

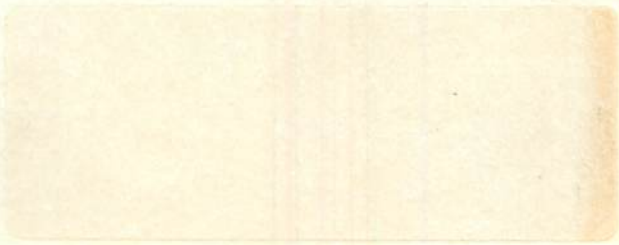


WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA



MÉTODOS DE MANEJO EM CAMBISSOLO DISTROFICO
(EPIALICO) PARA A IMPLANTAÇÃO DE GRAMINEAS
FORRAGEIRAS EM PASTAGENS NATIVAS DA MICROR-
REGIÃO CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obten-



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - M.G.

[REDACTED]

WETTERAU GERALDES TEIXEIRA

[REDACTED]

MÉTODOS DE MANEJO EM CAMBISSOLO DISTRÓFICO
(EPIALCO) PARA A IMPLANTAÇÃO DE GRAMINEAS
FORRAGEIRAS EM PASTAGENS NATIVAS DA MICRO-
REGIÃO CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)

Plantação apresentada à Escola Superi-
or de Agricultura de Lavras como parte
das atividades do curso de Pós-Graduação
em Agronomia, área de concentração em
Zootecnia e Nutrição de Ruminantes, para obten-
ção do título de Mestre em Zootecnia.

[REDACTED]

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

1998

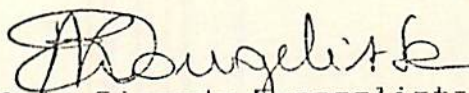
MÉTODOS DE MANEJO EM CAMBISSOLO DISTROFICO (EPIALICO) PARA A
IMPLANTAÇÃO DE GRAMINEAS FORRAGEIRAS EM PASTAGENS NATIVAS DA
MICRORREGIÃO CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)

Aprovada:

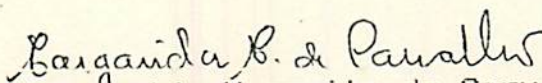


Prof. Nilton Curi

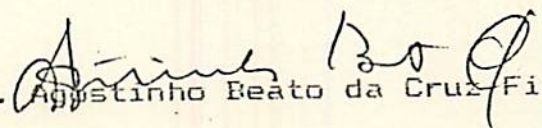
Orientador



Prof. Antônio Ricardo Evangelista



Pesq. Margarida Mesquita de Carvalho



Pesq. Agostinho Beato da Cruz Filho

AGRADECIMENTOS

A DEUS

A MINHA FAMILIA

A ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS, pela oportunidade de realizar o curso.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso.

Ao Prof. NILTON CURI pela amizade, orientação, estímulo e acima de tudo pelo exemplo profissional e humano.

Ao Prof. ANTONIO RICARDO EVANGELISTA e pesquisadores MARGARIDA MESQUITA DE CARVALHO e AGOSTINHO DA CRUZ FILHO pela orientação, colaboração e ajuda prestadas.

AOS PROFESSORES, FUNCIONARIOS E COLEGAS DA ESAL E DA CIDADE DE LAVRAS, com os quais convivi e não me atrevo a relacionar com temor de injustiça pela omissão de algum nome, mas que certamente contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

MUITO OBRIGADO

SUMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Caracterização da Microrregião dos Campos da Mantiqueira	04
2.1.1. Solos	05
2.1.2. Vegetação	06
2.2. Pastagens Nativas	08
2.2.1. Melhoramento de Pastagens Nativas	10
2.2.2. Prática da Queimada	11
2.2.3. Redução da Competição e Manejo do Solo ..	13
2.2.4. Escolha de Espécies Forrageiras para o Melhoramento das Pastagens Nativas	15

3. MATERIAL E METODOS	21
3.1. Localizaçã _o	21
3.2. Características Geográficas e Climáticas do Município de São João Del Rei	21
3.3. Caracterização do Solo da Area do Experimento ...	22
3.4. Delineamento Experimental	23
3.5. Instalação e Condução do Experimento	25
3.5.1. Calagem e Adubação	26
3.5.2. Avaliação, Coleta e Análises da Forragem .	29
3.5.3. Coleta e Análises do Solo	31
3.6. Análises Estatísticas	32
4. RESULTADOS E DISCUSSAO	33
4.1. Análises Químicas do Solo	33
4.1.1. pH do Solo	33
4.1.2. Fósforo Disponível (P)	37
4.1.3. Potássio Disponível (K)	42
4.1.4. Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) Trocáveis	43
4.1.5. Matéria Orgânica	46
4.1.6. Alumínio Trocável (Al) e Saturação por Alumínio (m)	48
4.2. Teores de Minerais na Parte Aérea das Forragens .	51
4.2.1. Teor de Nitrogênio (N)	51
4.2.2. Teor de Fósforo (P)	55
4.2.3. Teor de Potássio (K)	58

4.2.4. Teor de Cálcio (Ca)	61
4.2.5. Teor de Magnésio (Mg)	63
4.2.6. Teor de Enxofre (S)	66
4.3. Produção de Matéria Seca (MS)	69
4.4. Número, Altura e Participação Relativa das Gramíneas Introduzidas	74
5. RESUMO	77
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS	81
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	85
APENDICE	99

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Teor de nitrogênio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	52
2	Teor de fósforo na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	56
3	Teor de potássio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	60
4	Teor de cálcio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	62

Figura		Página
5	Teor de magnésio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	65
6	Teor de enxofre na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.....	67
7	Produção de matéria seca da parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação..	71
8	Número de gramíneas introduzidas por metro quadrado, em quatro épocas de avaliação.....	74
9	Altura das gramíneas introduzidas, em duas épocas de avaliação.....	75
10	Percentagem relativa das gramíneas introduzidas na composição botânica da forragem ...	76

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Caracterização física da amostra de material de solo de Cambissolo da microrregião dos Campos da Mantiqueira	22
2	Caracterização química de amostra de material de solo de Cambissolo da microrregião dos Campos da Mantiqueira	23
3	Identificação dos tratamentos utilizados em relação ao sistema de manejo adotado	24
4	Características dos fertilizantes e calcário utilizados	28

Quadro

Página

5	Quantidades de calcário e fertilizantes fosfatado e potássico utilizadas nos diversos tratamentos	28
6	Valores de pH em água no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	33
7	Valores de fósforo disponível (ppm) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	37
8	Valores de potássio disponível (ppm) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	42
9	Valores de cálcio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	44
10	Valores de magnésio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	44

Quadro

Pagina

11	Teor de matéria orgânica (%) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	46
12	Valores de alumínio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	48
13	Saturação por alumínio trocável (%) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem	49

1. INTRODUÇÃO

A baixa produtividade do rebanho leiteiro da microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG), se deve, em parte, à limitada quantidade e qualidade da forragem, oriunda predominantemente de pastagens nativas, que geralmente estão implantadas em solos com sérios problemas físicos (Cambissolos) e químicos (Cambissolos e Latossolos), especialmente os primeiros solos.

As classes de solo predominantes nos Campos da Mantiqueira são representadas pelos Cambissolos e Latossolos, originados de gnaisses e rochas pelíticas pobres. (BRASIL, 1963 e CURI et alii, 1993).

A baixa fertilidade natural e a elevada saturação por alumínio apresentadas pelos Cambissolos derivados de rochas pelíticas pobres nessa região (CURI, 1991), conjuntamente com condições físicas desfavoráveis (teores consideráveis de silte + areia muito fina, pouca profundidade do solum e disposição das rochas pelíticas em estratos horizontalizados) destes sistemas

agricolas fazem com que a cobertura vegetal, naturalmente muito pobre, seja destruída com bastante facilidade e com pouca possibilidade de recuperação sob condições naturais (ALMEIDA, 1979). Os elevados teores de silte e areia fina são responsáveis pela formação na superfície do solo, de uma camada de baixa permeabilidade denominada encrostamento (RESENDE, 1982). Concomitantemente a esses aspectos, a ocorrência desses Cambissolos em relevo movimentado os torna altamente susceptíveis ao processo erosivo.

Na tentativa de incorporação mais efetiva desses solos ao sistema produtivo, um programa de pesquisa interinstitucional e multidisciplinar (ESAL - EMBRAPA/CNPGL - EPAMIG) vem se desenvolvendo na região.

O melhoramento das pastagens nativas como alternativa para aumentar sua produtividade reveste-se de importância por: (a) manter a estrutura do solo; (b) não eliminar as espécies nativas que podem propiciar melhores condições de germinação às espécies introduzidas que o solo desnudo (BARRETO et alii, 1980) e, em determinadas condições, podem contribuir para melhorar a composição da forragem (GOMIDE, 1986); (c) atenuar os riscos de erosão que são grandes, quando o solo está descoberto na formação de pastagens em áreas movimentadas e (d) principalmente por envolver menores custos, pela adoção de níveis mais baixos de manejo e pela maximização da eficiência dos insumos pela introdução de espécies produtivas mais tolerantes às deficiências

de fertilidade do solo, conseguindo-se razoáveis produções (SANCHEZ & SALINAS, 1981).

O presente trabalho realizado em condições de campo em Cambissolo álico, relevo ondulado, sob pastagem nativa, teve como objetivos : (a) avaliar a introdução de *Andropogon gayanus* e *Brachiaria brizantha* em relação a diferentes sistemas de manejo visando a melhoria das pastagens nativas; (b) verificar a resposta das forrageiras nativas aos sistemas de manejo testados e (c) subsidiar programas de melhoramento dessas pastagens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização da Microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG)

A microrregião dos Campos da Mantiqueira, está localizada na região dos Campos das Vertentes que tem como principal atividade produtiva a pecuária de leite, situando-se entre as principais regiões produtoras do Estado de Minas Gerais (FIBGE, 1984). Esta região é dividida em duas microrregiões homogêneas: os Campos da Mantiqueira e Formiga.

A baixa produtividade do rebanho leiteiro na microrregião dos Campos da Mantiqueira se deve, em parte, à limitada quantidade e qualidade das forragens. A baixa fertilidade natural dos solos tem sido assinalada como o fator mais limitante para a produção e qualidade das forragens (CIAT, 1982 e SOARES & MACEDO, 1991).

2.1.1. Solos

As classes de solo predominantes nos Campos da Mantiqueira é representada pelos Cambissolos e Latossolos, originados de gnaisses e rochas pelíticas pobres (BRASIL, 1983 e CURI et alii, 1993).

Solos rasos originados de rochas pelíticas pobres ocupam uma grande extensão territorial em Minas Gerais, bem como em outros Estados. Somente em território mineiro, eles perfazem aproximadamente 901.460 ha, representando cerca de 15% da sua área total (ALMEIDA & RESENDE, 1985).

As rochas pelíticas, em geral, são pobres em elementos nutrientes, dando origem, em consequência, via de regra, a solos pobres em cálcio, magnésio e fósforo e apresentando grande acidez, principalmente quando jovens (ALMEIDA & RESENDE, 1985).

A baixa fertilidade natural e a elevada saturação por alumínio apresentada por tais Cambissolos nesta região (CURI, 1991), conjuntamente com condições físicas desfavoráveis (altos teores de silte, pouca profundidade do solum e disposição das rochas pelíticas em estratos horizontalizados), observados em ambientes agrícolas semelhantes, fazem com que a cobertura vegetal, naturalmente muito pobre, seja destruída com bastante facilidade e com poucas possibilidades de recuperação sob condições naturais (ALMEIDA, 1979).

Os elevados teores de silte são responsáveis pela formação, na superfície dos Cambissolos, de uma camada de baixa permeabilidade, denominada encrostamento (RESENDE, 1982), que reduz em muito a infiltração destes solos. Concomitantemente a estes aspectos, a ocorrência dos Cambissolos em relevo movimentado é altamente desfavorável à sobrevivência de plantas forrageiras e à produtividade do solo, pela redução das reservas de água no solo e perda das camadas superficiais de solo pela erosão. Aliado a isto, aparece a vegetação expositora (campestre, campo cerrado ou sujo) comum nestes solos e a pouca estabilidade das sementes, que são carregadas pelas primeiras chuvas (MOURA et alii, 1990; CURI, 1990 e CURI, 1991).

O uso agrícola atual das áreas desses Cambissolos é, na sua quase totalidade, com pastagens nativas, ocorrendo já em muitas áreas, sinais de degradação do ambiente.

2.1.2. Vegetação

As pastagens nativas são caracterizadas por uma grande diversidade florística, uma marcante estacionalidade da produção forrageira e conseqüentemente um baixo potencial de produção bovina (NEIVA, 1990).

Nas pastagens nativas de campo da microrregião Campos da Mantiqueira as gramíneas identificadas foram principalmente espécies das famílias Poaceae, Fabaceae, Asteraceae,

Caesalpinaceae e Rubiaceae, sendo que as espécies predominantes e que contribuem com maior porcentagem na composição da biomassa são as seguintes: *Diandrostachya chrysotrix* (Nees) Jacq. e Felix, *Echinolaena inflexa* (Poir) Chase, *Paspalum plicatulum* Mich e *Andropogon leucostachyus* H.B.K (QUINTAO & CRUZ FILHO, 1989).

A extrapolação de resultados de pesquisa da área experimental, para a aplicação prática, em estudos de pastagens nativas, quase sempre é dificultada pela heterogeneidade ambiental. Daí, reveste-se de importância a identificação de atributos que apresentem um certo grau de homogeneidade, a fim de tornar viável a transferência dos resultados. Neste contexto, a caracterização das espécies predominantes é de extrema importância, sendo reflexo da composição química (GOODLAND & FERRI, 1979 e LOPES & COX, 1977), e mineralógica do solo, que irá refletir-se na capacidade do solo em suprir os nutrientes para a solução do solo e, principalmente, a disponibilidade de água, que constitui um dos principais fatores na determinação da cobertura vegetal. A exposição, o declive e as características físicas do solo têm uma importância indireta, uma vez que podem influenciar a umidade do solo.

Os atributos do solo, de fácil visualização no campo, são também de extrema importância neste processo de transferência do conhecimento (RESENDE et alii, 1988), sendo que os Cambissolos nos Campos da Mantiqueira sob vegetação expositora do solo, geralmente apresentam topografia movimentada, presença de

ravinamentos e pouca profundidade do solo (CURI, 1991 e CURI et alii, 1992b).

2.2. Pastagens Nativas

No Brasil, são consideradas como pastagens nativas as áreas de cerrado, campo, caatinga, pantanal mato-grossense, áreas de matas usadas como "soltas", áreas do sul do país conhecidas como "planícies do sul" e áreas montanhosas. A área total de pastagens nativas no Brasil é de aproximadamente 113.897.357 ha, sendo que em Minas Gerais esta área é estimada em 21.430.779 ha (FIBGE, 1982).

Estas pastagens estão localizadas em diferentes condições edafoclimáticas não permitindo a extrapolação dos resultados de pesquisa de forma generalizada. Alguns trabalhos vem sendo conduzidos de forma a caracterizar e experimentar diferentes formas de uso e manejo nas várias regiões do Brasil (VILELA et alii, 1978; RAMOS et alii, 1981; FONTANELI & JACQUES, 1986; TOMASINI et alii, 1987; FONTANELI & JACQUES, 1988 e SILVA et alii, 1992).

É interessante ressaltar que países mais desenvolvidos no setor agropecuário, como os Estados Unidos e Austrália, que já dispõem de tecnologia agrícola bastante avançada, não substituíram integralmente suas pastagens nativas por cultivadas mas continuam manejando e explorando o mais adequadamente

possível as pastagens nativas como importantes componentes do processo de produção animal (SANTOS et alii, 1980). As pastagens nativas melhoradas são as fontes mais econômicas de alimento para os rebanhos na produção de carne, leite e lã em Israel, Austrália e Rússia (BARRETO et alii, 1980).

A substituição das pastagens nativas por cultivadas, embora seja viável ao nível de algumas propriedades não o será para o total das pastagens nativas do cerrado do Brasil, em decorrência do aspecto econômico (relação custo/benefício), (BARRETO et alii, 1980).

A alimentação dos bovinos nos cerrados da região Centro-Oeste e Estado de Minas Gerais, depende, quase que exclusivamente do consumo "in natura" da forragem de cerca de 84% de pastagens nativas e 16% de pastagens cultivadas (SANTOS et alii, 1980).

Apesar da grande maioria do rebanho brasileiro estar lotado em pastagens nativas, estas apresentam baixa capacidade de suporte (0,2 a 0,6 U.A./ha) e a escassez de forragem durante a seca acentua este problema (KORNELIUS et alii, 1979). Isto deve-se à produção destas pastagens seguir de perto a curva de precipitação pluviométrica, determinando uma maior disponibilidade quantitativa e qualitativa da forragem no período de maior precipitação (ESCUDE & MACEDO, 1980 e ANDRADE & LEITE, 1988).

2.2.1. Melhoramento de Pastagens Nativas

O melhoramento de pastagens nativas, como alternativa para aumentar sua produtividade reveste-se de importância, principalmente por envolver baixos custos, manter a estrutura do solo e não eliminar as espécies nativas que, em determinadas condições, podem contribuir para melhorar a composição da forragem (BARRETO et alii, 1980). A manutenção das espécies nativas pode ser importante pelas amplas condições de adaptação que estas apresentam; o solo, juntamente com o clima, condicionam as espécies forrageiras mais adaptadas a uma região e, conseqüentemente, a produtividade das pastagens (GOMIDE, 1986).

Outros aspectos importantes na manutenção da pastagem nativa, citados por BARRETO et alii, (1980), são: (a) estas podem propiciar às espécies introduzidas melhores condições de germinação que o solo desnudo; (b) podem responder às melhorias de manejo e adubação e (c) são de grande importância em solos sujeitos à erosão.

Diversas tem sido as tentativas de tornar mais eficiente o processo de exploração destas pastagens, havendo a possibilidade de melhorar a qualidade nutricional das mesmas, através de diversas práticas de manejo. Alguns exemplos destas práticas seriam: a queima, a ressemeadura artificial de espécies nativas mais nutritivas ou mais consumidas e a introdução de espécies exóticas (ANDRADE & LEITE, 1988). Estas práticas, isoladamente ou

em conjunto, compõem um sistema de uso e manejo denominado melhoramento de pastagens nativas.

2.2.2. Prática da Queimada

Entre as práticas de manejo visando a melhoria de pastagens nativas a queima constitui-se na única prática largamente adotada. Com ela objetiva-se a renovação de partes vegetativas não consumidas e lignificadas do extrato herbáceo, provocando um rebrote de melhor qualidade e ainda o controle do crescimento de arbustos (ANDRADE & LEITE, 1988).

A prática da queimada periódica em pastagens nativas é adotada em diversos países que utilizam estas pastagens (SANCHES, 1982). Os ditos danos causados por esta prática muitas vezes advém da interpretação de dados obtidos de ecossistemas muito diferentes dos que ocorrem nas pastagens nativas de campo. Os efeitos da queima são específicos para cada ecossistema e a extrapolação de resultados requer acentuado cuidado, para se evitar enganos (SANTOS et alii, 1992a).

Avaliações do efeito da queima na produção da forragem, no valor nutritivo e em alguns parâmetros químicos de Cambissolo, na microrregião dos Campos da Mantiqueira, foram realizados por NEIVA (1990), verificando que nas áreas queimadas o teor de proteína bruta nas forrageiras aumentava, mas por um período curto de tempo, dados que concordam com os obtidos por outros

autores (SANTOS et alii, 1980; FONTANELI & JACQUES, 1988 e ANDRADE & LEITE, 1988), sendo que a produção de matéria seca declinava. Isto também foi observado por CORREA & ARONOVICH (1979), os quais detectaram que em áreas queimadas o início do pastejo tinha de ser retardado, pelo lento crescimento inicial da pastagem. Não se verificaram alterações substanciais nos parâmetros químicos do solo avaliados por NEIVA (1990). Isto pode ser justificado pelas pesquisas realizadas por CURI et alii, (1992a), que constataram que a quantidade de nutrientes incorporada ao solo pelas cinzas nestas pastagens é baixa (Ca = 2,19; Mg = 1,13; K = 2,24 e P = 0,37 Kg/ha).

Depreende-se destes dados que a prática da queima neste sistema visando aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas não se justifica, podendo inclusive acentuar o processo de degradação ambiental pelo alto potencial de perdas do solo por erosão nestas pastagens no período entre a queima e a rebrota do pasto, onde verificou-se que a simples manutenção da vegetação de campo nativo reduz as perdas de solo em 85% em relação ao solo descoberto (SANTOS et alii, 1992b).

Em avaliações realizadas no segundo ano após a queima, não constataram-se alterações expressivas sobre o potencial forrageiro das pastagens, bem como no seu valor nutritivo. Também não se verificaram alterações nas propriedades químicas do solo, o que ajuda a explicar o fato da maioria dos agricultores desta microrregião efetuar a queima destas pastagens a cada dois anos (ANDRADE, 1992).

A queimada nestas pastagens visa principalmente viabilizar o seu uso, pois em seu estado natural o baixo valor nutritivo apresentado pode limitar a sua ingestão pelos animais, e a limpeza mecanizada das pastagens tem impedimentos pela topografia acidentada e os elevados custos.

As sucessivas queimadas em solos de topografia acidentada, nas regiões da Zona da Mata e Vale do Rio Doce, têm ocasionado mudanças das características físicas do solo levando à substituição das espécies que originalmente ocupavam a área por outras que se adaptam melhor às novas condições surgidas do constante emprego do fogo (BARUQUI et alii, 1985).

2.2.3. Redução da Competição e o Manejo do Solo

O preparo do solo no processo de formação da pastagem visa principalmente reduzir ou eliminar a competição exercida pelas espécies nativas e principalmente de plantas invasoras, e melhorar as condições do solo para facilitar a germinação, a penetração da radícula e o enraizamento da planta, bem como dar condições para a incorporação de adubos e corretivos (CRUZ FILHO, 1990).

O melhoramento das pastagens nativas através da introdução de forrageiras de clima temperado tem alcançado algum sucesso no sul do Brasil (KORNELIUS, 1985). Na região dos cerrados os melhores resultados dos poucos trabalhos existentes, em geral

estão associados a métodos que acarretam algum revolvimento do solo, com a destruição parcial da vegetação nativa existente, associada à adubação (ANDRADE, 1986). Os fatores mais limitantes à introdução de espécies melhoradas nas áreas de cerrado têm sido citados como a baixa fertilidade do solo (KORNELIUS, 1985) e estacionalidade das chuvas (SALINAS & GUALDRON, 1988).

No sistema de melhoramento de pastagens o preparo do solo poderá ser apenas parcial sendo a proporção de solo preparado para o plantio reduzida, como é o caso de plantio em faixas alternadas, covas e sulcos. O preparo parcial deve ser recomendado para a formação/recuperação de pastagens em áreas de topografia inclinada, pois a remoção total da vegetação tornaria o solo desnudo muito susceptível à erosão (CRUZ FILHO, 1985 e SANTOS et alii, 1992b).

