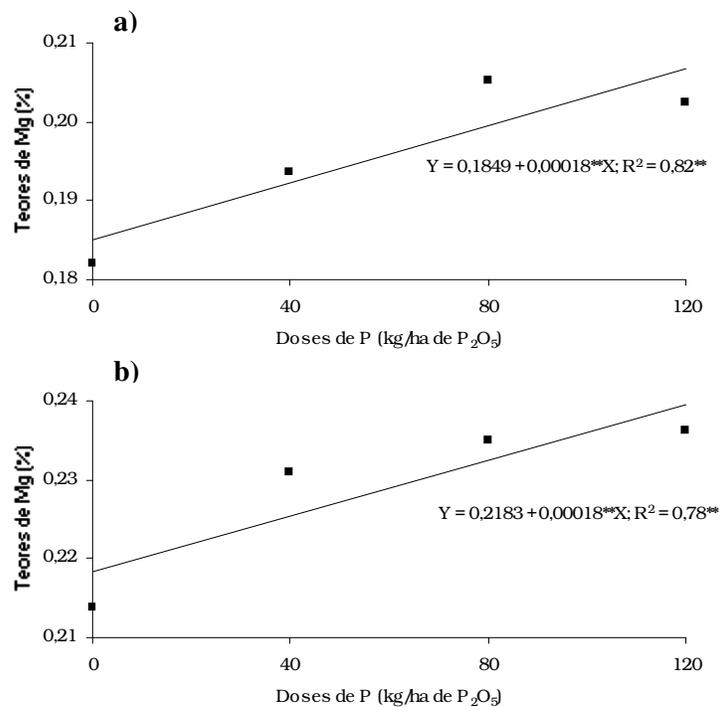


Figura 32 – Teores de Mg na MS das gramíneas Coastcross, Florona e Quicuiu, aos 35 dias de rebrota, em função das doses de P no segundo (a) e terceiro (b) cortes do segundo ano de avaliação. ** (P<0,01).

4 CONCLUSÕES

1. A produção de MS do capim-coastcross, tanto na estação das águas como na da seca, é superior à do capim-florona e à do capim-quicuío.
2. As gramíneas avaliadas concentram 70 - 80 % de sua produção de MS na estação das águas (outubro a março).
3. As fontes de P mais reativas (Superfosfato triplo e o Fosfato de Arad) proporcionam maiores produções de MS que o Fosfato de Araxá. Por outro lado, o FR promove maior produção na estação seca.
4. No geral, a adubação fosfatada não afeta os teores de FDN, FDA e DIVMS das gramíneas, porém aumenta os teores de N, P, Ca e Mg.
5. Na estação seca as gramíneas produzem menos e com qualidade inferior.
6. O capim-quicuío, mesmo sendo menos produtivo, tanto na estação das águas como da seca, em relação aos capins Coastcross e Florona, que se mostram similares entre si, apresenta melhor valor nutritivo.
7. O capim-quicuío apresenta maior P inorgânico, enquanto o capim-coastcross e capim-florona não diferem entre si. No entanto, o capim-coastcross apresenta maior concentração de P solúvel total.
8. O efeito da adubação fosfatada é limitado pela baixa precipitação no período de estabelecimento das gramíneas adubadas com as doses de P nas fontes pré-estabelecidas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M. J.; RESENDE, H.; BOTREL, M. A. Efeito da frequência de corte e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do “coast - cross”. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais . . .** Juiz de Fora: Embrapa – CNPGL, 1996. 181 p.

ANDREW, C. S.; ROBINS, M. F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 22, n. 5, p. 693-706, Sept. 1971.

ASSEF, L. C. *Pennisetum clandestinum*, gramínea pouco estudada no Brasil. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 28, n. 2, p. 215-229, 2001.

AZEVEDO, G. P. C.; ROCHA, G. P.; PINTO, J. C.; MUNIZ, J. A. Produção e composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) ‘Cameroon’ em diferentes idades. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 169-175, jul./dez. 1986.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L, NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. Manejo nutricional de plantas perenes. In: ALVAREZ V.; V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. p. 615-645.

BARROW, N. J. Evaluation and utilization of residual phosphorus in soils. In: KASANEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 333-359.

BIELESKI, R. L. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo alto, v. 24, p. 225-252, 1973.

BIELESKI, R. L.; FERGUSON, J. B. Physiology and metabolism of phosphate and its compounds. In: PIRSON, A.; ZIMMERMANN, M. H. **Encyclopedia of plant physiology: inorganic plant nutrition**. Berlin: Springer Verlag, 1983. p. 422-449. (New series, V. 15A).

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. London: Longman, 1977. 475 p.

BURTON, G. W.; HART, R. H.; LOWREY, R. S. Improving forage quality breeding. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 4, p. 329-332, July/Aug. 1967.

CAMPOS, R. M. **Efeito da idade de corte sobre a produção e composição química-bromotológica do Tifton 85 (*Cynodon spp.*)**. 1998. 107 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

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

CASTRO, F. G. F.; HADDAD, C. M.; VIEIRA, A. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; HEISECKE, O. R. P. Efeito da idade de corte sobre a produção e valor nutritivo de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Batucatu. **Anais...** Batucatu: SBZ, 1998. p. 578-580.

CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A.; GOMES, L. H.; DAMACENO, J. C.; JOBIM, C. C.; RIBAS, N. P.; MIRA, R. T.; CANO, C. C. P. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 781-788, ago. 2001.

CECATO, U.; YANAKA, F. Y.; BRITO FILHO, M. R. T.; SANTOS, G. T.; CANTO, M. W.; ONORATO, W. M.; PETERNELLI, M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-maramdu (*Brachiaria brizantha* [Hochst] Stapf. cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 817-822, ago. 2000.

CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Gainesville: Universidade da Flórida/Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional, 1985, 90 p.

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R. Efeito residual da adubação fosfatada na produção e teor de fósforo em quatro cultivares de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 160-162.

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R.; EUCLIDES, V. P. B. Níveis de fósforo para o estabelecimento de quatro cultivares de *Panicum maximum* em Latossolo Vermelho Amarelo álico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 169-170.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos, EDUSP, 1975. 341 p.

FABRES, A. S.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; CORDEIRO, A. T. Níveis críticos de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 51-57, jan./abr. 1987.

FERNANDES, L. A. **Formas de alumínio, de fósforo e fosfatase ácida em solos de várzea cultivados com feijoeiro: influência de calagem e fósforo.** 1999, 111 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications.** Washington: USDA, 1970. 20 p. (USDA Agriculture Handbook, 379).

GOMIDE, C. C. C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** 1996. 100 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES E PASTAGENS, 1., 1976, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: EPAMIG, 1976. p. 20-33.

GONZÁLEZ, Y.; TORRIENTE, O. Niveles críticos de P en Guinea Común cv. SIH-127, Buffel Biloela y Bermuda Cruzada-1. **Pastos y Forajes**, La Habana, v. 4, n. 1, p. 63-72, 1981.

GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. Exigências de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 278-289, jul./ago. 1990.

HAMILTON, R. I.; LAMBOURNE, L. J.; ROE, R.; MINSON, D. J. Quality of tropical grasses for milk production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Surfers Paradise. **Proceedings...** Surfers Paradise, 1970. p. 860-864.

HERRERA, R. S.; HERNÁNDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada. II. Componentes estructurales y digestibilidad de la materia seca. **Pastos y Forajes**, La Habana, v. 11, n. 3, p. 177-182, 1988.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; BURTON, G. W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. **Journal of Animal Science**, New York, v. 71, n. 12, p. 3219-3225, Dec. 1993.

- HOGUE, E.; WILCOX, G. E.; GONZALES, D. J. Effect of soil phosphorus levels on phosphate fractions in tomato leaves. **The Journal of America Society of Horticulture Science**, Alexandria, v. 95, n. 2, p. 174-176, Mar. 1970.
- HOLFORD, I. C. R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 35, n. 2, p. 227-239, 1997.
- HOLFORD, I. C. R.; MATTINGLY, G. E. G. Effects of phosphate buffering on the of labile phosphate by soil test. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 17, n. 4, p. 377-389, Dec. 1979.
- HORWITZ, M. **Official methods of analysis the association of tropical analytical chemistry**. 12. ed. Washinton: AOAC, 1975. 1094 p.
- ISEPON, O. J. Nutrição e adubação de pastagem. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 397-406.
- LEE, R. B.; RATCLIFFE, R. G. Phosphorus nutrition and the intracellular distribution of inorganic phosphate in pea root tips: a quantitative study using ³¹P-NMR. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 34, n. 146, p. 1222-1244, 1983.
- LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1986, Nova Odessa. **Anais....** Piracicaba: Potafos, 1986. p. 145-174.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARTIN, W. E.; MOTOCHA, J. E. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p. 393-426.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1983. 198 p.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; BELARMINO, M. C. J.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A. Fósforo disponível em solos distintos para a rebrota das gramíneas cvs. Mombaça, Marandu e Planaltina. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 25, n. 1, p. 17-22, 2003.
- MINSON, D. J. **Forages in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483 p.

MISLEVY, P. **Florico stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989a. 15 p. (Circular s. 361).

MISLEVY, P. **Florona stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989b. 13 p. (Circular s. 362).

MORIKAWA, C. K. **Limitações nutricionais para *Andropogon (Andropogon gayanus)* e *Braquiarião (Brachiaria brizantha)* em Latossolo da região dos Campos das Vertentes – MG**. 1993. 143 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academy of Science, 1988. 157 p.

NOVAIS, R. F. Utilização de fosfatos naturais de baixa reatividade. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 62-64.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. Sustainable agriculture and forestry production systems on acid soils: phosphorus as a case-study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., 1997, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte, MG: BSSS, 1997. p. 39-51.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 29-37, jan./jun. 1982.

NOVAIS, R. F.; FERREIRA, R. P.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 749-754, jul. 1985.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, J. T. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399 p.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p. 203-242.

OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idade de rebrota.** 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, M. A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota.** 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PALHANO, A. L. **Recrutamento de nutrientes e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers, cv. Coast-cross nº1.** 1990. 122 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 38, n. 2, p. 117-143, jul./dez. 1981.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 343 p.

QUINLAN, T. J.; SHAN, K. A.; EDGLEY, W. H. R. Kikuyu grass. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 101, n. 6, p. 737-749, 1975.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAYMOND, W. F. The nutritive value of forage crops. In: BRADY, N. C. (Ed.). **Advances in agronomy.** Ithaca: Academic Press, 1969. p. 2-108.

REEVES, M.; FULKERSON, W. J.; KELLAWAY, R. C. Forage quality of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertilizer application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 47, n. 8, p. 1349-1359, 1996.

RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; MOREIRA, A. L.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, E. V. V. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-tifton 85, em três frequências de corte, sob diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 542-544.

- SANTOS, H. Q. **Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades.** 1999. 80 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SANTOS, I. P. A. **Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de braquiário e amendoim forrageiro consorciados.** 1999. 158 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SANZONOWICZ, C.; LOBATO, E.; GOEDERT, W. J. Efeito residual da calagem e de fontes de fósforo numa pastagem estabelecida em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 233-243, mar. 1987.
- SASSO, P. B.; BRITO, O. R.; ORTIZ, F. R.; WATANABE, T. S.; HAGER, N.; SEIXAS, J. Avaliação da eficiência do fosfato de Arad na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto, SP. CD-ROM.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**, Viçosa: UFV, 1990. 166 p.
- SMILLE, R. M.; KROTKOV, G. The estimation of nucleic acids in some algae and higher plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 38, n. 1, p. 31-49, Jan. 1960.
- SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo, **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, out. 2002.
- SOUZA FILHO, A. P. S. **Rendimento forrageiro, composição química e digestibilidade das frações folha e colmo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Dwarf em diferentes idades.** 1987. 104 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- TILLEY, J. A. M.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the ‘in vitro’ digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 18, p. 104-111, 1963.
- WERNER, J. C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa, São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p (Boletim Técnico, 18).
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, New York, v. 24, n. 3, p. 834-844, Aug. 1965.

YUPANQUI, F. F. R. **Nutrição fosfatada e fotossíntese no sistema simbiótico *Medicago sativa* – *Rhizobium meliloti* em solos com diferentes disponibilidades de fósforo**. 1997. 124 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANEXOS

Tabela 1A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis densidade de perfilho (DP) e peso de perfilho (PP) em dois anos de avaliação	230
Tabela 2A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis n° total de folhas (NTF), n° de folhas emergentes (NFE), mortas (NFM) e vivas (NFV)	230
Tabela 3A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis comprimento final de folha (CFF), duração do alongamento (DA), taxa de alongamento (Ta _f F) e aparecimento (Ta _p F) foliar e filocrono (FILOC)	231
Tabela 4A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis razão de área (RAF) e peso (RPF) foliar em dois anos de avaliação	231
Tabela 5A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis área foliar específica (AFE) e área foliar por planta (AFP) em dois anos de avaliação	232
Tabela 6A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis índice de área foliar (IAF) e relação folha/caule (RFC) em dois anos de avaliação	232
Tabela 7A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis produção total de MS nas águas (águas), na seca (seca), produção total anual (Tanual), porcentagem nas águas (% águas) e na seca (% seca) em dois anos de avaliação	233
Tabela 8A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável altura de plantas (AP) em dois anos de avaliação	234
Tabela 9A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de fibra em detergente neutro (FDN) em dois anos de avaliação	235
Tabela 10A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de fibra em detergente ácido (FDA) em dois anos de avaliação	236

		Página
Tabela 11A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (DIVMS) em dois anos de avaliação	237
Tabela 12A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de N em dois anos de avaliação	238
Tabela 13A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de P em dois anos de avaliação	239
Tabela 14A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis concentração do P total, do P inorgânico e do P orgânico	240
Tabela 15A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de K em dois anos de avaliação	241
Tabela 16A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de Ca em dois anos de avaliação	242
Tabela 17A	Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de Mg em dois anos de avaliação	243

Tabela 1A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis densidade de perfilho (DP) e peso de perfilho (PP) em dois anos de avaliação.

FV	GL	DP		PP	
		ANO 1	ANO2	ANO 1	ANO2
Bloco	2	34828,01 ^{ns}	29652,77 ^{ns}	0,0013*	0,00048 ^{ns}
G	2	2470419,67**	674236,11*	0,0405**	0,2979**
erro 1	4	25392,24	60555,55	0,00011	0,00089
FP	2	62475,23**	71944,44 ^{ns}	0,0009*	0,0173**
FP*G	4	67653,01**	180607,64**	0,00015 ^{ns}	0,02122**
erro 2	12	7619,79	26773,73	0,00019	0,00083
DP	3	190126,77**	1304974,92**	0,00091**	0,0042*
DP*G	6	67994,37**	110594,13*	0,00021 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
DP*FP	6	172430,48**	211450,62**	0,00058*	0,0128**
DP*FP*G	12	145255,01**	140403,16**	0,00035 ^{ns}	0,0098**
erro 3	54	9055,63	33420,14	0,00019	0,0011
CV 1 (%)		8,51	15,74	6,23	16,72
CV 2 (%)		4,66	10,47	8,20	16,18
CV 3 (%)		5,08	11,69	8,18	18,32
Média Geral		1871,71	1563,19	0,1683	0,1786

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 2A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis n° total de folhas (NTF), n° de folhas emergentes (NFE), mortas (NFM) e vivas (NFV).

