



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO
BRAQUIARÃO, EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE SATURAÇÃO POR BASES DO
SOLO E FONTES FOSFATADAS**

RITA DE CASSIA ZACARIELO TOFOLI

**Belém
Pará – Brasil
2006**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO
BRAQUIARÃO, EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE SATURAÇÃO POR BASES DO
SOLO E FONTES FOSFATADAS**

RITA DE CASSIA ZACARIELO TOFOLI

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de “**Mestre**”.

Orientador

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama

Co-orientadores

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. Edílson Carvalho Brasil

**Belém
Pará – Brasil
2006**

Tofoli, Rita de Cassia Zacarielo

Produção de matéria seca e absorção de macronutrientes pelo braquiarião, em função de níveis de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas / Rita de Cassia Zacarielo Tofoli. Belém, 2006.

84f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém, 2006.

1. Nutrição mineral 2. Adubação fosfatada 3. Calagem
4. *Brachiaria* 5. Forrageiras I. Título

CDD – 581.1335



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO
BRAQUIARÃO, EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE SATURAÇÃO POR BASES DO
SOLO E FONTES FOSFATADAS**

RITA DE CASSIA ZACARIELO TOFOLI

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de **"Mestre"**.

Aprovada em: 29 de março de 2006.

Banca Examinadora

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama
(Orientador)
Embrapa Amazônia Oriental

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas
Embrapa Amazônia Oriental

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. George Rodrigues da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. Francisco Ilton de Oliveira Moraes
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Ofereço,

A meus pais José Antonio Tofoli e Djanira Zacarielo Tofoli.

A meus irmãos Alessandra Maria Tofoli do Nascimento e José Antonio Tofoli Filho.

A meus cunhados Armando Luiz Sarubby do Nascimento e Alessandra Klautau Tofoli.

E “especialmente” aos meus queridos e amados sobrinhos e afilhados Amanda Tofoli Sarubby do Nascimento, Alexandre Tofoli Sarubby do Nascimento, José Antonio Klautau Tofoli e Sérgio Oliveira d’Albuquerque Silva.

Agradeço,

A *Deus*, pela vida, pela saúde e pela confiança.

Em especial, a *Jessivaldo Rodrigues Galvão*, pelo amor sincero, pela presença, companheirismo, pelo carinho e, principalmente, pelo incentivo durante todo o decorrer do curso.

A *Max Sarrazin*, pela enorme paciência em horas de laboratório, pela dedicação, pelo empenho, pelo estímulo, pelos ensinamentos, pela forte amizade construída ao longo do tempo e, sobretudo, pela demonstração de profissionalismo e respeito à pesquisa.

Ao meu orientador *Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama*, pela confiança, amizade, oportunidade de realização desta pesquisa e pela orientação recebida.

Aos meus co-orientadores *Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas* e *Dr. Edílson Carvalho Brasil*, pelo carinho, paciência, pelos esclarecimentos e valiosas sugestões dados durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao *Prof. George Rodrigues da Silva*, pela dedicação e amizade que foi imprescindível para a conclusão desta Dissertação.

Ao Coordenador do Curso de Mestrado, *Prof. Antonio Rodrigues Fernandes*, que teve uma contribuição essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores *Francisco Ilton de Oliveira Moraes*, *Tarcísio Everton Rodrigues*, *Sebastião Geraldo Augusto (Tião)*, *Waldeney Travassos Queiroz*, *Paulo Luiz Contente de Barros*, *Alitete Vilacorta de Barros* e *Francisco de Assis Oliveira* pela amizade e atenção recebida em diferentes etapas deste curso.

A todos os meus amigos, *Tatiana Gazel Soares*, *Ricardo Cordeiro*, *Rosa Paes*, *Luís de Souza Freitas*, *Jorge Pinheiro Oliveira*, *Waldemar Padilha*, *Jisele do Socorro de Amorim Brito*, *Dionilson Cardoso da Cunha*, *Kassys Clay do Rosário*, *Emerson Vinícius Silva do Nascimento*, *Paulo Custódio Gomes de Oliveira*, *Raimundo Sátiro*, *Marcus Hofmann da Mota Soares*, *Marcos Nascimento Moura*, *Andreos Ramiro Pinto Leite*, *Magda da Silva Reis*, *Júlio Costa*, *Elaine Maria da Silva Guedes*, *Marly Quaresma Freitas*, *Felipe Ferreira Borges*, *Augusto Roberto Assunção Cavalléro* e muitos outros pela ajuda na construção de cada item desta Dissertação.

À *Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)* e ao *Instituto de Ciências Agrárias (ICA)* pela oportunidade de realização do curso.

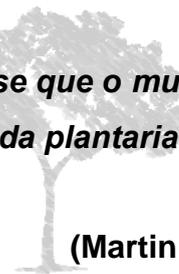
À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos funcionários do ICA, pela importante ajuda recebida durante o curso.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada !!!