A competição exercida pela vegetação nativa, não eliminada pelo cultivo, deverá ser controlada, a fim de garantir a sobrevivência das espécies introduzidas. A introdução de capim-gordura e estilosantes em Litossolo distrófico, em sulcos adubados (76 Kg/ha P_2O_5), proporcionou um aumento do ganho de peso vivo de novilhos azebuados por hectare de 3,91 vezes em relação ao campo nativo (VILELA et alii, 1978). Em trabalho semelhante de introdução de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e leguminosas em pastagens nativas verificou-se a vantagem do preparo de solo, pois a destruição parcial das gramíneas nativas, no processo de gradagem e a sua lenta recuperação permitiu o

estabelecimento das espécies forrageiras introduzidas (EMBRAPA, 1976). A queima também se mostra eficiente na redução da competição principalmente quando associada a outras práticas como a gradagem, sulcamento e coveamento (CRUZ FILHO, 1990).

O preparo do solo (covas, sulcos e faixas) associado à queima para implantação de leguminosas em pastagens de capim-gordura, em Latossolo Vermelho Amarelo, mostrou ser mais eficiente que o pastejo pesado, assegurando um bom estabelecimento das leguminosas (COSER & CRUZ FILHO, 1989).

Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos visando o estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em pastagens degradadas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Observou-se que a queima proporcionou um controle mais eficiente da vegetação nativa; entretanto, quando o plantio foi feito em faixas alternadas ou em sulcos, a prática do pastejo pesado proporcionou resultados semelhantes, sem expor o sistema aos efeitos da queimada (CRUZ FILHO et alii, 1986).

2.2.4. Escolha das Espécies Forrageiras para o melhoramento das pastagens nativas

As pastagens nativas geralmente oferecem pouco material forrageiro de boa qualidade, sendo comum que a deficiência proteica destas forragens seja o fator mais limitante à performance do rebanho durante a estação seca (MILLER & STOCKWELL, 1991).

A introdução de espécies mais produtivas em pastagens nativas, respeitando as suas exigências edafoclimáticas, resulta em sensíveis aumentos de produtividade (GARCIA, 1988).

Na maioria dos trabalhos com introdução de espécies forrageiras na região dos cerrados, no melhoramento de pastagens nativas, há a associação de leguminosas com gramíneas (ANDRADE, 1985; CIAT, 1990 e LASCANO, 1991). Contudo as leguminosas são muito mais exigentes em fertilidade do solo quando comparadas às gramíneas (GARDNER & ALVIM, 1985). Este fato associado aos altos requerimentos de manejo do pastejo com leguminosas (LASCANO, 1991), são provavelmente as principais razões para explicar a inexpressiva presença e conseqüentemente a restrita utilização de leguminosas em pastagens.

A principal limitação da formação de pastagens exclusivas com gramíneas seria a deficiência de nitrogênio nestes sistemas, com a queda da produtividade das forrageiras com o tempo de exploração.

A reposição do nitrogênio ao solo através da adubação mineral, deve ser analisada cuidadosamente, apesar de se ter relatos de relações econômicas na aplicação de até 400Kg de N/ha em fazendas manejadas intensivamente na Europa (GARDNER & ALVIM, 1985).

A reciclagem do nitrogênio em ecossistemas de pastagens é grande, sendo o mesmo retornado aos solos nos resíduos das plantas e excreções dos animais. Um animal de engorda pode

excretar mais de 90% do N ingerido e uma vaca leiteira cerca de 75% (Walker, citado por SPAIN & SALINAS, 1985).

A adição de N aos sistemas de pastagem através da fixação biológica deste elemento, pelas associações de bactérias fixadoras com gramíneas e bactérias de vida livre tem sido demonstrada em vários trabalhos, estando a maximização deste sistema na dependência de estudos e tecnologias mais apropriadas (CARVALHO, 1986 e SIQUEIRA & FRANCO, 1988), podendo ser futuramente uma importante prática no manejo sustentado das pastagens.

As prováveis perdas de N pelas queimadas também são atenuadas pela reduzida quantidade de N que fica na parte aérea da planta, ao final da época seca (quando elas normalmente são queimadas) (NORMAN, 1963).

Para a escolha das gramíneas a serem introduzidas em determinado sistema de pastagem, algumas características podem ser enumeradas: (a) tolerância as deficiências do solo; (b) alta produção de forragem; (c) bom valor nutritivo; (d) persistência; (e) capacidade para associar-se a outras espécies desejáveis e (f) fácil propagação e estabelecimento. Podem ainda serem citados como componentes a serem considerados: tolerância às geadas, ao calor e à seca, resistência a doenças e insetos, tolerância ao pastejo e boa produção de sementes (GARCIA, 1988), sendo em algumas situações a tolerância ao fogo um fator a ser analisado (HERNANDEZ, 1987).

As gramíneas *Brachiaria brizantha* e *Andropogon gayanus* vêm impondo-se pelos resultados obtidos quando da sua implantação nos solos ácidos e pobres do cerrado (ROCHA, 1986). Estas duas gramíneas apresentam tolerância a solos secos e de baixa fertilidade natural (MITIDIERI, 1983 e ROCHA & EVANGELISTA, 1991), elevada resistência ao ataque de cigarrinhas (*Deois flavopicta*) (COSENZA, 1988), e potencial de fixação biológica de nitrogênio (OLIVEIRA & SOUTO, 1986).

Em áreas movimentadas as espécies a serem introduzidas também deverão proporcionar boa cobertura ao solo e serem adaptadas às condições edafoclimáticas da região. Pesquisas realizadas pela EMBRAPA/CNPGL na Zona da Mata (MG) com o objetivo de identificar tais espécies, mostraram que a *Setaria sphacelata*, *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* foram as que melhor associaram a eficiência da cobertura do solo com alto potencial para produção de forragem (BOTREL et alii, 1988).

Durante a época seca, quando há uma queda nas taxas de crescimento, o *Andropogon gayanus* e a *Brachiaria brizantha* mostraram as menores reduções na produção de matéria seca em comparação com outras gramíneas, em solos ácidos da Índia (SING et alii, 1972). Resultados semelhantes foram encontrados na região da Zona da Mata, MG, onde estas gramíneas apresentaram bom potencial para produção de forragem no período da seca (BOTREL et alii, 1987).

A resistência à seca e a habilidade do *Andropogon gayanus* em retirar os minerais para sua nutrição em solos pobres é devida provavelmente ao sistema radicular profundo e denso (GOEDERT et alii, 1985).

O *Andropogon gayanus* apresenta como principal limitação o seu lento crescimento inicial, possibilitando a competição acentuada de espécies nativas e aumentando a susceptibilidade do sistema à erosão. Esta característica entretanto parece ser uma estratégia de adaptação a solos com baixa disponibilidade de nutrientes (LONERGAN, 1978 e CLARKSON, 1985). O seu hábito de crescimento (cespitoso) pode ser uma desvantagem em relação à cobertura do solo (BOTREL et alii, 1987), mas apresenta vantagens quanto à possibilidade de associação em plantios com leguminosas (GROF, 1981).

Na introdução de gramíneas no melhoramento das pastagens deve-se considerar duas fases nos aspectos relacionados às exigências nutricionais das espécies: (a) fase de estabelecimento e (b) fase de manutenção da pastagem estabelecida.

Durante o estabelecimento a demanda de nutrientes é maior, pelo fato de as plantas estarem em crescimento, formando e desenvolvendo seus órgãos. Na segunda fase, a biomassa já aumentou e o sistema radicular, já desenvolvido, absorve água e nutrientes de um volume bem maior de solo (SOARES & MACEDO, 1991).

As baixas exigências nutricionais do *Andropogon gayanus* e da *Brachiaria brizantha* permitem sua implantação em solos pobres com adubações mínimas visando garantir o seu estabelecimento. A correção da baixa fertilidade natural e a adição de alguns dos nutrientes através de adubações reduzidas, realizadas de forma estratégica, é fundamental para que as pastagens sejam produtivas, estáveis e persistentes, possibilitando a pecuária constituir-se em atividade rentável (SPAIN & SALINAS, 1985).

Experimentos para estimar as necessidades de fertilizantes e as reações das espécies às condições edafoclimáticas da região em pequenas parcelas com cortes são satisfatórios, nas primeiras fases de um programa de pesquisa em pastagens (GARDNER, 1986 e SOARES & MACEDO, 1991).

Estas avaliações iniciais permitem a seleção de tratamentos promissores para avaliações posteriores em termos de produção animal, que devido à complexidade de fatores e alto custo devem ser criteriosamente selecionados, envolvendo pesquisadores de diversas áreas (SOARES & MACEDO, 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O estudo foi realizado em uma fazenda particular no distrito de São Sebastião da Vitória, município de São João Del Rei, na região dos Campos das Vertentes (microrregião dos Campos da Mantiqueira), em Minas Gerais. A área onde se localiza o experimento está situada a 940 metros de altitude e apresenta uma declividade de 15% (terço médio da encosta), ocupada com pastagens nativas.

3.2. Características Geográficas e Climáticas do Município de São João Del Rei.

O município de São João Del Rei está situado a uma latitude de 21°08' sul e longitude 44°15'40" oeste.

O clima, pelo sistema de Köppen, é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 19,2°C (máxima de 21,6°C e mínima de 13,7°C), sendo o período de maior ocorrência das chuvas, de novembro a abril (BRASIL, 1969).

3.3. Caracterização do Solo da Área do Experimento

O solo da área do experimento foi classificado como Cambissolo distrófico (epialico), Tb, A moderado, textura muito argilosa, fase campo cerrado, relevo ondulado, substrato filito, apresentando as seguintes características físicas (Quadro 1) e químicas (Quadro 2), por ocasião da instalação do experimento.

QUADRO 1. Caracterização física da amostra de material de solo de Cambissolo da microrregião dos Campos da Mantiqueira.

Análise Granulométrica <u>1/</u>	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
	(%)	(%)
Areia grossa (2,00-0,20 mm)	1	1
Areia fina (0,20-0,05 mm)	8	5
Silte (0,05-0,002 mm)	22	22
Argila (< 0,002 mm)	69	72
Classificação Textural	Muito Argilosa	Muito Argilosa

1/ Análise realizada no laboratório de Física do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

QUADRO 2. Caracterização química de amostra de material de solo de Cambissolo da microrregião dos Campos da Mantiqueira.

Análises Químicas ^{1/}	pH ea água	P	K	Ca	Mg	Al	S	H+Al	t	T	a	V	N.O
	(1:2,5)	ppm		mg/100 cc						%			
Profundidade (cm)													
0-20	5,2	1	22	0,3	0,1	1,0	0,4	5,6	1,4	6,0	71	7	3,2
0-40	5,0	1	16	0,1	0,1	0,4	0,2	3,9	0,6	4,1	67	5	2,5

^{1/} Análises realizadas no laboratório de Fertilidade do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcela subdividida no tempo ("split plot in time"). As parcelas compreenderam os tratamentos (sistemas de manejo) e as subparcelas as épocas de amostragem.

Os blocos foram instalados perpendicularmente ao sentido do declive, sendo que a área das parcelas foi de 36 m² (6m x 6m).

QUADRO 3. Identificação dos tratamentos utilizados em relação ao sistema de manejo adotado.

Tratamento	Sistema de Manejo	
	Espécie Introduzida	Preparo do Solo
RbC	<i>Brachiaria brizantha</i>	Covas
RbCE	<i>Brachiaria brizantha</i>	Cova e Escarificação
RbS	<i>Brachiaria brizantha</i>	Sulco
RbE	<i>Brachiaria brizantha</i>	Escarificação
AgC	<i>Andropogon gayanus</i>	Covas
AgCE	<i>Andropogon gayanus</i>	Cova e escarificação
AgS	<i>Andropogon gayanus</i>	Sulco
AgE	<i>Andropogon gayanus</i>	Escarificação
FnE	Pastagem nativa *	Escarificação
Pn	Pastagem nativa * (testemunha)	

* Não houve introdução de espécies nestes tratamentos.

O espaçamento entre as covas e sulcos foi de 1m. As covas foram feitas manualmente com enxadão, com área aproximada de 0,30m x 0,30m. Os sulcos também foram feitos com enxadão, simulando-se um sulcador de tração animal, à uma profundidade aproximada de 0,10m e 0,15m de largura.

A escarificação foi feita manualmente com enxada, simulando-se uma gradagem leve.

3.5. Instalação e Condução do Experimento

Em setembro de 1990 foi feita uma visita à região para a escolha, delimitação da área experimental e coleta de amostras de material de solo para caracterização inicial.

Em 23/10/90 no início do período chuvoso foi feito um aceiro e colocado fogo, a favor do vento, sendo observada uma queima rápida e uniforme estimada em $0,0395\text{ms}^{-1}$, para homogeneização das parcelas. Nesta época foi instalado um pluviômetro no local do experimento.

Em 24/10/90 foi feita a calagem (item 3.5.1) e o preparo do solo nos diferentes tratamentos como explicados anteriormente.

Decorridos 54 dias após a calagem (18/12/90) foi feita a adubação (item 3.5.1) e a semeadura. A quantidade de sementes utilizada para as duas gramíneas foi baseada na recomendação de 5kg/ha, quando as sementes apresentam valor cultural ($VC \geq 30\%$) (EVANGELISTA, A.R. - Comunicação pessoal), sendo utilizado 30Kg/ha para o *Andropogon gayanus* e 20Kg/ha para a *Brachiaria brizantha*. Nos tratamentos em sulcos (BbS e AgS), nos tratamentos em covas (BbC e AgC) e covas com escarificação entre covas (BbCE e AgCE), a quantidade de sementes foi calculada para as áreas da cova ($0,09\text{m}^2$) e do sulco ($0,15\text{m}^2/\text{m}$ linear de sulco).

As sementes foram distribuídas uniformemente nas parcelas escarificadas (BbE e AgE) seguido de leve enterrio superficial. Para os tratamentos em sulcos (BbS e AgS) e em covas (BbC, BbCE,

AgC, AgCE) as sementes foram previamente pesadas e separadas em quantidades para cada sulco ou cova, sendo em seguida distribuídas com posterior enterrio superficial, à semelhança dos tratamentos em parcelas escarificadas.

Devido ao grande número de falhas na germinação das sementes, foi realizado em 20/02/91 uma nova semeadura, sendo então utilizada quantidade de sementes para área total da parcela em todos os tratamentos, sendo feita a distribuição das sementes e o enterrio nos diferentes tratamentos à semelhança da descrição anterior.

Uma observação na metodologia a ser registrada são dois cortes realizados, com roçadeira costal, em toda a área da parcela. O primeiro foi realizado em 20/02/91 por ocasião da nova semeadura, a fim de se evitar uma competição acentuada da pastagem nativa por luz, água e nutrientes com as plântulas das gramíneas introduzidas. O segundo corte foi realizado em 18/02/92 para uniformização das parcelas.

3.5.1. Calagem e Adubação

Como se trata de uma região tradicional de baixa utilização de insumos, a calagem e adubação foram mínimas, baseando-se no resultado de análise de solo e recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989), com modificações.

Nos tratamentos em que a semeadura foi realizada em sulcos (BbS e AgS), covas (BbC e AgC) e covas com escarificação entre covas (BbCE e AgCE), as quantidades de calcário e adubos fosfatado e potássico foram calculadas em função da área da cova ($0,09\text{m}^2$) e do sulco ($0,15\text{ m}^2/\text{m}$ linear de sulco), aplicadas de forma localizada.

A quantidade de calcário foi calculada pelo método do Al e Ca + Mg trocáveis (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989), sendo aplicada metade da dose ($1,967\text{ t/ha}$) e incorporada com o uso de enxada. Foi feito um ajuste na recomendação geral de calagem ($1/4$ da dose calculada), devido aos baixos níveis de cálcio ($0,3\text{meq}/100\text{g}$) e magnésio ($0,1\text{meq}/100\text{g}$) no solo.

As adubações fosfatada e potássica também foram baseadas nos teores de P e K no solo, 1 e 22 ppm, respectivamente, teores considerados baixos, sendo aplicadas as doses de $100\text{Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ e $45\text{Kg K}_2\text{O}/\text{ha}$ (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989).

As fontes de fertilizantes e calcário utilizadas, e suas características são apresentadas no Quadro 4.

As quantidades efetivamente aplicadas dos fertilizantes e corretivos nas parcelas são apresentadas no Quadro 5.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 360 dias após a semeadura (13/12/91), devido ao atraso no desenvolvimento das plantas, sendo utilizados 40Kg N/ha em todas

QUADRO 4. Características dos fertilizantes e calcário utilizados.

FONTE	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	CaO	MgO	S
	%					
Superfosfato Simples (SS)	18	-	-	25	-	12
Cloreto de Potássio (KCl)	-	60	-	-	-	-
Sulfato de Amônio (SA)	-	-	21	-	-	24
Calcário Dolomítico calcinado ⁽¹⁾	-	-	-	50,47	22,98	-

(1) PRNT = 109,29%

QUADRO 5. Quantidades de calcário e fertilizantes fosfatado e potássico utilizadas nos diversos tratamentos.

Insumo e Dose Recomendada	Fonte Utilizada	Tratamentos		
		Sulcos ⁽¹⁾	Covas ⁽²⁾	Parcela escarificada ⁽³⁾
Kg/parcela				
Calcário 1,967t/ha	Calcário Dolomítico	0,885	0,637	7,081
Fosforado 100kg/ha P ₂ O ₅	SS	0,250	0,180	2,000
Potássico 45kg/ha K ₂ O	KCl	0,034	0,024	0,270

(1) Tratamentos BbS e AgS

(2) Tratamentos BbC, BbCE, AgC e AgCE

(3) Tratamentos BbE, AgE e PnE

as parcelas, aplicados na forma de sulfato de amônio (SA), exceto no tratamento Pn, o que correspondeu a uma quantidade de 0,686Kg SA/parcela, sendo aplicado a lanço uniformemente nos tratamentos BbE, AgE e PnE e de forma localizada nos tratamentos BbS, AgS, BbC, AgC, BbCE e AgCE.

3.5.2. Avaliações, Coleta e Análises da Forragem

Foram realizadas avaliações do número de plantas das gramíneas introduzidas por metro quadrado em 20/02/91, 26/03/91, 24/04/91 e 13/12/91 e da altura média das plantas de gramíneas introduzidas em 24/04/91 e 13/12/91. Estas avaliações foram feitas em 8 e 5 pontos respectivamente, para o número e altura das plantas de gramíneas, demarcada com quadrados de 0,5m x 0,5m. A altura foi determinada até a dobra das folhas mais altas.

Nos tratamentos BbS e AgS, os sulcos das extremidades da parcela não foram avaliados, assim como as covas das laterais da parcela (considerados como bordadura do tratamento). Nestes tratamentos a amostragem era direcionada para que a avaliação ocorresse sobre os sulcos e covas.

Foram realizadas amostragens das forrageiras (nativas e introduzidas) em quatro épocas, aos 64, 174, 360 e 427 dias após a semeadura, respectivamente em 20/02/91, 10/06/91, 13/12/91 e 18/02/92, sendo nesta última data também feita uma avaliação visual da participação relativa das gramíneas introduzidas na

composição botânica da forragem.

A amostragem foi realizada em cinco pontos, semelhante à amostragem para avaliação da altura de plantas germinadas, mas de forma não direcionada em todos os tratamentos, e o corte foi feito manualmente, a aproximadamente 5cm do solo, utilizando-se cutelos. O material foi homogeneizado, colocado em sacos plásticos e devidamente identificado, sendo levado para o laboratório para a determinação do peso verde em balança com precisão de 0,1g e colocado em estufa com circulação de ar forçada a $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante. As amostras eram retiradas da estufa e deixadas num balcão por aproximadamente 1 hora, para que a umidade da amostra entrasse em equilíbrio com o ambiente, fazendo-se em seguida a pesagem das mesmas para a determinação da matéria seca. Após a pesagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willye, provido de peneira de aço inoxidável com vinte malhas por polegada (0,42mm), e acondicionadas em vidros devidamente identificados.

Os teores de nutrientes na matéria seca foram determinados como a seguir: N pelo método Kjeldhal; P, K, S, Ca e Mg, através de digestão nitroperclórica, conforme SARRUGE & HAAG (1974). A análise do extrato foi feita por colorimetria (P), fotometria de chama (K) e espectrofotometria de absorção atômica (S, Ca e Mg).

3.5.3. Coleta e Análise do Solo

Após a caracterização inicial, o solo foi novamente amostrado aos 174 e 427 dias após a semeadura em 10/06/91 e 18/02/92, respectivamente.

A amostragem foi feita com trado holandês, sendo coletadas três amostras simples formando uma amostra composta por parcela, nos tratamentos BbE, AgE, PnE e Pn.

Nos tratamentos com sulcos, a amostragem foi feita entre e dentro dos sulcos separadamente, formando duas amostras compostas por parcela. Nos tratamentos onde havia covas (BbC, BbCE, AgC e AgCE), a amostragem foi realizada separadamente nas covas e entre covas.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório de Análise de Solos da ESAL. As determinações químicas foram efetuadas conforme VETTORI (1969), com modificações da EMBRAPA (1979), para pH em água, P, K, Ca, Mg, Al, H + Al e carbono orgânico; e análise granulométrica conforme EMBRAPA (1979).

Foi realizado um estudo de adsorção - dessorção de fósforo. Foram adicionadas soluções de P (40ml) nas concentrações de 0, 25, 50, 100 e 200ppm, preparadas em CaCl_2 0,01M em tubos de centrifuga de 80ml, com 2g da amostra da TFSA. Após agitação (12 horas) e centrifugação, o P no sobrenadante foi determinado por colorimetria. Os dados foram avaliados aplicando-se a equação

de Langmuir (SYERS et alii, 1973 e RAJAN & FOX, 1975).

Para o estudo de dessorção foram empregadas as amostras previamente usadas na adsorção, adicionando-se soluções (40ml) de CaCl_2 0,01M, agitação por 12 horas e centrifugação. A quantidade de P dessorvido foi considerada aquela presente em solução após a centrifugação, sendo determinada por colorimetria.

A mineralogia qualitativa da fração argila (saturada com Na^+) foi avaliada por difratogramas de raios X obtidos em aparelho munido com tubo de cobre, pelo método do pó.

3.6. Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância dos seguintes parâmetros: matéria seca e teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea das forragens.

As comparações entre médias foram feitas pelo Teste de Tukey a 5% , sendo que para as comparações entre tratamentos dentro de uma época foram calculados os resíduos médios e o número de graus de liberdade segundo BANZATTO & KRONKA (1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Químicas do Solo

4.1.1. pH do Solo

Não houveram diferenças acentuadas dos tratamentos sobre o pH do solo. Os valores encontrados podem ser vistos no Quadro 6.