FV	GL	NTF	NFE	NFM	NFV
Bloco	2	0,437 ^{ns}	0,947 ^{ns}	1,608 ^{ns}	2,921 ^{ns}
G	2	20,965 ^{ns}	12,877*	10,577*	37,608 ^{ns}
erro 1	4	6,507	0,925	0,603	8,648
FP	2	0,049 ^{ns}	0,064 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,091 ^{ns}
FP*G	4	1,191 ^{ns}	0,273 ^{ns}	1,643*	3,438 ^{ns}
erro 2	12	1,914	0,422	0,455	1,088
DP	3	3,027 ^{ns}	0,537 ^{ns}	1,113 ^{ns}	0,519 ^{ns}
DP*G	6	1,351 ^{ns}	0,914*	1,842 ^{ns}	3,066*
DP*FP	6	3,342 ^{ns}	0,731 ^{ns}	1,269 ^{ns}	3,151*
DP*FP*G	12	2,086 ^{ns}	0,685*	1,012 ^{ns}	1,744 ^{ns}
erro 3	54	1,857	0,346	0,804	1,252
CV 1 (%)		24,26	34,41	34,34	35,64
CV 2 (%)		13,16	23,24	29,84	12,64
CV 3 (%)		12,96	21,03	39,66	13,56
Média Geral		10,51	2,79	2,26	8,25

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 3A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis comprimento final de folha (CFF), duração do alongamento (DA), taxa de alongamento (TA_fF) e aparecimento (TA_pF) foliar e filocrono (FILOC).

FV	GL	CFF	DA	TA _f F	TA _p F	FILOC
Bloco	2	88,144 ^{ns}	5,163 ^{ns}	2,851 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,001 ^{ns}
G	2	29255,38**	550,997**	48,972*	0,0310 ^{ns}	1,312 ^{ns}
erro 1	4	653,228	9,200	2,736	0,0096	0,422
FP	2	207,538 ^{ns}	0,285 ^{ns}	2,812 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,009 ^{ns}
FP*G	4	346,673 ^{ns}	5,174 ^{ns}	0,429 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	0,064 ^{ns}
erro 2	12	535,130	3,605	3,416	0,0028	0,168
DP	3	709,799 ^{ns}	5,304 ^{ns}	1,969 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,231 ^{ns}
DP*G	6	119,006 ^{ns}	0,829 ^{ns}	1,464 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,089 ^{ns}
DP*FP	6	193,699 ^{ns}	1,133 ^{ns}	3,357 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,256 ^{ns}
DP*FP*G	12	414,698 ^{ns}	2,687 ^{ns}	2,501 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,151 ^{ns}
erro 3	54	271,925	2,304	1,525	0,0027	0,143
CV 1 (%)		29,95	23,14	20,98	24,26	25,66
CV 2 (%)		27,10	14,49	23,45	13,16	16,18
CV 3 (%)		19,32	11,58	15,67	12,96	14,91
Média Geral		85,34	13,10	7,88	0,40	2,53

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 4A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis razão de área (RAF) e peso (RPF) foliar em dois anos de avaliação.

FV	GL	RAF		RPF	
		ANO 1	ANO 2	ANO 1	ANO 2
Bloco	2	0,012 ^{ns 1}	0,029 ^{ns}	10,356 ^{ns}	0,14 ^{ns}
G	2	0,107*	0,692**	51,351*	204,885**
erro 1	4	0,008	0,01	4,252	10,891
FP	2	0,005 ^{ns}	0,049*	2,437 ^{ns}	8,779 ^{ns}
FP*G	4	0,019**	0,089**	4,595*	91,612**
erro 2	12	0,001	0,007	0,775	2,38
DP	3	0,0007 ^{ns}	0,027 ^{ns}	9,699**	13,126 ^{ns}
DP*G	6	0,003 ^{ns}	0,047*	3,66**	57,187**
DP*FP	6	0,01**	0,074**	0,831 ^{ns}	30,977**
DP*FP*G	12	0,007**	0,05*	9,434**	30,392**
erro 3	54	0,002	0,019	0,797	5,08
CV 1 (%)		16,88	15,49	14,34	23,67
CV 2 (%)		7,00	12,62	6,12	11,06
CV 3 (%)		7,93	21,41	6,21	16,16
Média Geral		0,0165	0,0204	0,4548	0,4409

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

¹ Os valores dos quadrados médios foram multiplicados por 1000.

Tabela 5A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis área foliar específica (AFE) e área foliar por planta (AFP) em dois anos de avaliação.