QUADRO 6. Valores de pH em água no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS															
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE PnE Pn	
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	PnE	Pn
1*	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3	5,1	5,2	5,2	5,0	5,4	5,1	5,1	5,0	5,1	5,2	5,2
2**	4,9	4,8	4,7	4,7	6,0	6,0	5,1	4,5	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1
Média	5,1	5,0	4,9	5,0	5,1	5,0	5,1	4,9	4,8	4,9	4,8	5,0	4,9	5,0	5,1	5,1

* 10/06/91 (174 dias após semeadura);

** 18/02/92 (427 dias após semeadura).

Os minerais de argila presentes neste solo (Figura 3A) podem desenvolver cargas por dissociação ou adsorção de prótons, estando este fenômeno associado à atividade do ion hidrogênio na solução do solo (KENG & UEHARA, 1974; TAN, 1982 e KAMPF & CURI, 1992) e também a sua formação e solubilização de argila pode liberar ou consumir alumínio da solução do solo (LINDSAY, 1979).

Estes resultados estão provavelmente relacionados aos elevados teores de argila e matéria orgânica deste solo (Quadro 11) que condicionam uma elevada capacidade tampão ao mesmo. Os altos teores de matéria orgânica contribuem para o poder tampão através de grupamentos carboxílicos e fenólicos que podem atuar como fonte ou dreno de ions H^+ da solução (TAN, 1982 e THOMAS & HARGROVE, 1984).

A utilização de uma dose reduzida (metade da dose calculada) de calcário nas parcelas também contribuiu para o pequeno efeito dos tratamentos nos valores de pH.

Os valores determinados nas duas épocas de avaliação são classificados como característicos de uma acidez média a elevada (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989). No entanto, os efeitos diretos do ion H^+ sobre o crescimento das plantas são difíceis de serem determinados em solos ácidos, porque em níveis de pH nos quais ocorrem injúrias para as plantas, os elementos minerais Al, Mn e outros, podem estar solúveis em concentrações tóxicas (NOGUEIRA et alii, 1991). Tem sido descrito que o efeito direto do pH no crescimento das plantas só ocorre em valores extremos de pH (MARSCHNER, 1986).

A maioria das gramíneas forrageiras tropicais são plantas bastante adaptadas a condições de baixos valores de pH no solo, com algumas espécies de gramíneas apresentando preferência por valores de pH abaixo da neutralidade (TCACENCO & SOPRANO, 1991), conseqüentemente estes baixos valores de pH determinados provavelmente não tiveram um efeito direto sobre os resultados da introdução das gramíneas.

Os menores valores de pH do solo encontrados na segunda amostragem (18/02/92) podem ser devidos ao efeito acidificante da aplicação de sulfato de amônio (SA) em 13/12/91 que, além de fornecer ions NH_4^+ para a nitrificação, cujo processo resulta na formação de ions H^+ , libera o ânion sulfato de caráter ácido (TISDALE et alii, 1985).

Outro fator que pode ter contribuído para a redução dos valores de pH do solo na segunda amostragem seria a ocorrência de um acúmulo de sais na solução do solo (efeito da adubação nitrogenada (SA) de cobertura) poder deslocar os ions H^+ adsorvidos às cargas negativas do solo (McLEAN, 1962) e também provocar uma compressão da dupla camada elétrica difusa, reduzindo o gradiente de concentração dos ions H^+ , entre a solução de equilíbrio e a superfície da partícula (RAIJ, 1986), possibilitando, conseqüentemente, maiores determinações dos ions H^+ .

Para se evitar este efeito de concentração salina na medição do pH, recomenda-se, como sugestão para trabalhos futuros, sua

medição em CaCl_2 0,01M, devido estes resultados serem pouco afetados pela relação solo-solução e o cálcio ser o íon mais abundante em solos normais. Devido a estes motivos, o pH em CaCl_2 pode representar atividade do íon H^+ mais semelhante àquela existente no sistema radicular das plantas (PEECH, 1965 e RAIJ, 1987).

Outros aspectos a serem considerados em relação aos menores valores de pH encontrados na segunda amostragem referem-se ao fato de que as gramíneas forrageiras podem absorver o N eficientemente tanto sob a forma de NH_4^+ como NO_3^- (FERNANDES & ROSSIELO, 1986). Algumas plantas adaptadas a solos ácidos (calcífugas) têm preferência pelo NH_4^+ (MARSCHNER, 1986), tendo sido constatada esta preferência por algumas espécies de gramíneas tropicais (WILTSHIRE, 1973). Na absorção do íon NH_4^+ pelas forrageiras como fonte de N, o total de cátions absorvidos é maior em relação ao total de ânions, e uma quantidade de íons H^+ é excretada pelas raízes (MARSCHNER, 1986), que pode ter contribuído para o abaixamento dos valores de pH.

A acidez do solo neste aspecto pode ser vista como um fator positivo, pela redução das taxas de nitrificação e manutenção do N na forma amoniacal que reduz os riscos da sua perda por lixiviação, pois sendo o íon NH_4^+ um cátion, ele pode ser retido pelas cargas negativas do solo. Outro aspecto que pode ser considerado como vantajoso da acidez seria o uso de fosfatos naturais como fonte de fósforo, sendo a acidez natural do solo

responsável pela sua solubilização (SANCHEZ & SALINAS, 1982), sendo uma alternativa a ser testada nas condições desta microrregião.

4.1.2. Fósforo Disponível (P)

Não foram detectadas diferenças acentuadas nos teores de P disponível no solo entre os tratamentos nas duas épocas de amostragem. Os valores determinados são apresentados no Quadro 7.

QUADRO 7. Valores de fósforo disponível (ppm) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Sulcos	Entre covas			
1*	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	
2**	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	
Média	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	

* 10/06/91 (174 dias após adubação);

** 18/02/92 (427 dias após adubação).

A elevada capacidade de fixação de P apresentada por este solo (Figura 2A), deve ser a principal responsável pela pequena tendência de aumento dos teores de P no solo nos tratamentos e

nos locais que receberam adubação fosfatada. Esta fixação do P é consequência da acidez e características mineralógicas (Figura 3A), que faz com que o P solúvel adicionado ao solo seja transformado para formas menos solúveis reduzindo sua disponibilidade. As características mineralógicas deste solo sugerem que a fixação do P tenha ocorrido nas formas de fosfatos de alumínio e de ferro, sendo este um dos prováveis fatores responsáveis pela não detecção de diferenças nos teores de P disponível no solo. A baixa dessorção de P (Figura 2A), também é um fator de extrema importância, pois prevê a baixa reversibilidade das reações de adsorção.

O extrator utilizado, Mehlich - 1 (0,05N HCl + 0,025N H₂SO₄), pelas suas características ácidas não é eficiente para detectar formas de P ligadas à alumínio e ferro (RAIJ, 1987 e RAIJ, 1991), que no entanto podem estar disponíveis às plantas. Com o uso da resina trocadora de íons, que apresenta maior amplitude de valores dentro das diferentes faixas de teores de P no solo, há possibilidade de detecção de diferenças não mostradas pelo extrator utilizado.

Uma indicação de que pode estar havendo maior disponibilidade de P em alguns tratamentos, não detectada pelo extrator, se dá pela tendência de uma maior produção de matéria seca (Figura 7) nos tratamentos BbE, AgE e PnE onde foram aplicados as maiores doses de P. A Figura 2 mostra também uma tendência desses tratamentos apresentarem maiores teores de P na

matéria seca, o que pode ser reflexo da maior disponibilidade do elemento no solo (TEIXEIRA et alii, 1992a).

Este fato foi também observado por COUTO et alii (1985), que verificaram em um Latossolo Vermelho-Escuro com alta capacidade de fixação de fósforo, que o *Andropogon gayanus* produziu elevada quantidade de matéria seca, quatro anos após a última aplicação de P, apesar dos baixos teores de P disponível no solo (Mehlich-1 e Bray-1), concluindo que uma boa parte do P aplicado continuava disponível, apesar de não ter sido detectada pelos extratores utilizados.

Os baixos níveis de fósforo (P) nos solos na região dos cerrados brasileiros, são um dos principais problemas no estabelecimento e manutenção das pastagens (CARVALHO et alii, 1985; LOBATO et alii, 1986; SARAIVA et alii, 1986 e CARVALHO et alii, 1992), sendo de grande importância para o perfilhamento (WERNER & HAAG, 1972; GUSS, 1990 e PAULINO, 1990) e desenvolvimento radicular (WERNER & HAAG, 1972) das gramíneas forrageiras.

Os valores encontrados para P disponível (Quadro 7) são considerados muitos baixos (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989), estando abaixo dos níveis críticos externos (NCE) determinados em alguns trabalhos para o estabelecimento das espécies introduzidas (SALINAS & GUALDRON, 1988 e TEIXEIRA et alii, 1992a), este pode ser um dos fatores que contribuíram para um maior tempo e um baixo estabelecimento

das espécies introduzidas (Figuras 8, 9 e 10). Verificou-se também um possível potencial de resposta da pastagem nativa a adubação fosfatada, quando se compara os tratamentos PnE e Pn, tanto na produção de matéria seca (Figura 7) quanto no teor de P na parte aérea (Figura 2). Esta resposta da pastagem nativa à adubação fosfatada foi também observada por RAMOS et alii (1981) que, além do aumento na produção de matéria seca, observaram um aumento na proporção de leguminosas.

O NCE varia com as espécies e guarda estreita relação com algumas propriedades físicas e químicas do solo (NOVAIS & KAMPRATH, 1979 e CARVALHO, 1985). Uma adequada avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para as espécies deve abranger informações de pelo menos duas das seguintes características de P no solo: quantidade (Q), capacidade (Q/I) e intensidade (I) (KHASAWNEH, 1971).

A disponibilidade de fósforo para as plantas apresenta as seguintes implicações: (a) em solo de igual valor I, a absorção pela planta será diretamente proporcional à capacidade tampão de fósforo do solo, pois uma maior capacidade implica em mais P absorvido à medida em que I é diminuído pela sua retirada pelas raízes; (b) em solos com igual valor de Q, a absorção será inversamente proporcional à capacidade tampão, já que nos solos de maior fator capacidade, a energia de adsorção é maior, o que resulta numa menor concentração de P em solução (HOLFORD & MATTINGLY, 1976). Isto explica, em grande parte, a variação do

nível crítico de fósforo para uma espécie, em função do solo em que é cultivada, e também a pouca eficiência conseguida ao se avaliar a necessidade de adubação fosfatada com base na informação de P disponível por um dado extrator.

O estabelecimento relativo das gramíneas introduzidas mostrado na Figura 10, assim como a resposta das pastagens nativas em discordância com os baixos teores de P disponível no solo, pode também ser atribuído a que em cultivos de ciclo longo, como as gramíneas forrageiras, podem ocorrer dois grupos de NCE: um de implantação e outro de manutenção (NOVAIS et alii, 1986). Desde que o NCE de implantação é mais elevado, o que foi observado neste mesmo solo para o *Andropogon gayanus* e *Brachiaria decumbens* por TEIXEIRA et alii (1992a), sendo que a redução do NCE com o tempo em gramíneas forrageiras também foi relatada por GUSS et alii (1988) e FONSECA et alii (1988), poderiam os teores de P disponível no solo na fase de implantação das gramíneas serem mais elevados e ter permitido o seu estabelecimento. Esta redução do NCE com o tempo pode ser atribuída à alteração na cinética de absorção de fósforo pelas raízes e exploração de maior volume de solo pelo crescimento radicular (FENSTER & LEON, 1979), substâncias exsudadas pelas raízes que solubilizam o P e diferenças na absorção e translocação de fósforo (SALINAS & SANCHEZ, 1976) e também pela maior efetividade das associações micorrízicas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

4.1.3. Potássio Disponível (K)

Não foram detectadas diferenças nos valores entre os tratamentos nas duas épocas de amostragem. Os valores determinados são apresentados no Quadro 8.

QUADRO 8. Valores de potássio disponível (ppm) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS															
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE PnE Pn	
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas
1*	28	28	30	31	30	35	32	28	27	30	29	27	26	30	33	27
2**	27	32	30	31	29	31	26	27	31	29	30	25	29	26	30	30
Média	27	30	30	31	29	33	29	27	29	29	29	26	27	28	31	28

* 10/06/91 (174 dias após adubação);

** 18/02/92 (427 dias após adubação).

Os valores de K disponível determinados no solo, apesar de não apresentarem grandes diferenças entre os tratamentos, refletiram-se diferentemente no teor médio de potássio na parte aérea (Figura 3). Foi observada uma relação direta entre os maiores teores de K na parte aérea com os tratamentos que receberam as maiores doses de K (BbE, AgE e PnE), indicando que apesar de não detectado pelo extrator utilizado na determinação de K disponível no solo (Mehlich-1), este provavelmente se

encontrava em maior disponibilidade nestes tratamentos e foi absorvido em maior quantidade. É importante ressaltar que em experimentos de corte com remoção da parte aérea como este foi realizado, a retirada do K do sistema pode levar a se superestimar as reais necessidades de K para as pastagens, devido a que em sistema de pastejo grande parte do K ingerido pelos animais é reciclado ao solo pelas excreções (SANCHEZ, 1981).

4.1.4. Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) Trocáveis

Os valores determinados de Ca e Mg trocáveis no solo (Quadros 9 e 10) mostram diferenças entre os tratamentos e efeito da época de amostragem para os dois elementos.

Verifica-se nos Quadros 9 e 10 uma diferença nos valores de Ca e Mg onde se aplicou localizadamente o calcário em relação àqueles locais onde não foi feita a aplicação na primeira época de amostragem, que se realizou 118 dias após a calagem. A segunda época de amostragem (481 dias após a calagem) mostra uma tendência de movimentação destes elementos através da parcela, reduzindo-se as diferenças entre os locais de aplicação e o restante da parcela. As críticas ao sistema de calagem e adubação localizadas em pastagens, nas quais se prevê ocorrer uma limitação da disseminação das espécies e do desenvolvimento radicular à área de aplicação dos corretivos e fertilizantes (LOBATO et alii, 1986), são parcialmente minimizadas pela constatação da movimentação destas bases na parcela.

QUADRO 9. Valores de cálcio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas			
1*	1,1	0,2	0,9	0,2	0,7	0,3	0,9	0,9	0,3	1,0	0,3	0,7	0,2	0,9	1,0	0,2	
2**	0,6	0,5	0,8	0,5	1,1	0,5	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,2	0,4	1,6	1,5	0,3	
Média	0,8	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4	1,2	0,9	0,4	1,0	0,4	0,9	0,3	1,2	1,2	0,2	

* 10/06/91 (174 dias após semeadura);

** 18/02/92 (427 dias após semeadura).

QUADRO 10. Valores de Magnésio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas			
1*	0,5	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,5	0,1	
2**	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5	0,2	0,6	0,3	0,1	0,4	0,2	0,5	0,2	0,6	0,7	0,1	
Média	0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,6	0,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,6	0,1	

* 10/06/91 (174 dias após semeadura);

** 18/02/92 (427 dias após semeadura).

Observa-se também um aumento dos valores encontrados no solo nos locais da aplicação na segunda amostragem. Isto pode ser devido a um maior tempo para a reação do calcário tornando disponível uma quantidade maior de cálcio e magnésio (ANGHINONI, 1989 e ALCARDE, 1992) e também ao fornecimento de cálcio pelo superfosfato simples que continha 20% de cálcio, aplicado na forma granulada, de reação mais lenta no solo.

É importante frisar que o fornecimento de cálcio e magnésio através da prática de calagem tem proporcionado resultados pouco expressivos em gramíneas quando se analisam os resultados em função da produção de matéria seca (EMBRAPA, 1985 e ANDRADE, 1986), mas alguns resultados têm indicado que a aplicação de calcário em solos ácidos contribui para melhorar o aproveitamento do P aplicado (EMBRAPA, 1980 e EMBRAPA, 1981) e o maior fornecimento de cálcio e magnésio no solo (EbE, AgE PnE) refletiu-se em maiores teores destes na parte aérea da forragem em alguns tratamentos (Figuras 4 e 5).

Provavelmente tenha ocorrido uma maior extensão e volume do sistema radicular do *Andropogon gayanus* devido a uma maior disponibilidade de cálcio (Quadro 9), fato constatado por GOEDERT et alii (1985), sendo que este maior desenvolvimento do sistema radicular pode ser de muita importância na disponibilidade de nutrientes (P, K e Zn) cujo mecanismo de transporte até as raízes ocorre principalmente por difusão (MARSCHNER, 1986) Em solos com baixa disponibilidade dos mesmos

como o solo deste experimento, este presumível maior crescimento radicular pode ser de importância fundamental no desenvolvimento das plantas. Estas suposições provavelmente estão contribuindo para o bom desempenho obtido até então pelo tratamento AgE, quanto à produção de MS (Figura 7) e teores dos nutrientes na parte aérea (Figuras 1, 3, 4, 5 e 6).

4.1.5. Matéria Orgânica

Os teores de matéria orgânica no solo são apresentados no Quadro 11.

QUADRO 11. Teor de matéria orgânica (%) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas			
1*	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	2,7	3,1	
2**	3,4	3,8	3,9	4,2	3,9	4,3	3,8	4,0	4,2	4,0	4,0	3,7	3,9	3,9	3,7	4,2	
Média	3,1	3,4	3,4	3,6	3,5	3,8	3,5	3,6	3,7	3,5	3,5	3,3	3,4	3,4	3,2	3,6	

* 10/06/91 (174 dias após sementeira);

** 18/02/92 (427 dias após sementeira).

Observa-se uma tendência dos teores de matéria orgânica, nos locais que receberam calagem e adubações, serem menores, em ambas as épocas de amostragem. Isto provavelmente se deve a um favorecimento da mineralização da matéria orgânica pela criação de um ambiente mais favorável aos microrganismos mineralizadores, pelo revolvimento do solo e aplicação do corretivo e fertilizantes, e um aumento do carbono na rizosfera pelo maior crescimento das plantas (TATE et alii, 1991) nestes locais.

Os menores valores determinados na primeira época de amostragem em relação aos determinados na segunda época de amostragem se devem provavelmente à mineralização ocorrida no armazenamento das amostras na primeira época, da coleta no campo até a análise ser efetuada (aproximadamente 60 dias), o que não ocorreu na segunda época sendo as amostras imediatamente analisadas, após a coleta. A possibilidade de ocorrência da mineralização da matéria orgânica durante o armazenamento de amostras de solo é citada por RAIJ (1987), e favorecida pela umidade e altas temperaturas.

A diferença entre os valores encontrados nas duas épocas de avaliação pode também ser devida a características da dinâmica e do fluxo do carbono em ecossistemas de gramíneas, sendo que a queda da parte aérea e as raízes representam as principais fontes de carbono para o solo (SIQUEIRA & FRANCO, 1988). A sazonalidade destas contribuições durante o ano, pode estar influenciando os teores determinados nas duas épocas de avaliação, dado que o

método utilizado para sua determinação (Método Walkley-Black) determina a matéria orgânica ativa e facilmente decomponível do solo (RAIJ, 1987).

4.1.6. Alumínio Trocável e Saturação Por Alumínio (m)

Pelo Quadro 12 verifica-se os valores determinados para o Al neste solo nas duas épocas de amostragem, observa-se um efeito dos tratamentos sobre este parâmetro e efeito da época de amostragem.

Os valores calculados da percentagem de saturação por Al (m) são apresentados no Quadro 13.

QUADRO 12. Valores de alumínio trocável (meq/100cc) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Sulcos	Entre covas			
1*	0,2	0,8	0,4	0,1	0,5	1,0	0,3	0,4	0,9	0,3	0,1	0,5	1,1	0,4	0,5	0,8	
2**	0,8	1,0	0,9	1,0	0,4	1,0	0,3	0,8	1,0	0,9	1,0	0,7	1,1	0,3	0,3	1,0	
Média	0,5	0,9	0,6	1,0	0,4	1,0	0,3	0,6	0,9	0,6	1,0	0,6	1,1	0,3	0,4	0,9	

* 10/06/91 (174 dias após semeadura);

** 18/02/92 (427 dias após semeadura).

QUADRO 13. Saturação por Alumínio (%) no solo em relação aos tratamentos em duas épocas de amostragem.

ÉPOCAS	TRATAMENTOS																
	BbC		BbCE		Bbs		BbE		AgC		AgCE		AgS		AgE	PnE	Pn
	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas	Covas	Entre covas	Sulcos	Entre covas	Covas	Entre covas			
1*	13	68	24	69	31	63	15	21	64	14	69	30	72	25	25	64	
2**	47	58	41	61	19	56	14	37	60	39	57	29	65	12	11	65	
Média	30	63	33	65	25	59	14	29	62	26	63	29	68	18	18	64	

* 10/06/91 (174 dias após semeadura);

** 18/02/92 (427 dias após semeadura).

Os valores apresentados no Quadro 12 mostram uma acentuada redução do teor médio de alumínio trocável nos tratamentos que receberam as maiores doses de calcário (BbE, AgE, PnE). Verifica-se também que nos tratamentos que receberam aplicação de doses localizadas (BbC, BbCE, Bbs, AgC, AgCE e AgS) os valores determinados entre as covas e entre os sulcos não diferiram do tratamento Pn que não recebeu calagem, indicando haver efeito da neutralização do alumínio nestes tratamentos apenas no local de aplicação do calcário.

Os maiores valores encontrados de Al trocável na segunda época de amostragem (Quadro 12), principalmente nos locais que receberam calagem e adubação, provavelmente se devem a uma liberação do alumínio complexado pela mineralização da matéria orgânica (BARTLETT & RIEGO, 1972 e THOMAS & HARGROVE, 1984), fato

corroborado pela redução dos teores de matéria orgânica nestes locais comparando-se os tratamentos dentro da segunda época (Quadro 11). A maior atividade do íon Al em valores mais reduzidos de pH do solo (MALAVOLTA, 1980), como os encontrados na segunda época de amostragem (Quadro 6), pode também ser apontada como responsável pelos maiores teores de Al trocável determinados nesta época de amostragem.

O carreamento de solo (não corrigido) de fora das covas e sulcos para o interior dos mesmos pode também ter contribuído para a redução do efeito da aplicação de corretivos e fertilizantes nestes locais.

Apesar das gramíneas forrageiras introduzidas serem consideradas relativamente tolerantes ao alumínio (MITIDIERI, 1983 e ROCHA & EVANGELISTA, 1991), a sua neutralização pode permitir um estabelecimento mais rápido, haja visto que os prováveis mecanismos de tolerância a níveis tóxicos de alumínio (FOY, 1976 e FAQUIN & VALE, 1991) têm gastos de energia pela planta, que poderia ser utilizada no seu crescimento.

A menor fixação de fósforo em solos com menores teores de alumínio trocável (OBIHARA & RUSSEL, 1972 e KAMPRATH, 1977) e maior eficiência das adubações (MALAVOLTA, 1986) são tidas como vantagens também oriundas do menor teor de Al trocável do solo.

A redução do teor de Al trocável e o aumento das bases trocáveis foram fatores que se refletiram no "m" (saturação por alumínio) que apresentava valores considerados muito altos (70%)

(COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989) na caracterização inicial e tornaram-se valores considerados baixos nos tratamentos BbE, AgE e PnE (Quadro 13) e médios nos demais tratamentos onde foi realizada a calagem e adubações. A discussão apresentada para os maiores valores de Al trocável apresentados na segunda época de amostragem se aplicam para os maiores valores de "m" apresentados nesta época.

4.2. Teores de Minerais na Parte Aérea das Forrageiras

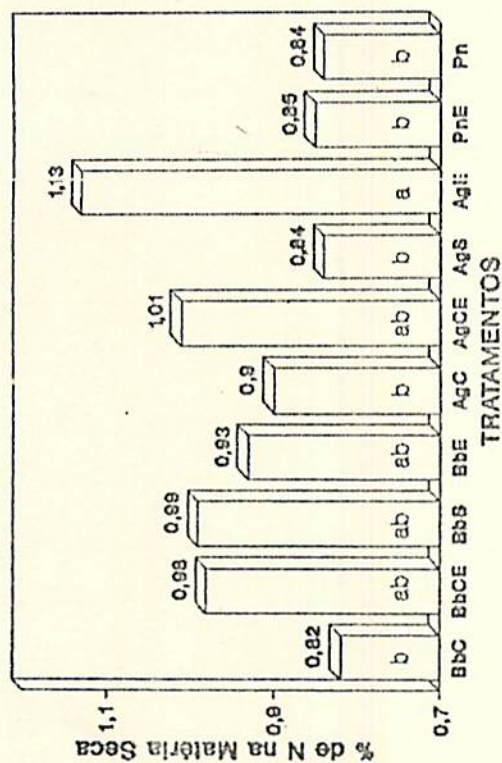
4.2.1. Teor de Nitrogênio (N)

Na análise de variância dos teores de N na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,01$), das épocas de avaliações ($p < 0,01$) e da interação entre tratamentos e épocas ($p < 0,05$).

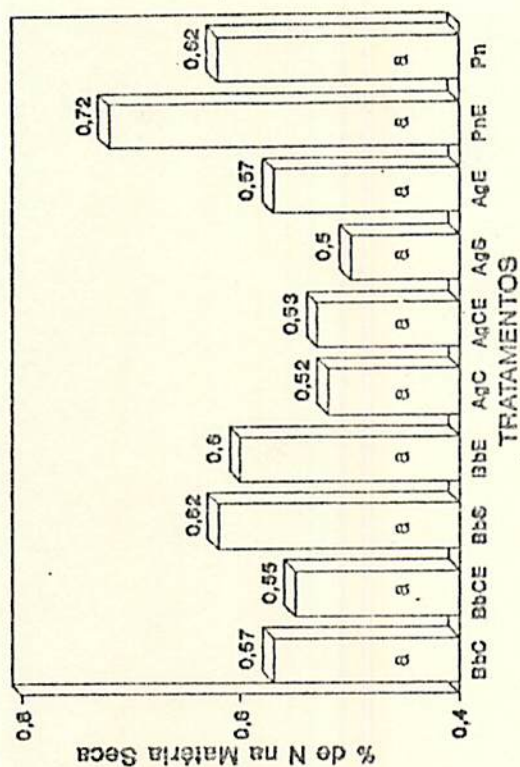
Ocorreram diferenças significativas apenas na primeira época, o que parece ser devido a um efeito de concentração, observando-se uma tendência de relação dos maiores teores de N apresentados com as menores produções de matéria seca nessa avaliação (Figura 7).

Os teores médios de N nos tratamentos (Figura 1) não mostram diferenças acentuadas, apresentando em todos os tratamentos valores baixos, inferiores aos determinados nas forragens nativas desta região por NEIVA (1990), que encontrou 1,29% de N nas

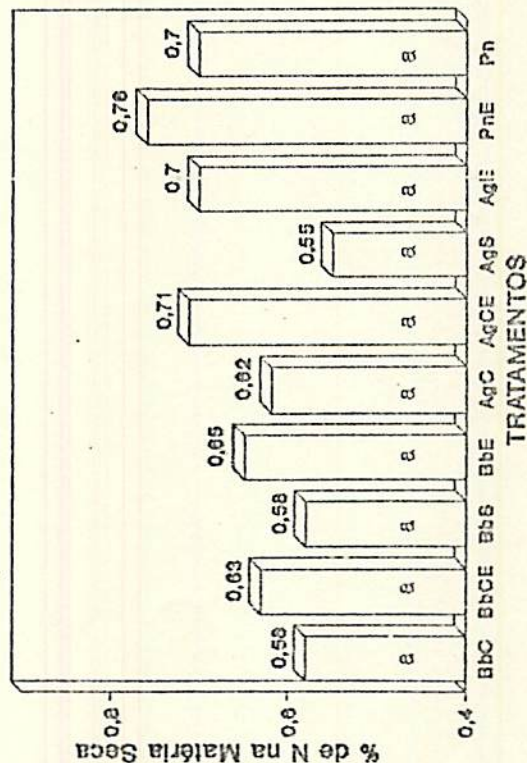
1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)



4ª época de amostragem (18/02/92)

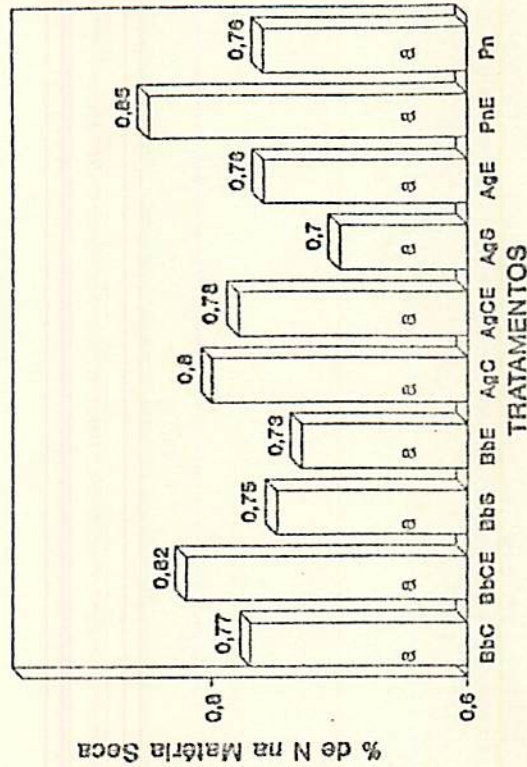


Figura 1 - Teor de Nitrogenio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação. (os tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

pastagens queimadas e 0,90% de N nas pastagens não queimadas (média de sete avaliações), e semelhantes aos determinados por ANDRADE (1992), 0,85% de N (média de oito avaliações). Esses baixos teores podem ser devidos a uma maior produção média de matéria seca podendo ter ocorrido um efeito de diluição e também ao maior período de avaliação nesse experimento. Mesmos os maiores teores determinados, estão abaixo do teor mínimo (1,12% de N na forragem), abaixo do qual há uma drástica redução do consumo de forragem pelos bovinos (MINSON & MILFORD, 1967).

Na segunda, terceira e quarta avaliações não ocorreram diferenças significativas, tendo sido verificada uma redução nos teores médios de N com o avanço da idade das forrageiras, sendo este um fato verificado nessas forrageiras nativas por NEIVA (1990) e ANDRADE (1992), como também para o *Andropogon gayanus* (DRUDI & FAVORETO, 1987; CAMARÃO et alii, 1988 e SANTOS et alii, 1992a) e para *Brachiaria brizantha* (ALVIM et alii, 1988 e TEIXEIRA et alii, 1992b).

A elevação dos teores de N na parte aérea das forrageiras na quarta época provavelmente se deve ao efeito da adubação nitrogenada de cobertura, a uma maior precipitação pluviométrica (Figura 1A) e condições de temperatura mais favoráveis a mineralização da matéria orgânica. O aparecimento de perfilhos novos com maiores teores de N, também é uma possível explicação já aventada por NEIVA (1990) para a elevação dos teores de N nessas pastagens no final do ciclo, quando normalmente os teores de N decrescem (NORMAN, 1963 e GOMIDE, 1976).

Esses também são os motivos que explicariam a aparente falta de resposta à adubação nitrogenada em cobertura, quando se verifica os teores de N das amostras do tratamento Pn em relação aos demais, na quarta época de avaliação. Pode também ser aventada a falta de uma resposta significativa à adubação nitrogenada por uma limitação pelos baixos valores de fósforo disponível no solo (Quadro 7), como verificado por FREITAS & JORGE (1982) em *Cynodon dactylon* e/ou pela baixa disponibilidade de potássio no solo como verificado por COMASTRI FILHO (1977) em *Pennisetum purpureum*.

Outras considerações a serem feitas residem no fato das espécies introduzidas poderem apresentar uma elevada eficiência de utilização do N nativo do solo como verificado para o *Andropogon gayanus* (CIAT, 1978) e um elevado potencial de resposta em crescimento a uma disponibilidade maior de N como verificado pela *Brachiaria brizantha* (ALVIM et alii, 1990), a qual pode ter levado a um efeito de diluição nos teores de N na parte aérea. Isto sugere que futuros estudos de fracionamento da matéria orgânica presente neste solo, deveriam ser realizados para verificar o potencial de fornecimento de N pela sua mineralização, pois esta é o principal reservatório de N do solo (TISDALE et alii, 1985) e pode ter grande contribuição no aumento da disponibilidade de P (LEE et alii, 1990).

4.2.2. Teor de Fósforo (P)

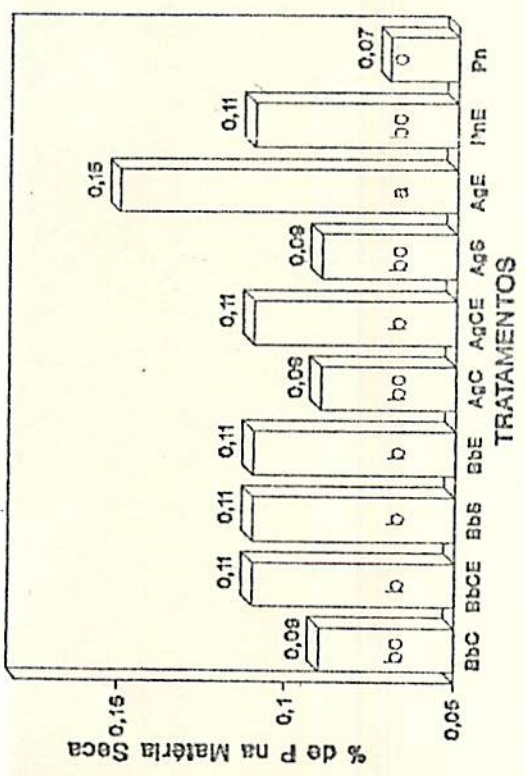
Na análise de variância dos teores de P na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,01$), das épocas de avaliações ($p < 0,01$) e da interação entre tratamentos e épocas ($p < 0,01$).

Na Figura 2 são apresentados os teores de P nas quatro avaliações. Os dados sugerem o efeito da adubação e preparo do solo e prováveis diferenças na eficiência de absorção das espécies introduzidas, especialmente na quarta avaliação.

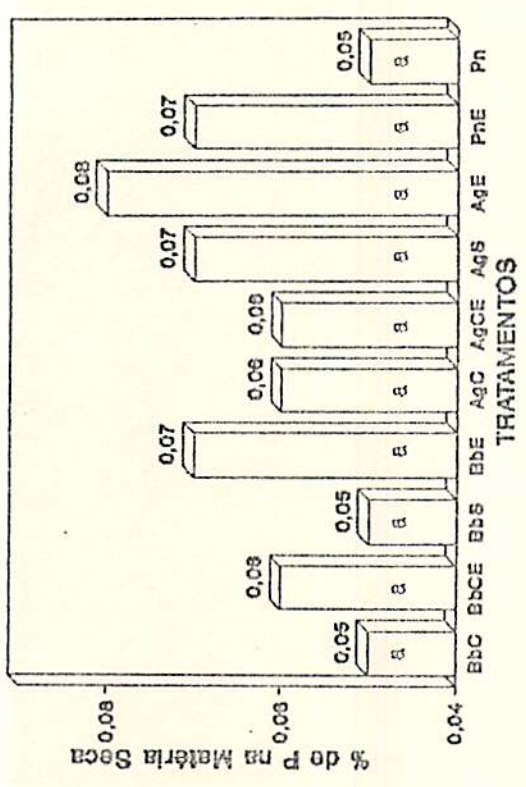
Há constatação da tendência na redução dos teores de P na parte aérea das forragens com o passar do tempo, fato este também constatado por EVANGELISTA et alii (1992) e ANDRADE (1992) nessas mesmas pastagens nativas, tendo sido observado ainda em pastagens nativas do cerrado mato-grossense (EMBRAPA, 1981).

A elevação dos teores de P na parte aérea das forragens na quarta avaliação, já no final do ciclo, quando normalmente os teores decrescem, nos tratamentos BbE, AgE e PnE provavelmente se deva à: perfilhos novos que apresentam maiores teores de P na sua composição (GOMIDE, 1976); efeito sinérgico da absorção e translocação do P provocado pela adubação nitrogenada de cobertura (COLE et alii, 1963 e RILEY & BARBER, 1971); mineralização da matéria orgânica pelas condições pedoclimáticas mais favoráveis nesta época, que foi constatada ser a responsável por variações sazonais de P em pastagens na Nova Zelândia (TATE

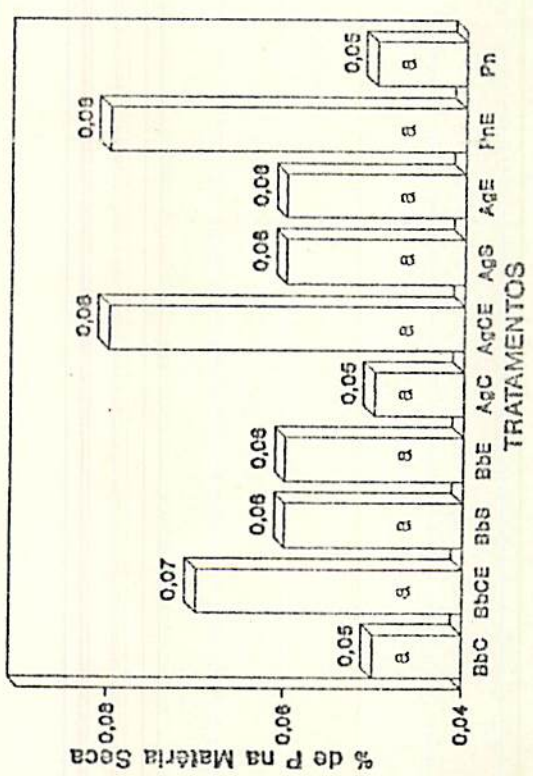
1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)



4ª época de amostragem (18/02/92)

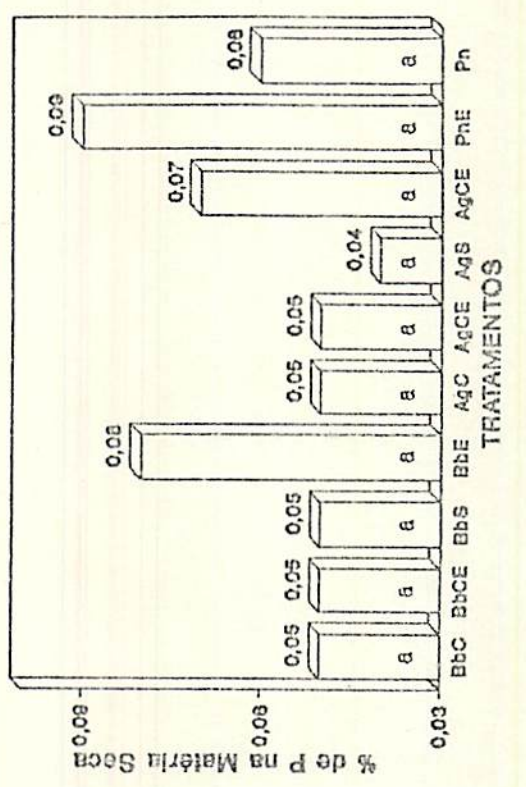


Figura 2 - Teor de Fósforo na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação. (os tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

et alii, 1991); e ao maior grau de umidade do solo nesta época, conseqüência de maiores precipitações (Figura 1A), que têm importância fundamental como veículo para a difusão do fósforo até as raízes da planta (MARSCHNER, 1986). Tem sido verificado que a incorporação de doses relativamente menores de P no solo, com uma disponibilidade de água que possa assegurar melhores condições para a difusão, pode apresentar um efeito positivo mais acentuado que o decorrente de grandes quantidades de P com uma menor umidade do solo (RUIZ, 1988a,b). Este fato mostra a importância do preparo neste tipo de solo visando uma maior infiltração de água no mesmo, principalmente através da quebra do encrostamento que se forma na sua superfície. Este pode ser um dos fatores que está contribuindo para o melhor desempenho, em alguns parâmetros, nas avaliações realizadas até o momento das parcelas escarificadas (BbE, AgE e PnE).

Os teores encontrados em todas as avaliações estão abaixo da exigência dos bovinos em pastejo, que varia de 0,18% a 0,43% (CAMPOS, 1990). No entanto, é bom ressaltar que dificilmente as gramíneas tropicais, ainda que recebendo elevadas doses de P apresentam teores dentro destes limites (CIAT, 1982 e ROCHA, 1991).

4.2.3. Teores de Potássio (K)

Na análise de variância dos teores de K na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,01$) das épocas de avaliações ($p < 0,01$) e da interação entre os tratamentos e épocas ($p < 0,01$).

Na Figura 6 são apresentados os teores de K na parte aérea nas quatro épocas. Os teores mais elevados de K na primeira época se devem provavelmente ao efeito da adubação potássica e ao efeito de concentração pelo pouco crescimento das forragens nesta avaliação (Figura 7).

Apenas não se constatou diferenças significativas entre os tratamentos na terceira época, sendo que além das relações com as condições climáticas e estágio vegetativo das forrageiras nesta época, outro aspecto que pode estar contribuindo para não haver diferenças entre os tratamentos é o fenômeno relatado por Schofield em sua lei das relações, a qual prevê que, com a redução da umidade do solo, a concentração total de ions em solução aumenta, mas os teores dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} aumentam mais rapidamente que os de K^+ (TAN, 1982 e RAIJ, 1991). Esta hipótese, conjuntamente com a inibição competitiva que ocorre entre esses três cátions pelos sítios de absorção na planta (MALAVOLTA, 1980) e o fato do principal mecanismo de transporte do K do solo até às raízes ser por difusão (MARSCHNER, 1986), sendo este mecanismo extremamente influenciado pela umidade do

solo, como discutido em maiores detalhes no item 4.2.2., certamente estão contribuindo para uma menor disponibilidade do K trocável no solo para a absorção pelas plantas, conseqüências da redução da disponibilidade de água nos meses que antecederam esta avaliação (Figura 1A).

As diferenças entre os tratamentos voltam a se manifestar na quarta época de avaliação, quando se constata diferenças estatísticas no tratamento AgE em relação ao tratamento Pn, devido provavelmente à uma participação relativa substancial da gramínea introduzida no tratamento AgE (Figura 10).

Apesar de não haver diferença estatística entre os demais tratamentos, observa-se o possível efeito do preparo do solo na disponibilidade do potássio no solo, tendo os tratamentos com uma maior área de preparo na parcela, apresentado uma tendência de elevação nos teores médios de K na parte aérea da forragem, estando este fato possivelmente relacionado ao mecanismo de transporte de K no solo ser principalmente por difusão (MARSCHNER, 1986).

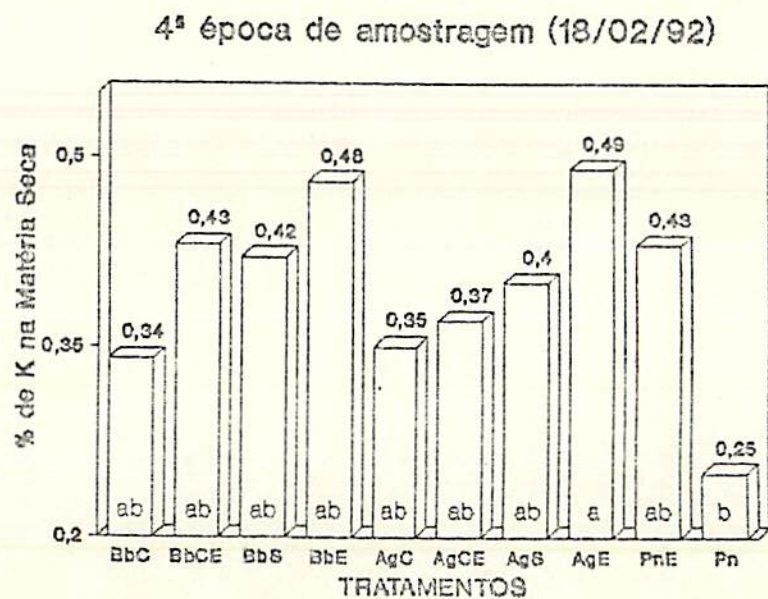
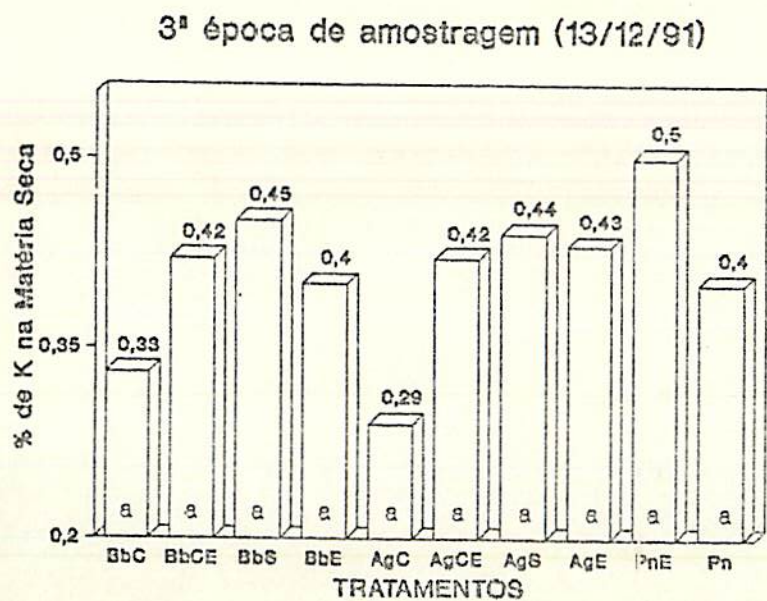
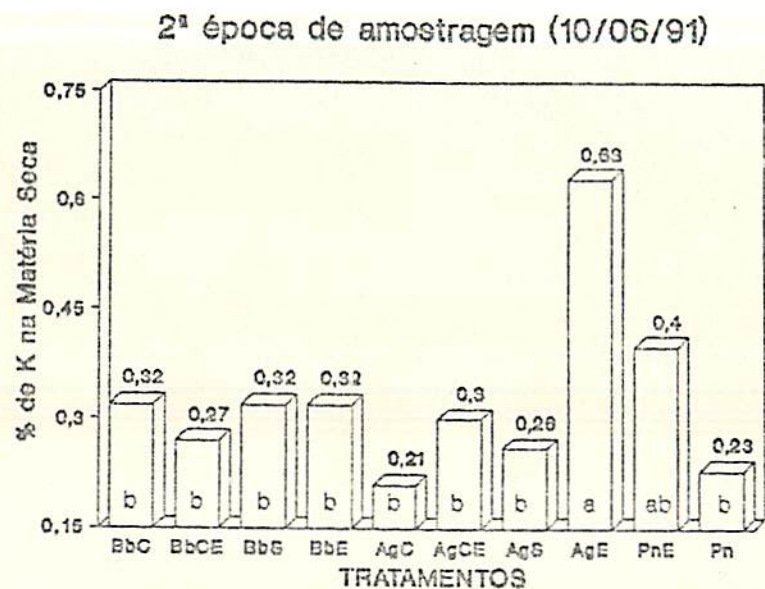
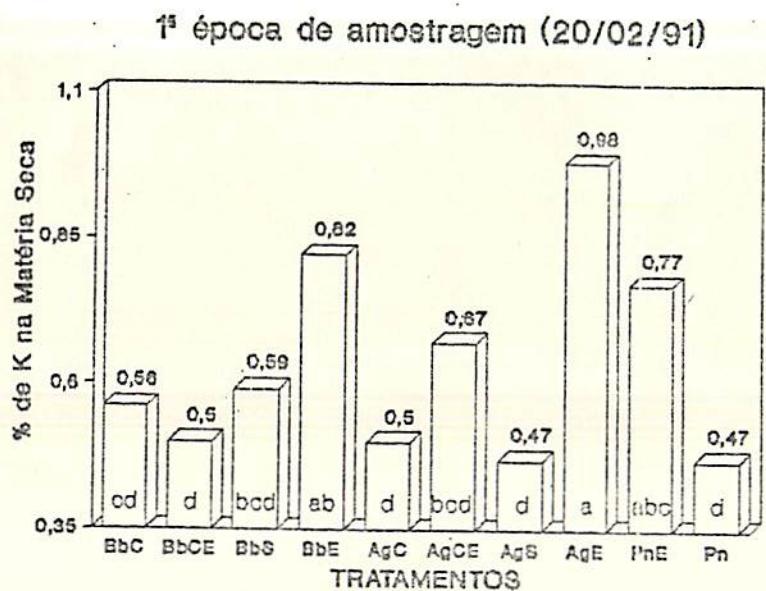