FV	GL	AFE		AFP	
		ANO 1	ANO 2	ANO 1	ANO 2
Bloco	2	0,002 ^{ns 1}	0,169 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	0,00017 ^{ns}
G	2	0,078 ^{ns}	3,104 ^{**}	0,00057 [*]	0,00074 ^{ns}
erro 1	4	0,018	0,128	0,000071	0,00016
FP	2	0,009 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,00014 [*]	0,00063 [*]
FP*G	4	0,12 ^{**}	0,391 [*]	0,00035 ^{**}	0,001 ^{**}
erro 2	12	0,01	0,072	0,000029	0,000079
DP	3	0,068 ^{**}	0,567 ^{**}	0,0004 ^{**}	0,002 ^{**}
DP*G	6	0,042 ^{**}	0,578 ^{**}	0,000067 [*]	0,00025 [*]
DP*FP	6	0,062 ^{**}	1,014 ^{**}	0,00039 ^{**}	0,001 ^{**}
DP*FP*G	12	0,126 ^{**}	1,055 ^{**}	0,00011 ^{**}	0,002 ^{**}
erro 3	54	0,007	0,075	0,000021	0,000095
CV 1 (%)		11,14	22,61	8,14	11,75
CV 2 (%)		8,30	16,96	5,27	8,37
CV 3 (%)		6,93	17,30	4,49	9,16
Média Geral		0,0378	0,0501	0,0033	0,0034

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.
¹ Os valores dos quadrados médios foram multiplicados por 1000.

Tabela 6A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis índice de área foliar (IAF) e relação folha/caule (RFC) em dois anos de avaliação.

FV	GL	IAF		RFC	
		ANO 1	ANO 2	ANO 1	ANO 2
Bloco	2	0,449 ^{ns}	0,169 ^{ns}	0,741 ^{ns}	0,206 ^{ns}
G	2	68,835 ^{**}	7,952 [*]	7,483 ^{**}	3,634 ^{ns}
erro 1	4	0,532	1,063	0,274	0,535
FP	2	1,728 ^{**}	4,856 [*]	0,094 ^{ns}	0,267 ^{ns}
FP*G	4	5,603 ^{**}	14,282 ^{**}	0,099 ^{ns}	0,944 [*]
erro 2	12	0,095	0,601	0,086	0,171
DP	3	0,245 ^{ns}	0,551 ^{ns}	0,205 ^{**}	0,583 ^{**}
DP*G	6	0,292 [*]	3,009 ^{ns}	0,106 [*]	1,134 ^{**}
DP*FP	6	0,562 ^{**}	4,495 [*]	0,397 ^{**}	0,025 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,881 ^{**}	2,089 ^{ns}	0,185 ^{**}	0,244 [*]
erro 3	54	0,120	1,319	0,033	0,122
CV 1 (%)		18,24	23,02	36,11	51,59
CV 2 (%)		7,70	17,30	20,25	29,16
CV 3 (%)		8,67	25,74	12,63	24,64
Média Geral		3,99	4,48	1,45	1,42

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 7A - Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis produção total de MS nas águas (águas), na seca (seca), produção total anual (Tanual), porcentagem nas águas (% águas) e na seca (% seca) em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1					ANO 2				
		águas	seca	Tanual	% águas	% seca	Táguas	seca	Tanual	% águas	% seca
Bloco	2	0,63 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,359 ^{ns}	6,33 ^{ns}	6,33 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,38 ^{ns}	8,83 ^{ns}	8,83 ^{ns}
G	2	786,95**	55,69**	1217,1**	237,23**	237,23**	147,03**	92,26**	460,97**	1002,7**	1002,7**
erro 1	4	0,12	0,19	0,24	4,53	4,53	0,34	0,125	0,21	9,92	9,92
FP	2	7,29**	0,004 ^{ns}	6,96**	7,33 ^{ns}	7,33 ^{ns}	3,23**	4,89**	11,04**	211,28**	211,28**
FP*G	4	9,94**	4,63**	27,233**	42,55**	42,549**	7,73**	2,22**	16,34**	75,74**	75,74**
erro 2	12	0,23	0,08	0,40	3,34	3,34	0,29	0,11	0,56	3,60	3,60
DP	3	0,85 ^{ns}	0,91*	1,27 ^{ns}	40,99**	40,99**	3,39**	16,19**	30,67**	503,89**	503,89**
DP*G	6	1,71*	0,39**	2,18*	22,86**	22,86**	1,26**	2,256**	5,86**	41,36**	41,36**
DP*FP	6	0,46 ^{ns}	1,08**	1,11 ^{ns}	36,99**	36,99**	1,14**	0,84**	2,05**	92,08**	92,08**
DP*FP*G	12	3,83**	0,65**	6,55**	10,31*	10,31*	0,71**	3,28**	5,13**	160,91**	160,91**
erro 3	54	0,66	0,11	0,74	4,19	4,19	0,23	0,09	0,34	5,03	5,03
CV 1 (%)		2,83	14,36	3,19	2,65	10,85	7,56	10,84	4,18	4,37	11,25
CV 2 (%)		3,85	9,37	4,10	2,27	9,32	7,00	10,42	6,81	2,64	6,78
CV 3 (%)		6,53	10,73	5,54	2,55	10,44	6,29	9,34	5,36	3,12	8,02
Média Geral		12,46	3,04	15,49	80,38	19,62	7,69	3,26	10,95	72,01	27,98