Figura 3 - Teor de Potássio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação. (os tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

4.2.4. Teor de Cálcio (Ca)

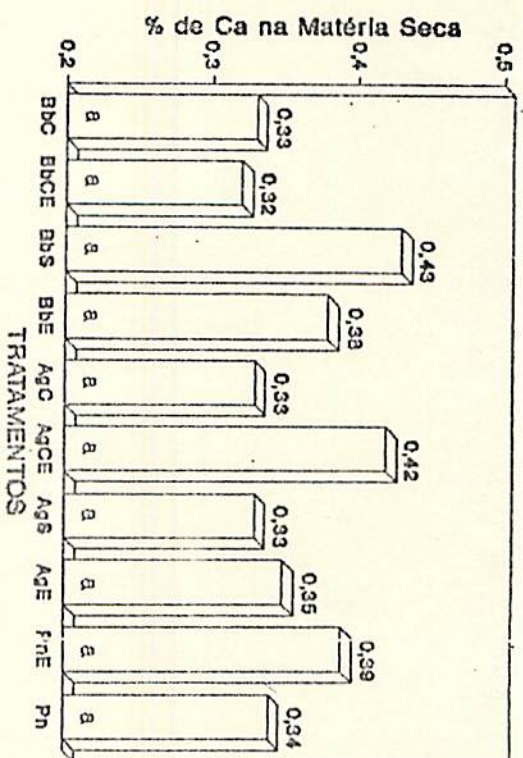
Na análise de variância dos teores de Ca na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeitos significativos dos tratamentos ($p < 0,05$), das épocas de avaliação ($p < 0,01$) e de interação entre tratamentos e épocas ($p < 0,05$).

A análise do efeito do tratamento dentro das épocas apresentou diferenças significativas apenas na quarta época de amostragem (Figura 8). Verificou-se os maiores teores nos tratamentos AgE e BbE, apesar desse último não diferir significativamente do tratamento Pn.

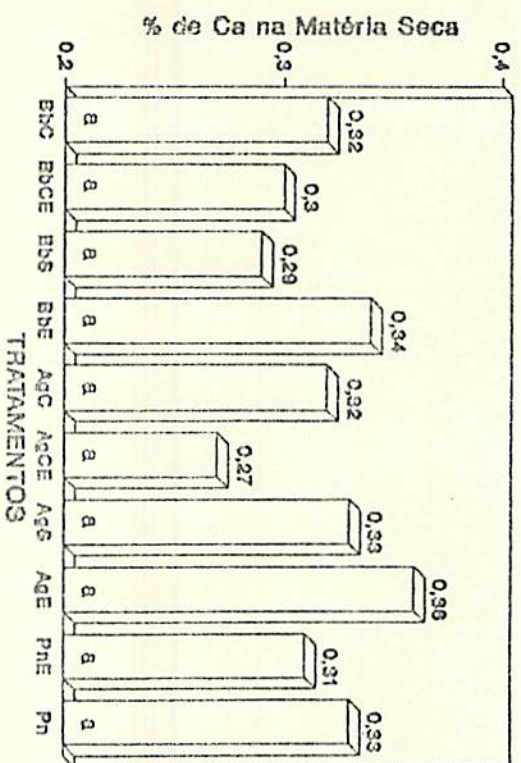
O maior valor encontrado na quarta época no tratamento AgE provavelmente se deve a uma contribuição dos maiores teores de Ca que o *Andropogon gayanus* pode apresentar (0,45 a 0,89% de Ca na composição da parte aérea da forragem, segundo SANTOS et alii, 1992c), em comparação aos teores que essas pastagens nativas têm revelado (ANDRADE, 1992 e EVANGELISTA et alii, 1992). A elevação dos teores de Ca no tratamento BbE foi menos acentuada, apesar da *Brachiaria brizantha* poder apresentar teores de 0,70-1,03% de Ca na parte aérea (TEIXEIRA et alii, 1992b) provavelmente pela sua menor contribuição relativa na composição da forragem (Figura 10).

Os maiores teores de Cálcio observados na parte aérea das forragens estão geralmente associados aos tratamentos onde a calagem e adubações foram efetuadas em toda a área da parcela,

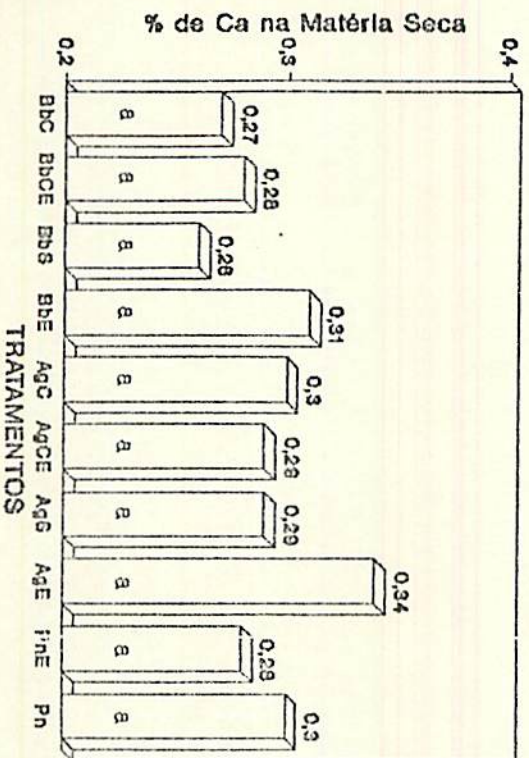
1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)



4ª época de amostragem (18/02/92)

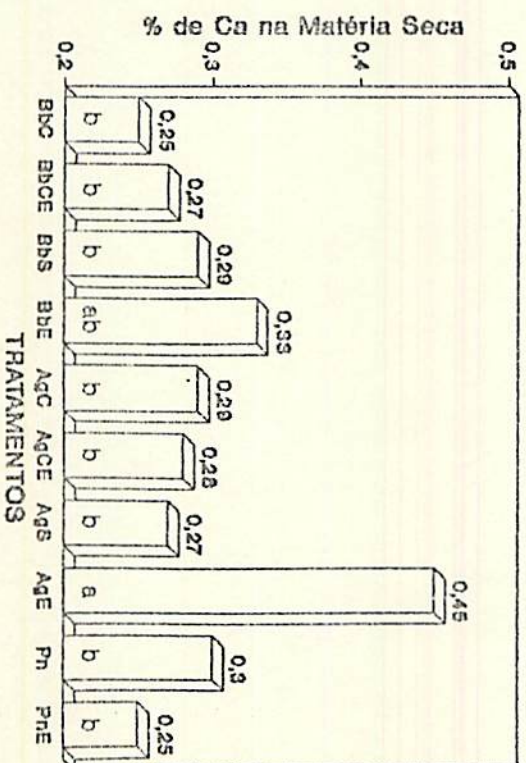


Figura 4 - Teor de Cálcio na parte aérea das forrageliras, em quatro épocas de avaliação, (os tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%).

provavelmente relacionados à uma maior absorção como consequência de uma maior disponibilidade de Ca trocável no solo por toda a área da parcela.

Não foi observada resposta nos teores de Ca na parte aérea da pastagem nativa exclusiva à maior disponibilidade de cálcio no solo quando se compara os tratamentos PnE e Pn, o que pode ser devido à elevada eficiência dessas espécies nativas (que evoluíram em ambientes com baixa disponibilidade de cálcio) na sua absorção (WILTSHIRE, 1973).

Os teores apresentados em todos os tratamentos nas quatro épocas são suficientes para a manutenção de bovinos que, segundo CAMPOS (1990) e ROCHA (1991), estão na faixa de 0,18 a 0,60% de Ca na forragem. Esses teores são superiores aos encontrados por ANDRADE (1992) e EVANGELISTA et alii (1992) trabalhando nessas pastagens nativas submetidas ou não ao tratamento de queima, os quais encontraram a maior média de aproximadamente 0,20% de Ca, semelhante à encontrada no Pn na quarta época.

4.2.5. Teor de Magnésio (Mg)

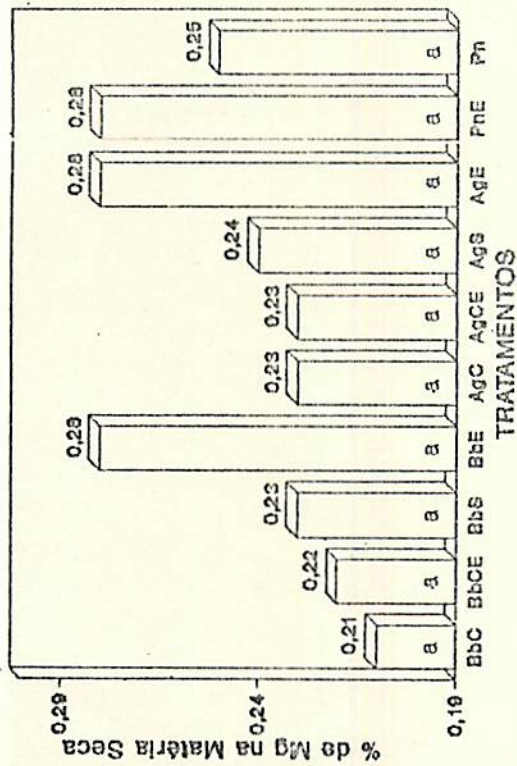
Na análise de variância dos teores de Mg na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeito significativo dos tratamentos ($P < 0,01$) das épocas de avaliação ($P < 0,01$) e da interação entre tratamentos e épocas ($P < 0,05$).

Na Figura 5 são apresentados os teores de Mg nas quatro épocas de avaliação. Há a constatação de diferenças significativas entre os tratamentos a partir da segunda época de avaliação, sendo que esse efeito parece ir se acentuando com o passar do tempo, tornando os efeitos dos tratamentos mais evidentes. Isto provavelmente deve-se, principalmente, à uma maior participação das gramíneas introduzidas na composição da forragem, as quais apresentam maiores teores de Mg na parte aérea, tendo sido relatados teores de Mg de 0,24 a 0,53% para o *Andropogon gayanus* (SANTOS et alii, 1992c) e de 0,74 a 0,92% para a *Brachiaria brizantha* (TEIXEIRA et alii, 1992b).

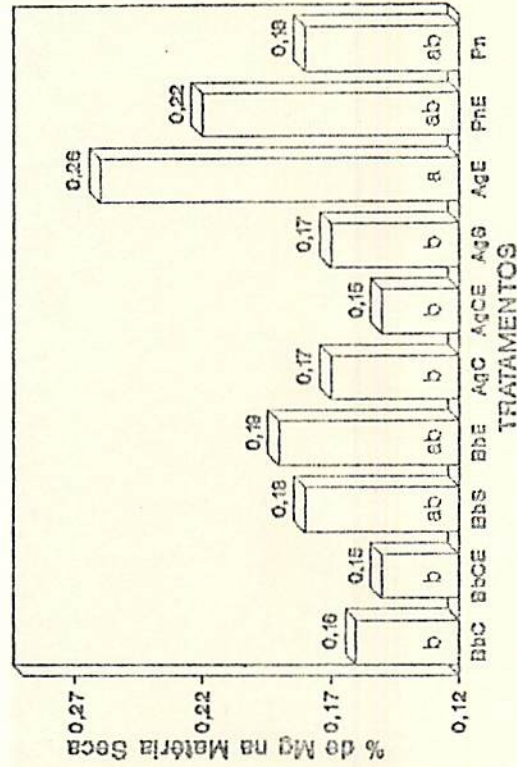
Os maiores valores determinados na primeira época provavelmente se devem à um efeito de concentração, haja visto que a produção de matéria seca nessa época foi reduzida e havia uma boa disponibilidade de Mg trocável no solo (Quadro 10).

Os teores encontrados na pastagem nativa se aproximam dos encontrados por EVANGELISTA et alii (1992), e o pequeno aumento dos teores de Mg na pastagem nativa adubada (PnE) à semelhança do cálcio, provavelmente se deve à uma evolução dessas forrageiras em ambientes com baixa disponibilidade desse nutriente, criando adaptações altamente eficientes para sua absorção do solo. No entanto uma maior disponibilidade de Mg pode contribuir sinergisticamente para a absorção do fósforo pelas plantas (MALAVOLTA, 1980), podendo ser de muita importância nesses solos com baixa disponibilidade e elevada capacidade de fixação de P.

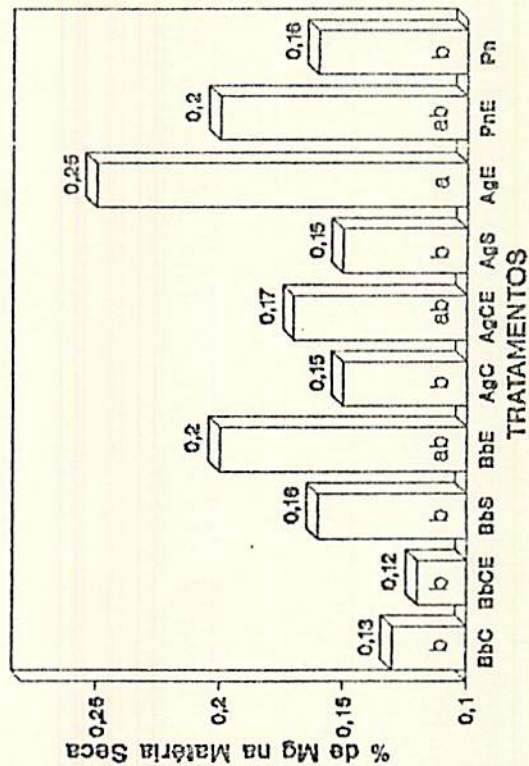
1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)



4ª época de amostragem (18/02/92)

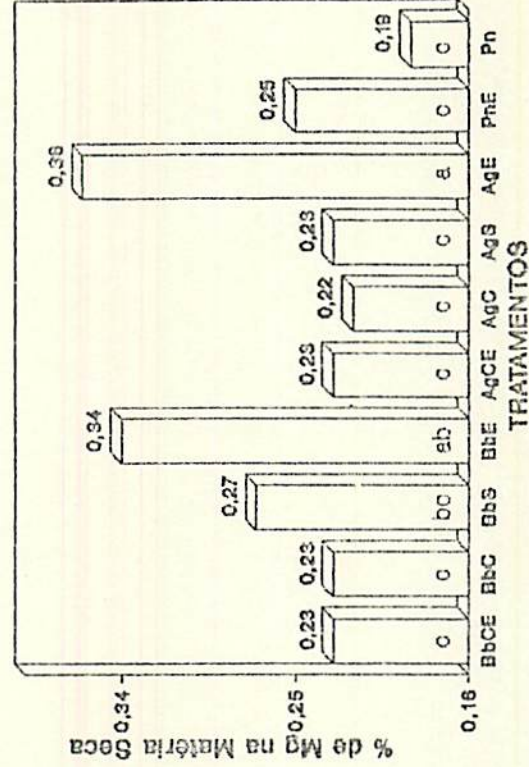


Figura 5 - Teor de Magnésio na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação (os tratamentos seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

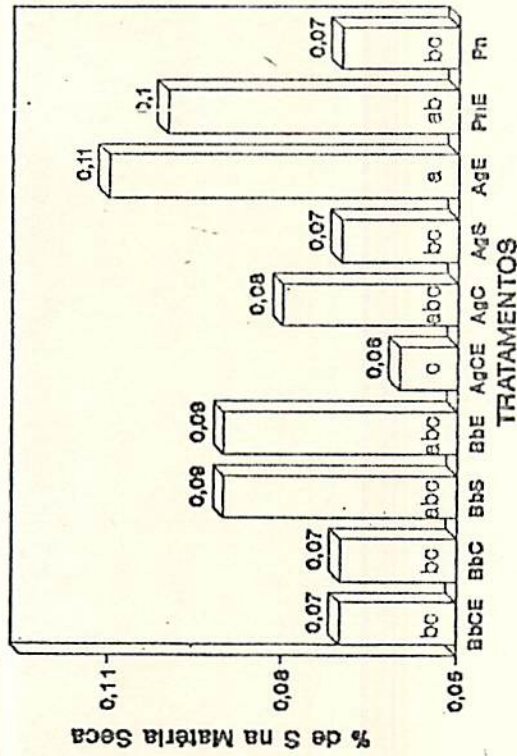
Os teores de Mg encontrados nessas forrageiras atendem a necessidade dos bovinos que, segundo CAMPOS (1990), esta na faixa de 0,04 a 0,18%.

4.2.6. Teor de Enxofre (S)

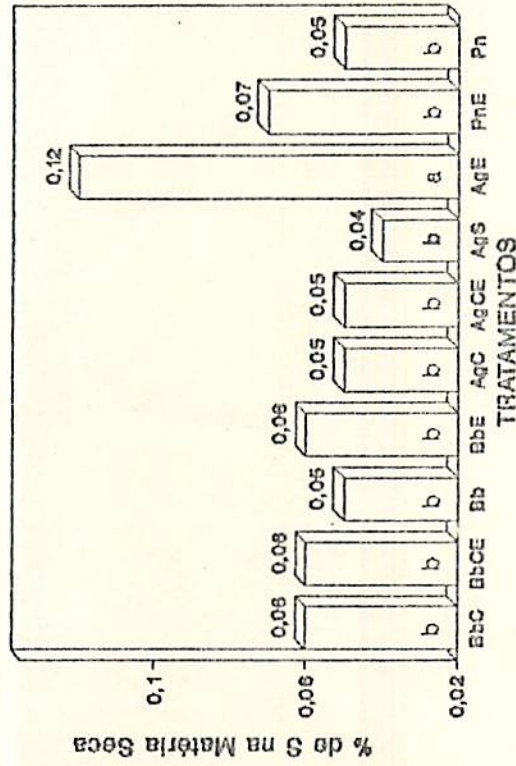
Na análise de variância dos teores de S na parte aérea das forragens (Apêndice) observa-se efeito significativo de tratamento ($p < 0,01$), época ($p < 0,01$) e efeito de interação entre os tratamentos e épocas ($p < 0,01$).

O teor médio de S na parte aérea das forragens nos tratamentos (Figura 6) mostra as maiores médias para os tratamentos AgE, PnE e BbE e BbS, na primeira época de avaliação. Esses resultados provavelmente estão relacionados ao fato de que nesses tratamentos foram aplicadas maiores quantidades efetivas de fertilizantes na área da parcela (Quadro 4), que podem ter aumentado a disponibilidade de S para as plantas através do efeito direto do fornecimento de S pelo superfosfato simples (12% de S) e, indiretamente, pelo favorecimento da mineralização da matéria orgânica do solo (Quadro 11) pela adição dos fertilizantes e calcário e também pela escarificação do solo, que liberaria o S, dado que a matéria orgânica contém aproximadamente 90% do S total do solo (BISSANI & TEDESCO, 1988). Além disso uma presumível menor adsorção do ion sulfato ($SO_4^{=}$) pelos óxidos de alumínio e de ferro (Figura 3A)

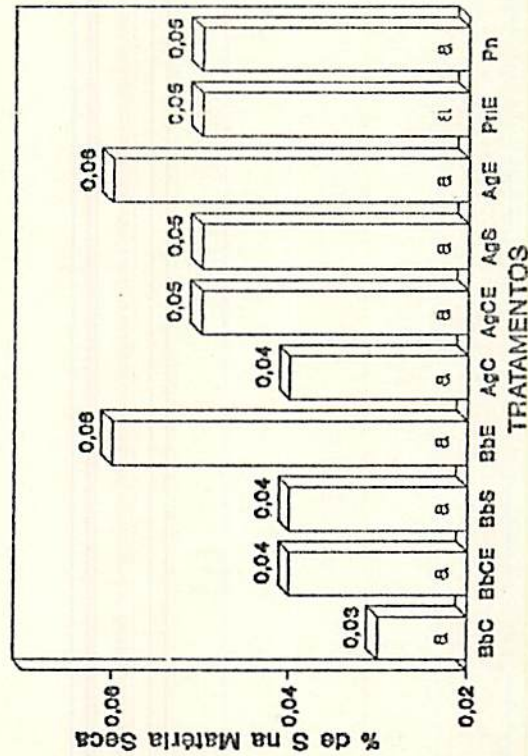
1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)



4ª época de amostragem (18/02/92)

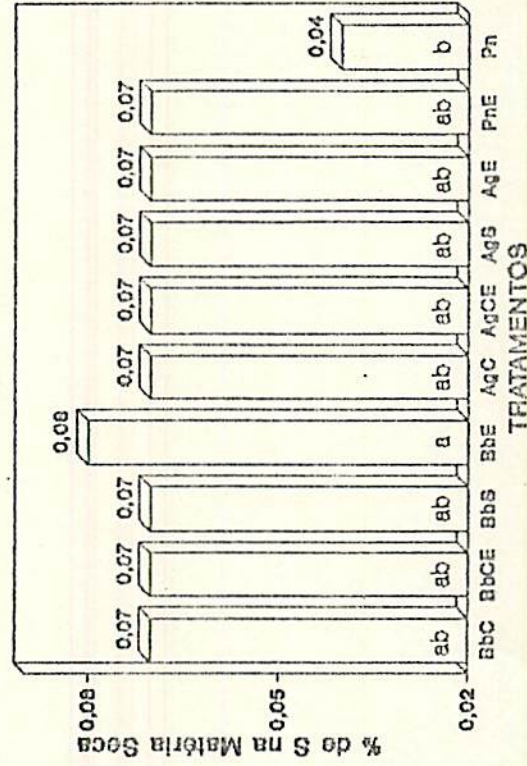


Figura 6 - Teor de Enxofre na parte aérea das forrageiras, em quatro épocas de avaliação.

(os tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

presentes nesse solo, devido à maior afinidade de adsorção do íon fosfato (adicionado pela adubação com superfosfato simples) em relação ao íon sulfato (Bolt, citado por TAN, 1982), tornariam este mais disponível à absorção pelas forrageiras.

Nos tratamentos AgE e BbE as maiores médias, apresentadas na segunda e quarta épocas de avaliação, respectivamente, podem estar relacionadas à uma maior eficiência de absorção do enxofre do solo pelo *Andropogon gayanus* (Ag) e pela *Brachiaria brizantha* (Bb). Isso foi verificado em casa de vegetação com material de solo oriundo do local desse experimento, onde estas espécies apresentaram teores médios de 0,08% e 0,05% e de 0,07% e 0,12%, respectivamente, para Ag e Bb, em cortes realizados aos 101 e 156 dias após semeadura (SANTOS et alii, 1992c e TEIXEIRA, et alii, 1992b), fato que poderia elevar o teor médio de S da parte aérea das forragens. As forrageiras nativas, conforme foi verificado por EVANGELISTA et alii (1992), apresentaram teor médio de 0,05%, valor este semelhante aos encontrados no presente estudo na parcela testemunha (Pn). Os valores encontrados, quando se compara PnE e Pn, sugerem uma resposta das espécies nativas a adubação com enxofre.

Considerando-se que para a nutrição animal (bovinos em pastejo) a exigência na forragem é de 0,1% de S (CAMPOS, 1990), os teores de S são deficientes em todos os tratamentos. Esses teores relativamente baixos de S possivelmente devem-se à composição dessas pastagens ser basicamente de gramíneas, sendo

que estas apresentam baixos teores quando comparadas à espécies ricas em proteínas como algumas leguminosas (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Não ocorreram diferenças estatísticas na terceira avaliação que foi realizada após um período de baixas precipitações (Figura 1A), que podem ter influenciado a disponibilidade de S no solo e a absorção pelas forrageiras (GOMIDE, 1976). Contribuindo para este fato, as forrageiras nativas estavam em fase final de um ciclo, fase em que os teores de S são menores, conforme já verificado por EVANGELISTA et alii (1992).

A elevação dos teores da terceira para a quarta época em todos os tratamentos, a exceção do tratamento Pn, se deve provavelmente à adubação de cobertura com Sulfato de Amônio que continha 24% de S (Quadro 4) realizada com uma antecedência de 67 dias da amostragem na quarta avaliação, sendo o tratamento Pn o único que não recebeu a adubação.

4.3. Produção de Matéria Seca (MS)

A análise de variância dos resultados de produção de MS mostraram efeito de épocas ($p < 0,01$) e de interação entre épocas e tratamentos ($p < 0,07$).

A análise dos resultados de produção de MS dentro de cada época de amostragem (Figura 7), revela um comportamento

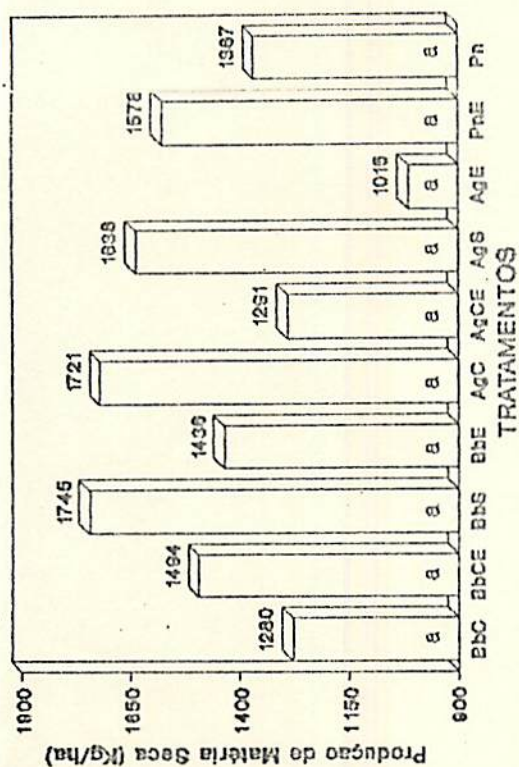
diferencial dos tratamentos ao longo do tempo. Tem sido verificado que produções iniciais são pequenas durante o período de formação de pastagens melhoradas, entretanto superado o período de formação, essas pastagens tornam-se altamente produtivas e elevam progressivamente seus rendimentos (ANDRADE, 1986). Esta tendência está sendo observada nesse experimento.

Na primeira época de avaliação verifica-se uma tendência dos tratamentos com uma maior área de preparo do solo na parcela (escarificação - BbE e AgE ; covas com escarificação - BbCE e AgCE e covas - BbC e AgC) apresentarem produção de matéria seca reduzida em comparação a testemunha (Pn) e aos tratamentos em sulcos (BbS e AgS), que tiveram relativamente a menor área de preparo do solo, afetando menos as forrageiras nativas que nessa época contribuíam quase que na totalidade para a produção de matéria seca.

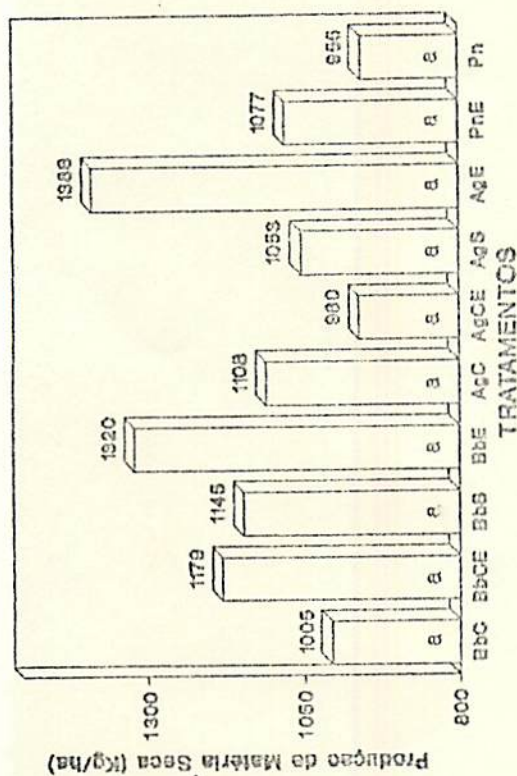
Na segunda e terceira avaliações, já se verifica uma tendência de todos os tratamentos superarem a testemunha.

Na quarta época de avaliação já se verifica diferenças estatísticas, com os tratamentos BbS, PnE e AgE superando o tratamento Pn. O tratamento BbS apresentou um aumento da produção de MS, apesar de apresentar uma baixa participação das gramíneas introduzidas (Figura 10). Este resultado deve-se provavelmente à melhor distribuição e maior retenção de água das chuvas pelos sulcos, tendo, em consequência da melhor conservação da água, uma vegetação mais densa e vigorosa das forrageiras nativas, fato

1ª época de amostragem (20/02/91)



2ª época de amostragem (10/06/91)



3ª época de amostragem (13/12/91)

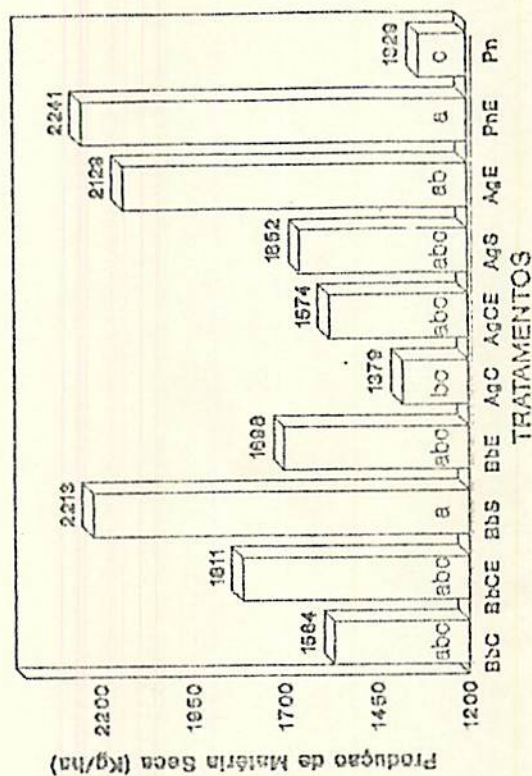
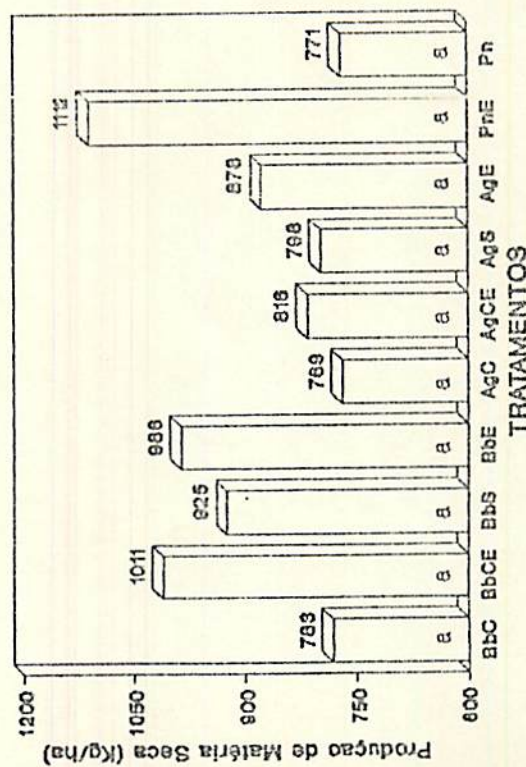


Figura 7 - Produção de Matéria Seca da parte aérea das forrageiras em em quatro avaliações. (As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si Tukey a 5%)

relatado por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990). No entanto, o sistema de sulcos nesses solos que apresentam grande variação da inclinação do relevo em pequenas distâncias, pode funcionar como dreno para a enxurrada não permitindo uma adequada infiltração de água e carreando os fertilizantes e sementes, de acordo com sua posição em relação à paisagem. O tratamento AgE apresenta um aumento da produção de MS e também a maior porcentagem relativa da gramínea introduzida na composição da forragem (Figura 10), as quais provavelmente estão contribuindo para o bom desempenho desse tratamento.

O plantio a lanço após uma gradagem leve e o plantio em sulcos, foram também os métodos mais satisfatórios para a introdução de leguminosas em campo nativo no Mato Grosso (EMBRAPA, 1981).

A comparação entre os tratamentos PnE e Pn mostra o elevado potencial de resposta que essas pastagens nativas apresentam à melhoria das condições físico-químico-hídricas do solo promovidas pelo sistema de manejo testado, promovendo um aumento de cerca de 60% na produção de matéria seca na quarta época de amostragem.

A escarificação parece ser de grande importância nesses solos, dado que dentre os tratamentos com introdução de *Brachiaria brizantha*, a escarificação também se apresentou com os melhores resultados em relação à porcentagem relativa de gramíneas introduzidas (Figura 10) e altura destas gramíneas (Figura 9). Corroborando esses dados, verifica-se uma tendência

dos tratamentos em covas (BbC e AgC) serem superados pelos tratamentos em covas com escarificação entre covas (BbCE e AgCE), particularmente na terceira e quarta época de avaliação.

Parece haver um efeito mais acentuado dos tratamentos quanto à produção de MS, com o decorrer do tempo, indicando ser o manejo de grande importância nesses solos, possivelmente pela quebra do encrostamento, aumentando a infiltração de água e possibilitando uma maior absorção dos nutrientes pelas forrageiras, refletindo-se em um aumento na produção de MS.

Comparando-se os valores encontrados para o tratamento Pn e os dados encontrados por NEIVA (1990) que estimou a produção de MS aos 98 e 112 dias, após a queima, em 1113 e 944Kg/ha e a primeira época de amostragem nesse experimento (119 dias após a queima), verifica-se que o valor aqui encontrado (1367Kg/ha) foi superior, o que pode ser devido à maior precipitação ocorrida durante esse experimento e as pastagens nativas serem altamente responsivas à uma maior disponibilidade de água (ESCUDE & MACEDO, 1980). Esse fato também justifica, em parte, os menores valores determinados na terceira época de avaliação, realizada após um período de baixas precipitações e os maiores valores na quarta época, após um período de elevadas precipitações. Esse fato também foi verificado por ANDRADE (1992) nessas pastagens nativas.

4.4. Número, Altura e Participação Relativa das Gramíneas Introduzidas

O menor número de plantas de gramíneas introduzidas foi verificado nos tratamentos com escarificação (BbE e AgE) em todas as épocas de avaliação (Figura 8); este provavelmente seja um dos fatores que justificam as maiores alturas de plantas nesses tratamentos (Figura 9) e maior porcentagem relativa dessas gramíneas na composição da forragem (Figura 10).

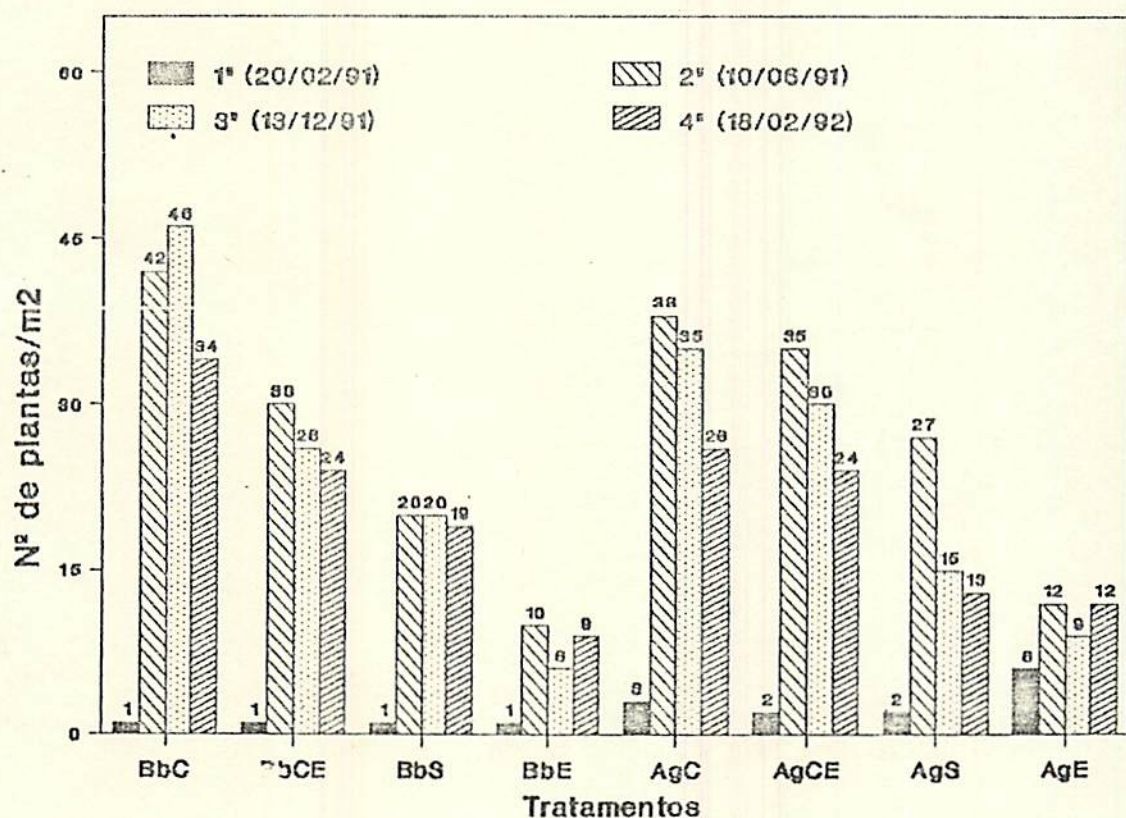


Figura 8 - Número de plantas das gramíneas introduzidas por metro quadrado, em quatro épocas de avaliação.

O elevado número de plantas das gramíneas introduzidas nos tratamentos em sulcos (BbS e AgS) e covas (BbC, BbCE, AgC e AgCE) pode ter causado a baixa participação dessas plantas na composição da forragem (Figura 10) e causado o pequeno crescimento das mesmas (Figura 9), provavelmente por competição por água, nutrientes e luminosidade.

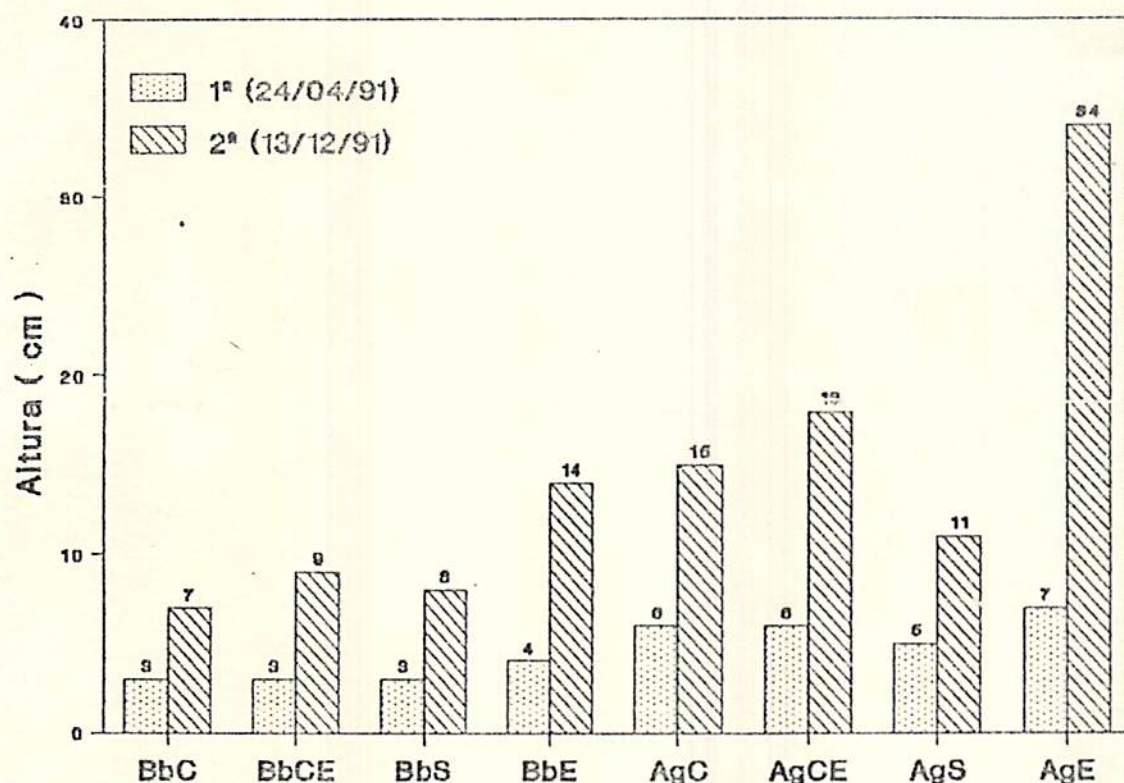


Figura 9 - Altura média das plantas de gramíneas introduzidas, em duas avaliações.

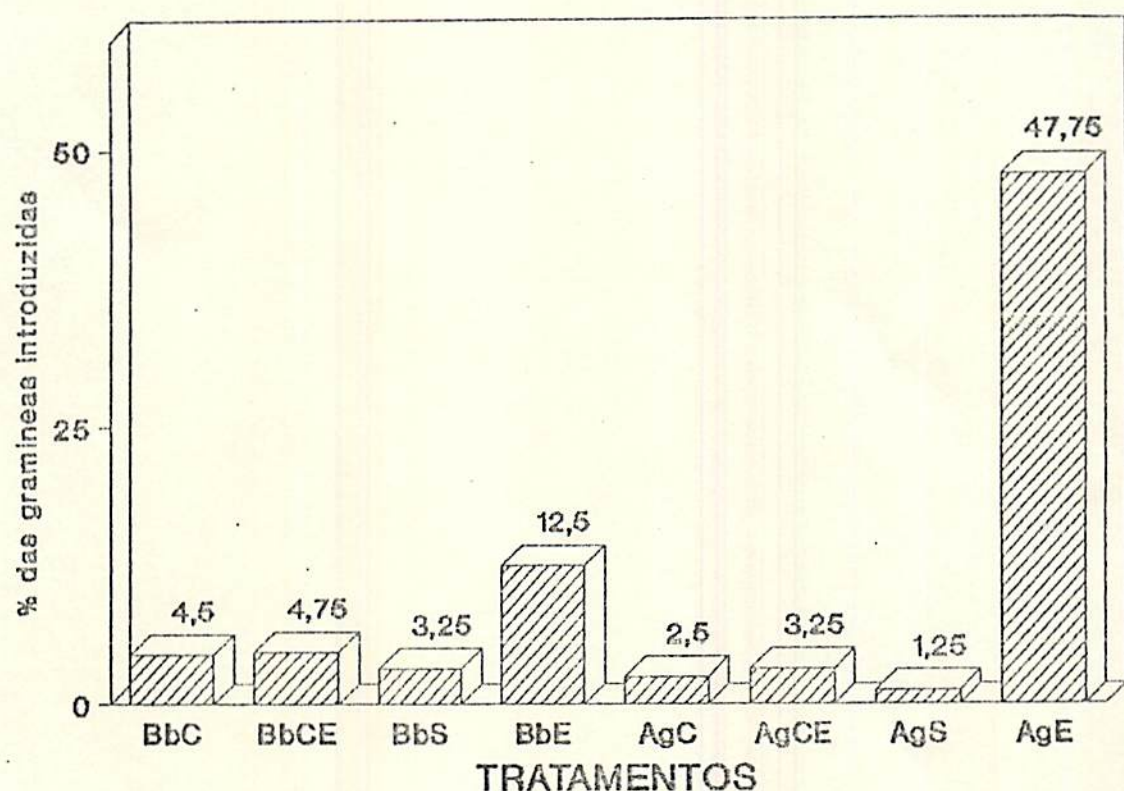


Figura 10.- Percentagem relativa das gramíneas introduzidas na composição botânica da forragem.

A redução do número de plantas por metro quadrado das gramíneas introduzidas nesses tratamentos, da segunda para a quarta avaliação, é também presumivelmente consequência dessa competição não só intra-específica como também pelas espécies nativas, sendo que esta tendência foi observada por COSER & CRUZ FILHO (1989), quando introduziram leguminosas em covas e sulcos em pastagens de capim gordura.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A baixa produtividade do rebanho leiteiro dos Campos da Mantiqueira (MG) se deve, em parte, à limitada quantidade e qualidade das forragens, predominantemente pastagens nativas, que estão implantadas em solos com sérios problemas físicos (Cambissolos) e químicos (Cambissolos e Latossolos), especialmente os primeiros solos, cuja ocorrência em relevo movimentado e a presença de uma camada de baixa permeabilidade na superfície do terreno fazem com que a cobertura vegetal, naturalmente muito pobre, seja destruída com facilidade e com poucas possibilidades de recuperação em condições naturais, o que os torna altamente susceptíveis ao processo erosivo.