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 8A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável altura de plantas (AP) em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1	ANO 2
Bloco	2	459,29 ^{ns}	127,19 ^{ns}
G	2	1780,94*	109,36 ^{ns}
erro 1	4	239,37	297,72
FP	2	41,70 ^{ns}	130,36*
FP*G	4	21,51 ^{ns}	86,97 ^{ns}
erro 2	12	18,54	29,71
DP	3	14,62 ^{ns}	154,21**
DP*G	6	7,81 ^{ns}	22,41 ^{ns}
DP*FP	6	11,84 ^{ns}	13,67 ^{ns}
DP*FP*G	12	11,74 ^{ns}	14,43 ^{ns}
erro 3	54	6,30	21,95
CV 1 (%)		39,31	39,79
CV 2 (%)		10,94	12,57
CV 3 (%)		6,38	10,81
Média Geral		39,35	43,36

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 9A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de fibra em detergente neutro (FDN) em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	159,69 ^{ns}	843,30*	13,83 ^{ns}	38,57 ^{ns}	408,57*	16,75 ^{ns}	26,78 ^{ns}
G	2	340,96*	228,36 ^{ns}	597,43*	83,29 ^{ns}	99,66 ^{ns}	198,25 ^{ns}	212,80*
erro 1	4	45,45	48,91	55,87	60,32	53,16	37,82	22,72
FP	2	5,48 ^{ns}	3,20 ^{ns}	76,61 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,67 ^{ns}	31,92 ^{ns}	7,61 ^{ns}
FP*G	4	8,59 ^{ns}	13,89 ^{ns}	13,10 ^{ns}	6,39 ^{ns}	6,04 ^{ns}	3,99 ^{ns}	3,20 ^{ns}
erro 2	12	9,79	13,80	41,07	14,79	10,24	8,72	6,35
DP	3	27,90*	0,66 ^{ns}	15,89 ^{ns}	0,51 ^{ns}	34,41 ^{ns}	9,64 ^{ns}	2,08 ^{ns}
DP*G	6	18,43*	11,59 ^{ns}	37,20 ^{ns}	4,01 ^{ns}	11,20 ^{ns}	8,06 ^{ns}	11,90 ^{ns}
DP*FP	6	6,99 ^{ns}	8,82 ^{ns}	25,36 ^{ns}	10,33 ^{ns}	31,46 ^{ns}	6,47 ^{ns}	3,40 ^{ns}
DP*FP*G	12	15,19*	2,63 ^{ns}	23,58 ^{ns}	5,16 ^{ns}	16,44 ^{ns}	3,66 ^{ns}	5,73 ^{ns}
erro 3	54	6,93	9,99	32,73	5,63	15,99	6,23	5,41
CV 1 (%)		8,95	9,93	9,97	9,63	9,66	8,11	6,52
CV 2 (%)		4,16	5,27	8,55	4,77	4,24	3,89	3,44
CV 3 (%)		3,50	4,49	7,63	2,94	5,30	3,29	3,18
Média Geral		75,31	70,44	74,93	80,67	75,49	75,85	73,16

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 10A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de fibra em detergente ácido (FDA) em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	48,94 ^{ns}	165,64 ^{ns}	425,93*	53,91 ^{ns}	0,42 ^{ns}	14,86 ^{ns}	1,05 ^{ns}
G	2	241,16 ^{ns}	11,46 ^{ns}	355,29*	276,87*	148,50**	233,58**	157,32*
erro 1	4	36,10	25,45	30,55	20,78	3,74	3,35	10,85
FP	2	4,47 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,72 ^{ns}	3,75 ^{ns}	4,65 ^{ns}	4,81 ^{ns}	0,56 ^{ns}
FP*G	4	7,68 ^{ns}	13,08 ^{ns}	11,83 ^{ns}	2,05 ^{ns}	4,52 ^{ns}	2,12 ^{ns}	3,08 ^{ns}
erro 2	12	8,00	5,22	3,85	4,19	1,75	1,26	4,01
DP	3	6,56 ^{ns}	1,76 ^{ns}	13,12 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,81 ^{ns}	3,79 ^{ns}	1,69 ^{ns}
DP*G	6	15,22*	2,28 ^{ns}	1,81 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,62 ^{ns}	2,17 ^{ns}	3,50 ^{ns}
DP*FP	6	1,64 ^{ns}	8,04 ^{ns}	7,77 ^{ns}	1,65 ^{ns}	3,64 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,59 ^{ns}
DP*FP*G	12	2,29 ^{ns}	6,89 ^{ns}	5,57 ^{ns}	2,68 ^{ns}	4,86*	3,21 ^{ns}	1,92 ^{ns}
erro 3	54	5,53	6,73	4,99	6,69	2,31	1,74	2,47
CV 1 (%)		20,98	15,33	15,96	12,99	5,87	5,27	11,12
CV 2 (%)		9,88	6,94	5,67	5,84	4,02	3,23	6,76
CV 3 (%)		8,21	7,88	6,45	4,67	4,61	3,80	5,29
Média Geral		28,63	32,92	34,63	35,08	32,94	34,72	29,64