O melhoramento das pastagens nativas, como alternativa para aumentar a sua produtividade, reveste-se de importância, principalmente por envolver baixos custos, manter a estrutura do solo e não eliminar as espécies nativas que contribuem para uma melhor germinação e principalmente para atenuar os riscos de

erosão que são grandes, principalmente quando o solo está descoberto, em áreas acidentadas.

Foi conduzido um experimento em campo em Cambissolo distrófico (epialóico), textura muito argilosa, relevo ondulado, substrato rochas pelíticas pobres, cujos objetivos foram: a) avaliar a introdução de *Andropogon gayanus* e *Brachiaria brizantha* em relação a diferentes sistemas de manejo na melhoria das pastagens nativas; b) verificar a resposta das forrageiras nativas aos sistemas de manejo testados; e c) subsidiar programas de melhoramento dessas pastagens.

Os tratamentos testados foram: (BbC) *Brachiaria brizantha* (Bb) semeada em covas; (BbCE) Bb em covas + escarificação entre covas; (BbS) Bb em sulcos; (BbE) Bb a lanço em solo escarificado; (AgC) *Andropogon gayanus* (Ag) semeado em covas; (AgCE) Ag em covas + escarificação entre covas; (AgS) Ag em sulcos; (AgE) Ag a lanço em solo escarificado; (PnE) Pastagem nativa com escarificação; (Pn) Pastagem nativa. A exceção do tratamento Pn, todos os demais tratamentos receberam calagem e adubação. A aplicação do corretivo e a adubação foram realizadas a lanço nos tratamentos BbE, AgE e PnE e de forma localizada nos demais tratamentos, sendo as doses utilizadas nesses últimos tratamentos calculadas em função da área de preparo da cova e do sulco.

As avaliações envolveram produção de matéria seca e os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea das forragens em 4 épocas de avaliação; número de plantas introduzidas por m² em 4

épocas; altura das plantas em 2 épocas; e participação relativa das gramíneas introduzidas na composição botânica da forragem. Foi realizado um monitoramento da fertilidade do solo através da avaliação de pH em água, P disponível (Mehlich-1), K disponível, Ca, Mg e Al trocáveis, saturação por alumínio e matéria orgânica nas 2ª e 4ª épocas de avaliação da produção de matéria seca. Foi também realizado um estudo de adsorção-dessorção de P e análise mineralógica qualitativa da fração argila do solo através de difração de raios X (tubo de cobre).

Os estudos de solo mostraram uma elevada capacidade tampão refletindo-se em pequenas alterações nos valores de pH e matéria orgânica, redução dos valores de Al trocável e saturação por alumínio. A elevada capacidade de fixação de P encontrada nesse solo deve ser a responsável pela não detecção de maiores valores de P disponível nos tratamentos que receberam adubação fosfatada; este P, dada a assembléia mineralógica da fração argila (goethita e caulinita principalmente), provavelmente foi fixado por estes minerais, não sendo detectado pelo extrator utilizado.

As avaliações das forragens mostraram resposta da pastagem nativa às práticas de manejo através de uma elevação da produção de matéria seca (4ª avaliação) e uma elevação dos teores médios de K (1ª avaliação) e S (nas 4 avaliações) na composição química da forragem. Dentre os sistemas de manejo testados para a introdução das gramíneas, o tratamento AgE mostrou uma elevação da produção de matéria seca (4ª avaliação) e um aumento dos

teores médios de N (1ª avaliação); K (1ª, 2ª e 4ª avaliações); Ca e Mg (4ª avaliação) e S (1ª e 2ª avaliações); esse tratamento também apresentou a maior porcentagem relativa da gramínea introduzida na composição da forragem (47,5%) e as plantas com maior altura. Dentre os tratamentos testados para a introdução da *Brachiaria brizantha*, o tratamento BbE foi o que apresentou o melhor desempenho, com as plantas mais altas e uma porcentagem relativa de Bb na composição da forragem de 12,5%.

Uma análise global dos dados sugere que a quebra do encrostamento pelos métodos de preparo do solo utilizados, principalmente pela escarificação, é de importância capital nesses solos, possivelmente aumentando a infiltração de água e possibilitando uma maior absorção dos nutrientes pelas forrageiras, que refletiu-se num aumento qualitativo e quantitativo da forragem.

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The low productivity of the milky cattle of Campos da Mantiqueira (MG) is due in part to the limited quantity and quality of forages, mainly native pastures, which are implanted in soils with serious physical (Cambisols-Inceptisols) and chemical problems (Cambisols and Latosols-Oxisols), specially the first soils, which occurrence in undulating relief and having a layer of low permeability at the terrain surface make that the naturally very poor vegetal cover be easily destroyed and existing small possibilities of recovering under natural conditions, which make these Cambisols highly susceptible to erosive process.

The improvement of native pastures, as alternative for increasing their productivity, is important mainly due to low costs, to maintain the soil structure and not-eliminating the native species which contribute for a better germination and specially for decreasing the erosion risks which are high, mainly when the soil is bare, in undulating areas.

It was conducted a field experiment in dystrophic (epiallic), very clayey, undulating relief, substrate poor pellitic rocks, Cambisol, which objectives were: a) to evaluate the introduction of *Andropogon gayanus* and *Brachiaria brizantha* in relation to different systems of management in the improvement of native pastures; b) to verify the answer of native forages to the systems of management tested; and c) to subsidize improvement programs of these pastures.

The tested treatments were: (BbC) *Brachiaria brizantha* (Bb) sowed in pits; (BbCE) Bb in pits + scarification among pits; (BbS) Bb in furrows; (BbE) Bb broadcasted in scarified soil; (AgC) *Andropogon gayanus* (Ag) sowed in pits; (AgCE) Ag in pits + scarification among pits; (AgS) Ag in furrows; (AgE) Ag broadcasted in scarified soil; (PnE) Native pasture with scarification; (Pn) Native pasture. With exception of the Pn treatment, all the others received liming and fertilization. The application of the corrective and the fertilization were broadcasted in the BbE, AgE and PnE treatments, and applied in localized form in the other treatments, being the used doses in these last treatments calculated as a function of the area of pit and furrow preparation.

The evaluations involved production of dry matter and the amounts of N, P, K, Ca, Mg and S in aerial part of forages in 4 epochs of evaluation; number of introduced plants per m² in 4 epochs; height of plants in 2 epochs; and relative participation

of introduced grasses in botanical composition of forage. It was performed a monitoring of soil fertility through the evaluation of pH in water, available P (Mehlich-1), available K, exchangeable Ca, Mg and Al, Al saturation and organic matter at the second and fourth epochs of evaluation of dry matter production. It was also performed a study of adsorption-desorption of P and qualitative mineralogical analysis of the clay fraction of the soil through X-ray diffraction (copper tube).

The soil studies showed a high buffer capacity reflected in small alterations in pH values and organic matter, reduction of exchangeable aluminium and aluminium saturation values. The high P fixation capacity registered in this soil should be the responsible for non-detection of higher values of available P in the treatments which received phosphated fertilization; this P, due to the mineralogical assemblage of the clay fraction (goethite and kaolinite mainly), probably was fixed by these minerals, being not-detected by the utilized extractor.

The evaluations of forages showed answer of native pasture to the management practices through an elevation of dry matter production (fourth evaluation) and an elevation of average amounts of K (first evaluation) and S (in fourth evaluation) in chemical composition of forage. Among the systems of management tested for introduction of grasses, the AgE treatment showed an elevation of dry matter production (fourth evaluation) and increase of medium amounts of N (first evaluation); K (first,

second and fourth evaluations); Ca and Mg (fourth evaluation) and S (first and second evaluations); this treatment also presented the highest relative percentage of introduced grass in forage composition (47,5%) and the plants with the highest height. Among the treatments tested for introduction of *Brachiaria brizantha*, the BbE treatment was the one which presented the best performance, having the tallest plants and a relative percentage of Bb in forage composition of 12,5%.

A global analysis of data suggests that the break of soil crusting by the methods of soil preparation utilized, mainly by scarification, is of capital importance in these soils, possibly increasing water infiltration and making possible a greater absorption of nutrients by forages, which reflected in qualitative and quantitative increase of forage.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos; características e interpretações técnicas. São Paulo, ANDA, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6).
02. ALMEIDA, J.R. Cronocromosequência de solos originados de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Viçosa, UFV, 1979. 150p. (Dissertação de Mestrado).
03. _____ & RESENDE, M. Considerações sobre o manejo de solos rasos desenvolvidos de rochas pelíticas no Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(128):19-26, ago. 1985.
04. ALVIM, M.J. ; BOTREL, M. de A. ; VERNEQUE, R. da S. & SALVATI, J.A. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. Pasturas Tropicales, Cali, 12(2):2-6, 1990.
05. ANDRADE, A.D. Avaliação do potencial forrageiro e valor nutritivo de pastagens nativas no segundo ano após o tratamento de queima. Lavras, ESAL, 1992. 84p. (Dissertação de Mestrado).
06. ANDRADE, I.F. Métodos de introdução de leguminosas em pastagens nativa de cerrado. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 14(2):151-8, 1985.
07. ANDRADE, R.P. de Pastagens na região dos cerrados. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1986. p.455-80.
08. _____ & LEITE, G.G. Pastagens na Região de Cerrados. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 13(153/154):26-39, out./nov. 1988.

09. ANGHINONI, I. Época e métodos de aplicação de corretivos nos solos. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2, Santa Maria, 1989. Anais... Santa Maria, UFSM, 1989. p.130-49.
10. BANZATTO, D.A. & KRONKA, S. do. Experimentação Agrícola. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.
11. BARRETO, I.L. ; VINCENZI, M.L. & NABINGER, C. Melhoramento e renovação de pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 5, Piracicaba, 1978. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.28-63.
12. BARTLETT, R.J. & RIEGO, D.C. Effect of chelation on the toxicity of aluminum. Plant and Soil, The Hague, 37:419-23, 1972.
13. BARUQUI, F.M. ; RESENDE, M. & FIGUEIREDO, M. de S. Causas da degradação e possibilidade de recuperação das pastagens em Minas (Zona da Mata e Rio Doce). Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(128):27-37, ago. 1985.
14. BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Práticas conservacionistas e sistemas de manejo. In: _____. Conservação do Solo. São Paulo, Icone, 1990. p.94-182.
15. BISSANI, C.A. & TEDESCO, J.A. O enxofre no solo. In: SIMPOSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Londrina, 1988. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p.11-29.
16. BOTREL, M. de A. ; ALVIM, M.J. & MOZZER, O.L. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(9/10):1019-25, set./out. 1987.
17. _____ ; CRUZ FILHO, A.B. da & CARVALHO, M.M. Recomendação para formação e manejo de pastagens na Zona da Mata de Minas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(153/154):18-22, 1988.
18. BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normas Climatológicas (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Guanabara). Rio de Janeiro, 1969. V.3, 98p.
19. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radam Brasil, folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, 1983. 775p.

20. CAMARÃO, A.P.; BRAGA, E. & BATISTA, H.A.M. Valor nutritivo do capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) em três idades. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1988. 17p. (Boletim de Pesquisa, 94).
21. CARVALHO, M.M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 2, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, POTAFOS, 1986. p. 125-44.
22. CARVALHO, M.M.de. Melhoramento da produtividade das pastagens através da adubação. Informe agropecuário, Belo Horizonte, 11(132):23-31, dez. 1985.
23. CARVALHO, M.M.; BOTREL, M. de A. & CRUZ FILHO, A.B. da. Estudo exploratório de um Latossolo Vermelho - Amarelo da Zona dos Campos das Vertentes, MG. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 21(02):320-9, 1992.
24. CARVALHO, M.M. de; OLIVEIRA, F.T.T. de; SARAIVA, O.F. & MARTINS, C.E. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forragens tropicais em dois solos da Zona da Mata, MG. I. Latossolo Vermelho-Amarelo. Pesquisa Brasileira, Brasília, 20(5):519-58, maio. 1985.
25. CAMPOS, J. Tabelas para cálculo de rações. 2.ed. Viçosa, UFV. 64p. 1990.
26. CENTRO INTERNACIONAL DA AGRICULTURA TROPICAL. In: _____. Informe anual - 1977: programa de ganado de corte. Cali, 1978. p. B86-B90.
27. _____. Red internacional de evaluación de pastos tropicales; Manual para la evaluación agronómica. Cali, 1982. p.168.
28. _____. Ciat report, Informe CIAT. Cali, 1990. 192 p.
29. CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPOSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TROPICOS, 1984, Ilhéus. Anais... Ilhéus, CEPLAC, 1985. p.45-75.
30. COLE, C.V.; GRUNES, D.L.; PORTER, L.K. & OLSEN, S.R. The effects of nitrogen on short-term phosphorus absorption and translocation in corn (*Zea mays* L.). Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 27(6):671-4, Nov./Dec. 1963.

31. COMASTRI FILHO, J.A. A variação da produtividade, digestibilidade e composição química do capim elefante "mineiro" (*Pennisetum purpureum*, Schum) com a sucessão de cortes e a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. Viçosa, UFV, 1977. 51p. (Dissertação de Mestrado).
32. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação para o uso de fertilizantes e corretivos em Minas Gerais ; 4ª aproximação. Lavras, CFSEMG, 1989. 159p.
33. CORREA, A.N.S. & ARONOVICH, S. Influência da queima periódica sobre a vegetação e sobre a fertilidade dos terrenos de pastagens. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa, 8(2):332-47, 1979.
34. COSENZA, G.W. Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal 1854). In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO; Savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. Anais...Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988. p. 507-20.
35. COSER, A.C. & CRUZ FILHO, A.B. da. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 18(5)410-6, 1989.
36. COUTO, W. ; LEITE, G.G. & KORNELIUS, E. The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing oxisol. Agronomy Journal, Madison, 77(4):539-42, July/Aug. 1985.
37. CRUZ FILHO, A.B. da. Formação e recuperação de pastagens. Informe agropecuário, Belo Horizonte, 11(132):13-8, dez. 1985.
38. _____. Práticas agrônomicas para o estabelecimento de pastagens. - Curso de pecuária leiteira. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1990. 25p. (EMBRAPA - CNPGL. Documentos,37).
39. _____. ; COSER, A.C. & NOVELLY, P.E. Comparação entre método de plantio de *Brachiaria decumbens* em pastagens de capim-gordura. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 15(4):297-306, 1986.
40. CURI, N. Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG). Lavras, 1991. 24p. (Relatório apresentado à EMBRAPA/CNPGL).

41. CURI, N. Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG), MICRO-REGIÃO CAMPOS DA MANTIQUEIRA. Lavras, ESAL, 1990. 5p. (Projeto de Pesquisa - datilografado).
42. _____ ; CHAGAS, C.S.; GIAROLA, N.F.B. & GUALBERTO, V. Distinção de ambientes agrícolas e relações solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira. In: REUNIAO DE TRABALHO SOBRE PASTAGENS NATIVAS E DESENVOLVIMENTO DE PASTAGENS PARA GADO DE LEITE NA ZONA DOS CAMPOS DAS VERTENTES, M.G. Anais... Lavras, ESAL/EMBRAPA-CNPGL, 1993. p.1-30.
43. _____ ; EVANGELISTA, A.R.; GUEDES, G.A.de A.; NEIVA, J.N.M.; ANDRADE, A.D. & MARQUES, J.J.G.S. e M. Queima em pastagens nativas dos Campos da Mantiqueira (MG): Alterações em alguns parâmetros químicos do solo. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras. Anais... Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992a. p. 402.
44. _____ ; _____ ; LIMA, J.M.de ; FERREIRA, M.M.; SIQUEIRA, J.O. & NEIVA, J.N.M. Relações solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira (MG) In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. Anais... Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992b. p.435.
45. DRUDI, A. & FAVORETTO, V. Influência da frequência, época e altura de corte na produção e na composição química do Capim-andropogon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(11/12):1287-92, nov./dez. 1987.
46. ESCUDER, C.J. & MACEDO, G.A.R. Pastagens naturais e cultivadas na região dos cerrados. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 6(70):70-3, out. 1980.
47. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1975-1976. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1976. p.127-8.
48. _____. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1979-1980. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1980. p.143-52.
49. _____. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. 1979. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1981. p.50-3.
50. _____. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1980-1981. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1985. p.32-41.

- 51.EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- 52.EVANGELISTA, A.R.; CURI, N.; NEIVA, J.N.M.; CARVALHO, M.M. de; GUEDES, G.A. de A. & CORREA, J.B. Produção de matéria seca e teores de Ca, Mg, K, P, e S em pastagens nativas submetidas ao tratamento de queima. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. Anais... Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 45.
- 53.FAQUIN, V. & VALE, F.R.do. Toxidez de alumínio e de manganês. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 15(170):28-37, 1991.
- 54.FENSTER, W.E & LEON, A.L. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. In: TERGAS, L.E. & SANCHEZ, P.A., ed. Produccion de pastos en suelos ácidos de los tropicos. Cali, CIAT, 1979. p.119-34.
- 55.FERNANDES, N.S. & ROSSIELO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPOSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.93-124.
- 56.FONSECA, D.M.da; ALVAREZ, V.V.H.; NEVES, J.C.L.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. de & BARROS, N.F. de Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Revista brasileira Ciência do Solo, Campinas, 12(1):49-58, jan./abr. 1988.
- 57.FONTANELI, R.S. & JACQUES, A.V.A. Melhoramento de pastagem natural: ceifa, queima, diferimento e adubação. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 17(2):180-94, 1988.
- 58._____ & _____. Melhoramento de pastagem natural: introdução de gramíneas e leguminosas temperadas em Guaíba-RS. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, Campo Grande, 1986. Anais... Campo Grande, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p.263.
- 59.FOY, C.D. Differential aluminum and manganese tolerances of plant species and varieties in acid soils. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(2):150-5, fev. 1976.

60. FREITAS, L.M.M. de & JORGE, J. de P.N. Resposta de Capim-Swannee-bermuda à aplicação de nitrogênio, fósforo e enxofre em região de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 6(3):195-202, set./dez. 1982.
61. _____. Censo Agropecuário de Minas Gerais, 1980. Rio de Janeiro, 1984. 1661p.
62. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da pecuária municipal - região sudeste. Rio de Janeiro, 1982. v.9.
63. GARCIA, R. Práticas alternativas para melhoramento da produtividade da pastagem e do animal. Informe agropecuário, Belo Horizonte, 13(153/154):48-54, 1988.
64. GARDNER, A.L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.
65. _____. & ALVIM, J.M. Manejo de pastagem. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1985. 54p. (Documentos, 19).
66. 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, 9(1):89-91, 1985.
67. GOMIDE, J.A. Exploração de pastagem em solos de baixa fertilidade. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1986. p.455-79.
68. GOODLAND, R. & FERRI, M.G. Ecologia do cerrado. São Paulo, EDUSP, 1979. 193p.
69. GROF, B. The performance of *Andropogon gayanus*-legume associations in Colombia. *Journal Agricultural Science*, Cambridge, 96(1):233-7, 1981.
70. GUSS, A.; GOMIDE, J.A. & NOVAIS, R.F. Exigências de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de brachiária em solos com características físico-químicas distintas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 19(4):278-89, 1990.
71. HERNANDEZ, M. *Andropogon gayanus* cv CIAT 621. ACPA, Havana, 6(2):25, 1987.

72. HOLFORD, I.C.R. & MATTINGLY, G.E.G. Phosphate adsorption and availability of phosphate. *Plant and Soil*, The Hague, 44(2):377-89, 1976.
73. KAMPF, N. & CURI, N. Argilominerais e Oxidos em solos. In: LEPSCH, I.F.; KAMPF, N.; ESPINDOLA, C.R. & MONIZ, A.C., eds. *Gênese, morfologia, classificação e levantamento de solos*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. (Em fase de preparo para publicação).
74. KAMPRATH, E.J. Phosphorus fixation and availability in highly weathered soils. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO; bases para utilização agropecuária, 4, Brasília, 1977. *Anais... Belo Horizonte, Itatiaia*, 1977. p.333-47.
75. KENG, J.C.W. & UEHARA G. Chemistry, mineralogy and taxonomy of oxisols and ultisols. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, Madison, 33:119-26, 1974.
76. KHASAWNEH, F.E. Solution ion activity and plant growth. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 35(3):426-36, Mar./Apr. 1971.
77. KORNELIUS, E. Produção de carne bovina sob pastejo. *Informe Agropecuario*, Belo Horizonte, 11(132):67-77, dez. 1985.
78. _____; SAUERESSIG, M.G. & GOEDERT, W.J. Estabelecimento y manejo de praderas en los cerrados del Brasil. In: TERGAS, L.E. & SANCHEZ, P.A. ed. *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. Cali, CIAT, 1979. p.119-34.
79. LASCANO, C.E. Managing the grazing resource for animal production in savannas of tropical América. *Tropical grasslands*, St. Lucia, 25:66-72, 1991.
80. LEE, D.; HAN, X.G. & JORDAN, C.F. Soil phosphorus fractions, aluminium and water retention as affected by microbial activity in an ultisol. *Plant and Soil*, The Hague, 121(1):125-36, Jan. 1990.
81. LINDSAY, W.L. *Chemical equilibria in soil*. New York, John Wiley, 1979. 449p.
82. LOBATO, E.; KORNELIUS, E. & SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. *Anais... Piracicaba, POTAFOS*, 1986. p.145-74.

83. LONERAGAN, J.F. The physiology of plant tolerance to low phosphorus availability. In: _____. Crop tolerance to suboptimal land conditions. Madison, ASA, 1978. p.329-43. (Special publication, 32).
84. LOPES, A.S. & COX, F.R. Cerrado vegetation in Brasil: an edaphic gradient. *Agronomy Journal*, Madison, 63(5):828-31, 1977.
85. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
86. _____. Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo, Ceres, 1986. 496p.
87. MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press. 1986. 674p.
88. McLEAN, E.D. Soil pH and lime requirement. In: PAGE, A.L., ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1982. part. 2, p.199-223.
89. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern, International Potash Institute, 1987. 687p.
90. MILLER, C.P. & STOCKWELL, T.G.H. Sustaining productive pastures in the tropics; augmenting native pasture with legumes. *Tropical grasslands*, St. Lucia, 25:98-103, 1991.
91. MINSON, D.J. & MILFORD, R. Voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, 7(29):546-51 dec. 1967.
92. MITIDIERI, J. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo, Nobel/Edusp, 1983. 198p.
93. MOURA, E.M.H.; VILELA, M.B.; CURTI, N.; LIMA, J.M. de & FERREIRA, M.M. Caracterização dos principais solos dos Campos da Mantiqueira (MG), entrevistas informais com agricultores e interpretação para uso e manejo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL, 5, Lavras, 1990. Anais... Lavras, DCE/CPE, 1990. p.69.
94. NEIVA, J.N.M. Crescimento e valor nutritivo de pastagens nativas submetidos ou não ao tratamento de queima. Lavras, ESAL, 1990. 97p. (Dissertação de Mestrado).