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 11A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	449,99 ^{ns}	241,82*	559,31 ^{ns}	92,99 ^{ns}	123,72 ^{ns}	197,47 ^{ns}	70,57 ^{ns}
G	2	654,29 ^{ns}	2242,62**	556,51 ^{ns}	7,43 ^{ns}	880,37**	1323,43*	1063,94*
erro 1	4	95,48	30,75	80,24	68,34	24,08	58,04	53,14
FP	2	10,80 ^{ns}	30,624 ^{ns}	37,56 ^{ns}	16,14 ^{ns}	4,80 ^{ns}	9,97 ^{ns}	1,16 ^{ns}
FP*G	4	16,34 ^{ns}	7,17 ^{ns}	9,32 ^{ns}	31,11 ^{ns}	21,02 ^{ns}	8,28 ^{ns}	29,60 ^{ns}
erro 2	12	15,88	16,26	35,18	20,79	13,06	12,80	17,94
DP	3	27,93 ^{ns}	7,90 ^{ns}	6,10 ^{ns}	7,93 ^{ns}	6,31 ^{ns}	3,94 ^{ns}	27,46 ^{ns}
DP*G	6	9,10 ^{ns}	17,77 ^{ns}	10,18 ^{ns}	32,34 ^{ns}	8,09 ^{ns}	10,28 ^{ns}	26,74*
DP*FP	6	13,55 ^{ns}	12,18 ^{ns}	7,77 ^{ns}	20,96 ^{ns}	18,44 ^{ns}	28,30*	46,76**
DP*FP*G	12	14,34 ^{ns}	19,40 ^{ns}	14,75 ^{ns}	16,03 ^{ns}	14,33 ^{ns}	12,80 ^{ns}	15,07 ^{ns}
erro 3	54	14,19	17,39	11,32	18,25	11,27	10,98	10,70
CV 1 (%)		15,14	9,89	13,29	18,41	8,49	13,13	11,80
CV 2 (%)		6,18	7,19	8,80	10,15	6,25	6,17	6,85
CV 3 (%)		5,84	7,44	4,99	9,51	5,81	5,71	5,29
Média Geral		64,54	56,07	67,42	44,91	57,79	58,03	61,80

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 12A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de N em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	0,095 ^{ns}	0,474 ^{ns}	0,519*	0,013**	0,763 ^{ns}	2,328*	0,167 ^{ns}
G	2	0,539 ^{ns}	0,871 ^{ns}	3,382**	0,003*	1,751 ^{ns}	1,742*	1,933*
erro 1	4	0,267	0,194	0,046	0,0003	0,298	0,181	0,213
FP	2	0,096 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,038*	0,219 ^{ns}	0,467*	0,348**
FP*G	4	0,039 ^{ns}	0,114 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,171 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,039 ^{ns}
erro 2	12	0,043	0,041	0,047	0,008	0,102	0,105	0,033
DP	3	0,057 ^{ns}	0,124 ^{ns}	0,113*	0,039**	0,120 ^{ns}	0,203 ^{ns}	0,012 ^{ns}
DP*G	6	0,004 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,094*	0,00003 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,091 ^{ns}	0,051 ^{ns}
DP*FP	6	0,004 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,112**	0,094 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,046 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,078 ^{ns}	0,081*	0,059 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,246 ^{ns}	0,046 ^{ns}
erro 3	54	0,035	0,035	0,037	0,0063	0,163	0,153	0,046
CV 1 (%)		17,13	17,07	6,77	1,28	20,93	18,14	18,33
CV 2 (%)		6,85	7,38	6,82	6,46	12,28	13,79	7,23
CV 3 (%)		6,20	6,85	6,10	5,80	15,50	16,69	8,49
Média Geral		3,02	2,74	3,17	1,37	2,61	2,34	2,52

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 13 A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de P em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	0,008 ^{ns}	0,035*	0,0005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,001 ^{ns}
G	2	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,021**	0,019**
erro 1	4	0,002	0,002	0,009	0,003	0,009	0,0007	0,0006
FP	2	0,001*	0,001 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,021*	0,0003 ^{ns}	0,001 ^{ns}
FP*G	4	0,001*	0,005*	0,001 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
erro 2	12	0,0003	0,001	0,001	0,0003	0,003	0,001	0,0007
DP	3	0,002**	0,001*	0,002**	0,0004 ^{ns}	0,018**	0,012**	0,009**
DP*G	6	0,0003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
DP*FP	6	0,0002 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,002*	0,002*	0,0004 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001*	0,0001 ^{ns}	0,004**	0,0005 ^{ns}	0,001*
erro 3	54	0,0003	0,0004	0,0005	0,0002	0,0007	0,0006	0,0003
CV 1 (%)		19,70	19,45	31,02	50,48	48,62	9,84	10,42
CV 2 (%)		7,30	14,60	7,92	15,22	26,65	13,89	11,39
CV 3 (%)		7,87	7,99	7,23	13,68	13,23	9,06	6,85
Média Geral		0,23	0,24	0,31	0,11	0,19	0,26	0,24

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 14A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis concentração do P total, do P inorgânico e do P orgânico.

FV	GL	P total	P inorgânico	P orgânico
Bloco	2	0,130 ^{ns}	0,508 ^{ns}	0,126 ^{ns}
G	2	20,198**	9,603**	30,396**
erro 1	4	0,255	0,321	0,068
FP	2	0,182 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,442 ^{ns}
FP*G	4	3,242**	0,273 ^{ns}	4,522**
erro 2	12	0,159	0,155	0,168
DP	3	2,009**	0,409 ^{ns}	0,681*
DP*G	6	4,324**	0,943**	3,363**
DP*FP	6	2,389**	0,505*	2,490**
DP*FP*G	12	5,756**	0,332*	6,065**
erro 3	54	0,214	0,152	0,162
CV 1 (%)		9,94	21,34	10,81
CV 2 (%)		7,86	14,83	16,95
CV 3 (%)		9,13	14,68	16,63
Média Geral		5,08	2,65	2,42

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses P.

Tabela 15A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de K em dois anos de avaliação.

Fonte de Variação	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	1,409 ^{ns}	2,816*	1,119 ^{ns}	0,151*	0,502 ^{ns}	1,664**	0,442 ^{ns}
G	2	4,318*	1,283 ^{ns}	1,917 ^{ns}	1,593**	0,209 ^{ns}	6,619**	2,903**
erro 1	4	0,254	0,215	0,314	0,017	0,401	0,033	0,114
FP	2	0,153 ^{ns}	0,322 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,155 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,494*
FP*G	4	0,033 ^{ns}	0,248 ^{ns}	0,061 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,130 ^{ns}
erro 2	12	0,061	0,098	0,063	0,053	0,0604	0,043	0,099
DP	3	0,022 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,142 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,119 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,115*
DP*G	6	0,005 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,054 ^{ns}
DP*FP	6	0,063 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,0102 ^{ns}	0,075**	0,031 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,027 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,064 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,0401 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,076*
erro 3	54	0,053	0,058	0,054	0,0206	0,0451	0,036	0,037
CV 1 (%)		22,81	19,38	22,75	9,89	29,61	8,10	20,70
CV 2 (%)		11,20	13,11	10,21	17,47	11,49	9,14	19,30
CV 3 (%)		10,45	10,05	9,45	10,91	9,94	8,44	11,87
Média Geral		2,21	2,39	2,46	1,31	2,14	2,26	1,63

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 16A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de Ca em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	0,081**	0,153 ^{ns}	0,366*	0,139 ^{ns}	0,078 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,0411 ^{ns}
G	2	0,399**	0,227*	0,188 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,209*	0,170*	0,171 ^{ns}
erro 1	4	0,001	0,022	0,037	0,019	0,011	0,013	0,036
FP	2	0,004 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,014 ^{ns}
FP*G	4	0,003 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,012 ^{ns}
erro 2	12	0,0101	0,004	0,005	0,011	0,008	0,005	0,008
DP	3	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,006*
DP*G	6	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}
DP*FP	6	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,005	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}
erro 3	54	0,003	0,001	0,002	0,004	0,004	0,002	0,002
CV 1 (%)		5,37	35,08	31,42	28,35	18,69	27,08	30,85
CV 2 (%)		13,59	15,35	12,03	20,88	15,50	16,94	14,99
CV 3 (%)		7,28	9,37	7,90	13,65	11,75	10,73	6,79
Média Geral		0,74	0,42	0,61	0,49	0,60	0,42	0,61

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.

Tabela 17A – Fontes de variação (FV), números de graus de liberdade (GL) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para a variável teor de Mg em dois anos de avaliação.

FV	GL	ANO 1				ANO 2		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Seca	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloco	2	0,003 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,004*	0,002 ^{ns}
G	2	0,008*	0,007 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,027**	0,009 ^{ns}	0,008*	0,019*
erro 1	4	0,001	0,002	0,005	0,0007	0,001	0,0004	0,001
FP	2	0,002*	0,0005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,004*	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}
FP*G	4	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}
erro 2	12	0,0005	0,001	0,002	0,0005	0,0006	0,0009	0,002
DP	3	0,0006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,003**	0,003**
DP*G	6	0,0004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0009 ^{ns}
DP*FP	6	0,0003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
DP*FP*G	12	0,0003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0003	0,0007*	0,0004 ^{ns}	0,000 ^{ns}
erro 3	54	0,0004	0,0007	0,0004	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005
CV 1 (%)		13,38	18,07	27,45	18,54	18,04	9,72	14,08
CV 2 (%)		10,07	16,26	15,56	15,39	11,60	15,65	19,05
CV 3 (%)		8,71	10,51	8,07	10,01	8,77	10,60	9,66
Média Geral		0,23	0,24	0,26	0,14	0,21	0,19	0,23

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo. G = gramíneas; FP= fontes de P; DP= doses de P.