95. NOGUEIRA, F.D.; PAULA, M.B.de; GUIMARAES, P.T.G. & CARVALHO, J.G.de. Importância do pH do solo para a agricultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 15(170):38-44, 1991.
96. NORMAN, M.J.T. The pattern of dry matter and nutrient content changes in native pastures at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, 3:119-24, May 1963.
97. NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp.*; níveis críticos de implantação e manutenção. *Revista Arvore*, Viçosa, 10:105-11, 1986.
98. _____ & KRAMPATH, E.J. Parâmetros das isotermas de adsorção de fósforo como critério de recomendação de adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 3(1):37, 41, 1979.
99. OBIHARA, C.H. & RUSSEL, E.W. Specific adsorption of silicate and phosphate by soils. *Journal of Soil Science*, London, 23(1):105-17, Mar. 1972.
100. OLIVEIRA, E. & SOUTO, S.M. Fixação biológica de nitrogênio com gramíneas forrageiras. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, Campo Grande, 1986. Anais... Campo Grande, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p.159.
101. PAULINO, V.T. Efeito da fertilização fosfatada, da calagem e micronutrientes no desenvolvimento de plantas forrageiras. Piracicaba. ESALQ, 1990. 281p. (Tese de doutorado).
102. PEECH, M. Hidron-ion activity. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.914-6.
103. QUINTAO, S. de O. & CRUZ FILHO, A.B. da. Estimativas do potencial forrageiro das pastagens nativas de campo; levantamento florístico. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. *Relatório Técnico*. Coronel Pacheco, 1989. 7p.
104. RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba, Potafos, 1991. 343p.

105. RAIJ, B. van. Propriedades eletroquímicas de solos In: SIMPOSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1, Piracicaba, 1986. Trabalhos. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.9-41.
106. _____; QUAGGIO, J.A. & CANTARELLA, H. Análise química de solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
107. RAJAN, S.S.S. & FOX, R.L. Phosphate adsorption by soils: reaction in tropical acid soils. Soil Science Society of American Proceeding, Madison, 39(5):846-51, Sept./Oct. 1975.
108. RAMOS, C.M.; NASCIMENTO, M. do P. S.C.B.; NASCIMENTO, H.T.S. do; LEAL, J.A.; CARVALHO, J.H. de. Produção e composição botânica de pastagem nativa com e sem adubação fosfatada, submetidas a pastejo. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, Goiania, 1981. Anais... Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1981. p.39.
109. RESENDE, M. Pedologia. Viçosa, UFV, 1982. 100p.
110. _____; CURI, N. & SANTANA, D.P. Pedologia e fertilidade do solo; interações e aplicações. Brasília, MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 83p.
111. RILEY, D. & BARBER, S.A. Effect of ammonium and nitrate fertilization on phosphorus uptake as related to road-induced pH changes at root-soil interlace. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 35(2):301-6, Mar./Apr. 1971.
112. ROCHA, G.L. Ecossistemas de pastagens, Piracicaba, FEALQ, 1991. 391p. (Biblioteca de Zootecnia, 2).
113. ROCHA, G.L. Perspectivas e problemas de adubação de pastagens no Brasil. In: SIMPOSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.1-29.
114. ROCHA, G.P. & EVANGELISTA, A.R. Forragicultura. Lavras, ESAL/FAEPE, 1991. 195p.
115. RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F. & ALVAREZ, V.V.H. Efeito da umidade do solo sobre o volume e o conteúdo de fósforo no exsudato sistemático de soja. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 12:39-42, jan./abr. 1988a.

116. RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H. & FERREIRA, P.A. Efeito do conteúdo de água sobre os níveis críticos de fósforo em dois Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 12:43-8, jan./abr. 1988b.
117. SALINAS, J.G. & GUALDRON, R. Adaptación y requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en altillanura plana de los llanos orientales de Colombia. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. *Anais...* Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988. P.457-72.
118. _____ & SANCHEZ, P.A. Soil-plant relationships affecting varietal and Species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28(2):156-68, fev. 1976.
119. SANCHEZ, P.A. Manejo del suelo para la producción de pasturas tropicales. In: _____. *Suelos del trópico; características y manejo*. San José, Costa Rica, IICA, 1981. p.550-624.
120. _____ & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisol in tropical América. *Advances in Agronomy*, New York, 34:279-406, 1982.
121. SANTOS, C. A. dos; ESTERMANN, S.; ESTERMANN, P. & ESTERMANN, A. Aproveitamento da pastagem nativa no cerrado. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO: Uso e manejo, 5, Brasília, 1979. *Anais...* Brasília, Editerra, 1980. p.421-34.
122. SANTOS, D.; BAHIA, V.G. & TEIXEIRA, W.G. Queimadas e erosão do solo. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, 1992a. (no prelo).
123. _____; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R.; FERREIRA, M.M.; CARVALHO, M.M. & TEIXEIRA, W.G. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas em Cambissolo, com diferentes práticas de manejo, no Campos da Mantiqueira (MG). In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras. *Anais...* Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992b. p. 45.
124. _____; TEIXEIRA, W.G.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R.; FAQUIN, V. & MARQUES, J.J.G.S.M. Composição química do *Andropogon gayanus* em resposta a níveis de fósforo em Cambissolo álico. In: CONGRESSO DA POS-GRADUAÇÃO NA ESAL, 5, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras, ESAL/APG-ESAL, 1992c. p.153 (Trabalho apresentado em painel).

125. SARAIVA, O.F.; CARVALHO, M.M. de; OLIVEIRA, F.T.T. de & MARTINS, C.E. Fatores nutricionais limitantes do crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da Zona da Mata, MG. II. Pdzólico Vermelho-Amarelo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 21(7):709-14, jul. 1986.
126. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
127. SILVA, M.P. da; SANTOS, S.A. & MAURO, R. de A. Composição botânica e disponibilidade de forragem nativa utilizados pelo cavalo pastoreiro; Pantanal sul-mato grossense. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras. Anais... Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p 408.
128. SINGH, R.D.; PREMCHAND & RAHAMAN, A. Aherbage growth of pearl-millet-napier-grass hybrid when compared with other grasses. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, 42(3):218-222, Mar. 1972.
129. SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 236p.
130. SPAIN, J.M. & SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16, Ilhéus, 1985. Anais... Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985. p.259-92.
131. SOARES, N.V. & MACEDO, M.C.M. Experimentos com adubação em pastagens. In: _____. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, EMBRAPA, 1991. p. 313-48.
132. SYERS, J.K.; BROWMAN, M.G.; SAMILLE, G.W. & COREY, R.B. Phosphate sorption by soils evaluated by the largmuir adsorption equation. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 37(3):358-63, May/June 1973.
133. TAN, K.H. Principles of soil chemistry. New York, Marcel Dekker, 1982. 267p.
134. TATE, K.R.; SPEIR, T.W.; ROSS, D.J.; PARFITT, R.L.; WHALE, K.N. & COWLING, J.C. Temporal variations in some plant and soil P pools in two pasture soils of widely different P fertility status. Plant and Soil, The Hague, 132(2):219-32, Jan. 1991.

135. TCACENCO, F.A. & SOPRANO, E. Produção de Matéria Seca de gramíneas forrageiras sob diferentes níveis de acidez no solo. IN: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. Anais... João Pessoa, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.42.
136. TEIXEIRA, W.G.; SANTOS, D.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R.; FAQUIN, V. & GUEDES, G.A.A. Resposta de *Andropogon, gayanus, Brachiaria decumbens* e *brachiaria brizantha* a níveis de fósforo em cambisso; o álico, em casa de vegetação. IN: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20 Piracicaba, 1992. Anais... Piracicaba, ESALQ/SBCS, 1992a. p. 267-7.
137. _____ ; _____ ; _____ ; _____ ; _____ & MARQUES, J.J.G.S.M. Composição química de *Brachiaria brizantha* em resposta a níveis de fósforo em cambissolo álico. IN: CONGRESSO DA POS-GRADUAÇÃO NA ESAL, 5, Lavras, 1992. Anais... Lavras, ESAL/APG-ESAL, 1992b. p.154. (Trabalho apresentado em painel).
138. THOMAS, G.W. & HARGROVE, W.L. The chemistry of soil acidity. IN: ADAMS, F.ed. Soil acidity and liming. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1984. p. 4-49.
139. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. & BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers. 4. ed. New York, Macmillan, 1985. 754p.
140. TOMASINI, R.G.A.; VELLOSO, J.A.R. de O.; AMANTINO, J.K. & AMBROSI, I. Campo bruto melhorado: grãos, solo e vida. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. 22p. (Documentos).
141. VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico).
142. VILELA, H.; OLIVEIRA, S. de; GARCIA, A.B. & VILELA, E. Rendimento em peso vivo de novilhos azebuados e capacidade de suporte de pastagens natural e melhorada estabelecidas em litossol distrófico (fase campo-limpo). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 7(2):208-19, 1978.
143. WERNER, J.C. & HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29(1):191-245, 1972.
144. WILTSHIRE, G.H. Response of grasses to nitrogen source. Journal of Applied Ecology, Oxford, 10:429-35, 1973.

APENDICE

Apêndice - Resumo da análise de variância dos teores de N,P,K,Ca, Mg,S e matéria seca da parte aérea das forragens em função dos tratamentos e das épocas de amostragem.

Causa da Variação	Graus Liberdade	Quadrado Medio						MATÉRIA SECA
		N	P	K	Ca	Mg	S	
Blocos	03	0,010	0,001	0,036	0,000	0,002	0,000	642977,564
Tratamentos (A)	09	0,033 ⁺⁺	0,002 ⁺⁺	0,136 ⁺⁺	0,009 ⁺	0,019 ⁺⁺	0,002 ⁺⁺	309067,113 ⁺
Resíduo	27	0,010	0,000	0,014	0,003	0,002	0,000	110024,709
Epoca (B)	03	0,941 ⁺⁺	0,017 ⁺⁺	0,706 ⁺⁺	0,040 ⁺⁺	0,075 ⁺⁺	0,000 ⁺⁺	5093029,212 ⁺⁺
Interação (AB)	27	0,016 ⁺	0,000 ⁺⁺	0,026 ⁺⁺	0,005 ⁺	0,002 ⁺	0,001 ⁺⁺	158551,956
Resíduo	90	0,09	0,000	0,009	0,003	0,001	0,000	105015,127
C.V. (%)	--	12,90	21,22	21,70	16,11	14,92	20,98	24,02

(++) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

(+) Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

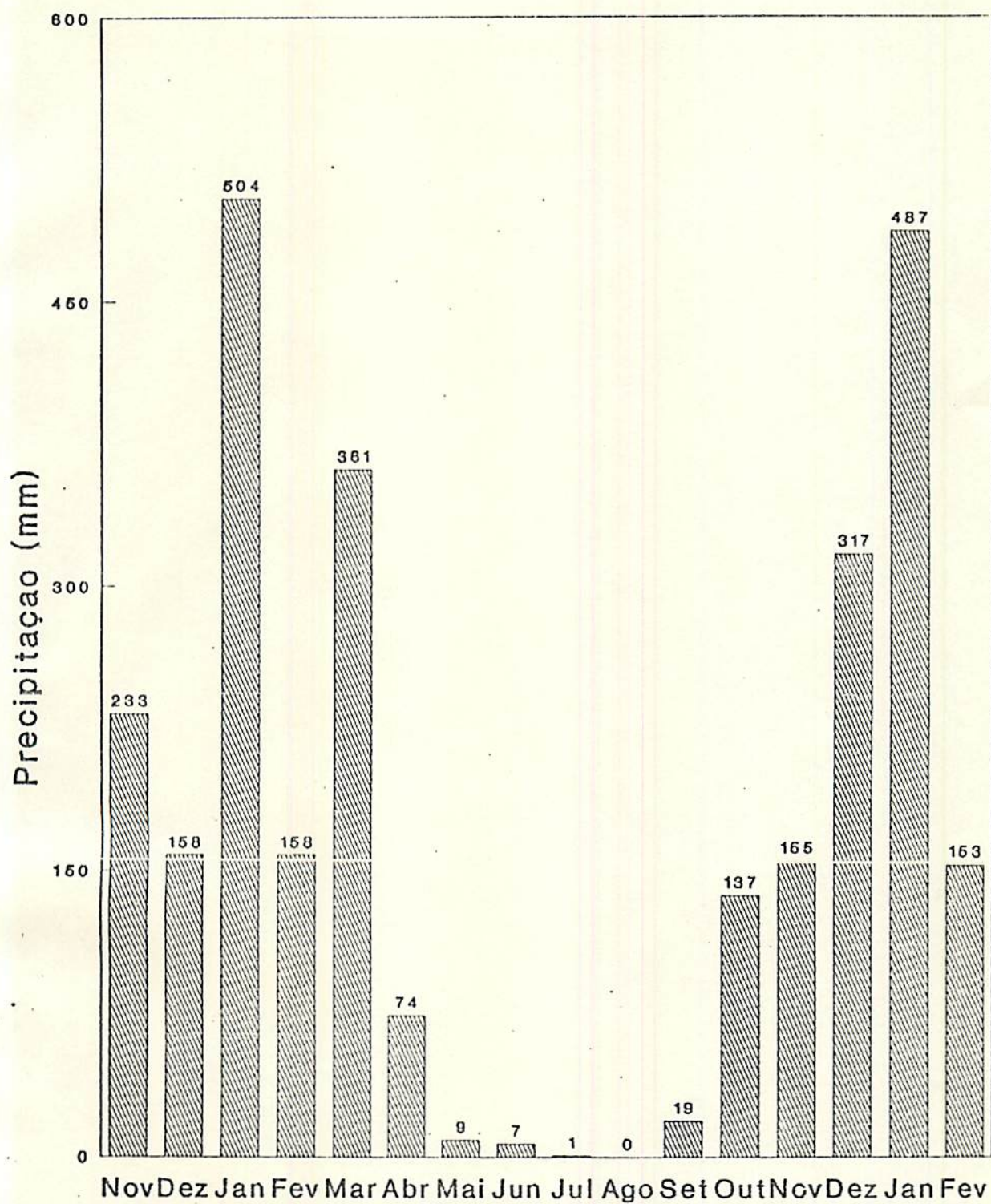
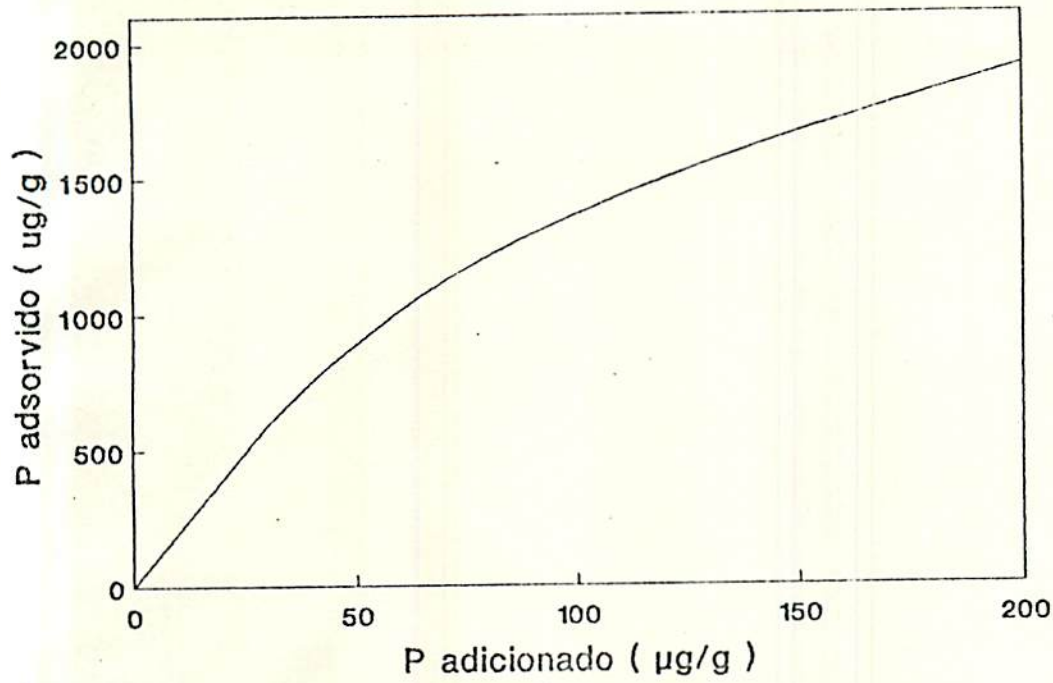


Figura 1A - Precipitações mensais durante o período experimental



Curva de dessorção de P na TFSA

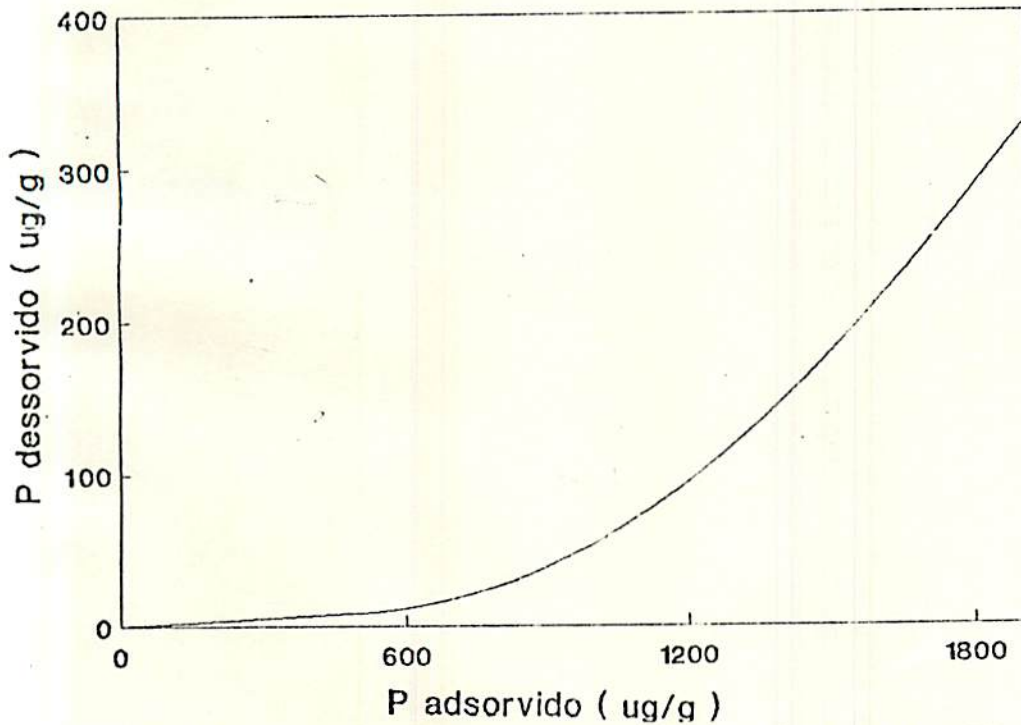


Figura 2A - Curvas de adsorção e dessorção de Fósforo na TFSA de Cambissolo na camada de 0 - 20 cm.

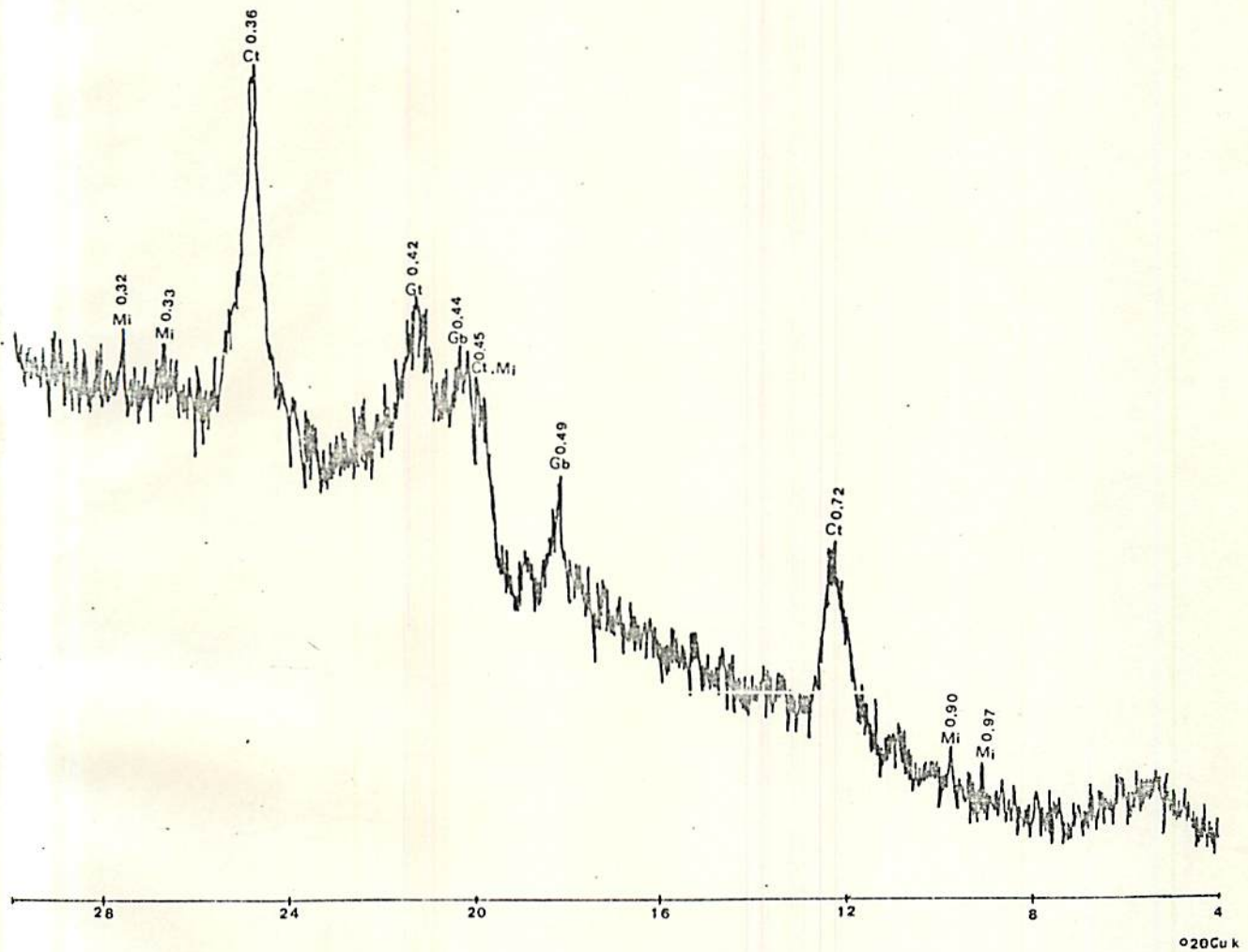


FIGURA 3A - Difratoograma de raios X representativo da fração argila saturada com Na^+ (método do pó) da camada de 0 a 20 cm de Cambissolo. Ct = caulinita; Gb = gibbsita; Gt = goethita; Mi = Mica; os números representam espaçamentos d em nm.