***“Se eu soubesse que o mundo acabaria
amanhã, hoje eu ainda plantaria uma árvore”***



(Martin Luther King)

Biografia

Rita de Cassia Zacarielo Tofoli, filha de José Antonio Tofoli e Djanira Zacarielo Tofoli, nasceu em Espírito Santo do Pinhal, São Paulo, em 24 de dezembro de 1975.

Em março de 1997 iniciou o curso de Agronomia na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

Em agosto de 2001, graduou-se em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), hoje Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) em Belém, Pará.

Em março de 2004, iniciou o curso de Pós-Graduação à nível de Mestrado em Agronomia, na área de Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre, na UFRA.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS	9
	LISTA DE FIGURAS	10
	RESUMO	12
	ABSTRACT	13
1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	PASTAGENS NA AMAZÔNIA.....	15
2.2	A PRÁTICA DA CALAGEM.....	17
2.3	ADUBAÇÃO NAS PASTAGENS.....	21
2.3.1	Adubação fosfatada	21
2.3.2	Adubação nitrogenada	22
2.3.3	Adubação potássica	23
2.4	RESPOSTAS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS À CALAGEM E À ADUBAÇÃO FOSFATADA.....	24
2.5	CARACTERÍSTICAS DO BRAQUIARÃO (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú).....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA, COLETA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO.....	28
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E VARIÁVEIS AVALIADAS.....	30
3.3	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	32
3.4	ANÁLISE DE PLANTA.....	35
3.5	ANÁLISE DO SOLO.....	35

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS A INCUBAÇÃO.....	36
4.2	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS O CULTIVO DO BRAQUIARÃO EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS.....	37
4.2.1	Concentração de cálcio	38
4.2.2	Concentração de magnésio	39
4.2.3	Concentração de alumínio	40
4.2.4	Concentração de fósforo	41
4.2.5	Acidez potencial	43
4.2.6	pH do solo	45
4.3	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO BRAQUIARÃO.....	46
4.3.1	Matéria seca da parte aérea (MSPA)	47
4.3.2	Matéria seca da raiz (MSR)	50
4.3.3	Matéria seca total (MSTotal)	52
4.4	TEORES DE MACRONUTRIENTES NA PARTE AÉREA DO BRAQUIARÃO.....	53
4.4.1	Nitrogênio	55
4.4.2	Fósforo	57
4.4.3	Potássio	60
4.4.4	Cálcio	63
4.4.5	Magnésio	66
5	CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização química e física do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm. Abaetetuba (PA). Média de quatro repetições.....	30
Tabela 2	Composição dos tratamentos utilizados no experimento.....	31
Tabela 3	Doses de corretivo utilizadas conforme os níveis estabelecidos nos tratamentos.....	31
Tabela 4	Características químicas do Latossolo Amarelo estudado, após 45 dias de incubação com diferentes dosagens de corretivo em relação à saturação por bases inicial do solo. Média de quatro repetições.....	36
Tabela 5	Valores de Quadrado Médio e níveis de significância de atributos químicos do Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú), em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.....	37
Tabela 6	Valores de Quadrado Médio e níveis de significância da produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de cada corte, matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) das plantas de braquiário, em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.....	47
Tabela 7	Valores de Quadrado Médio e níveis de significância dos teores de nutrientes da planta de braquiário, em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Local da coleta do solo. Sítio Tatulândia, Abaetetuba-PA.....	29
Figura 2	Casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA – Local do experimento.....	33
Figura 3	Corte da parte aérea do braquiário, a 6cm do solo.....	34
Figura 4	Concentração de Ca no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	38
Figura 5	Concentração de Mg no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.....	40
Figura 6	Concentração de Al no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.....	41
Figura 7	Concentração de P no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.....	42
Figura 8	Concentração de P no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função das fontes fosfatadas utilizadas.....	43
Figura 9	Concentração de H+Al no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	44
Figura 10	Valores de pH do Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases do solo utilizados.....	45
Figura 11	Valores de pH no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função das fontes fosfatadas utilizadas.....	46
Figura 12	Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiário, no primeiro corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	48
Figura 13	Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiário, no segundo corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	49
Figura 14	Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiário, no terceiro corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	50
Figura 15	Produção de matéria seca da raiz (MSR) do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	51
Figura 16	Produção de matéria seca total (MST) do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	52

Figura 17	Teor de N na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função das fontes fosfatadas utilizadas.....	55
Figura 18	Teor de N na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	56
Figura 19	Teor de N na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	57
Figura 20	Teor de P na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	58
Figura 21	Teor de P na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	59
Figura 22	Teor de P na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	60
Figura 23	Teor de K na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	61
Figura 24	Teor de K na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	62
Figura 25	Teor de K na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	63
Figura 26	Teor de Ca na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases do solo utilizados.....	64
Figura 27	Teor de Ca na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases do solo utilizados.....	64
Figura 28	Teor de Ca na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	65
Figura 29	Teor de Mg na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	66
Figura 30	Teor de Mg na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	67
Figura 31	Teor de Mg na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.....	68

RESUMO

Diversos experimentos vem sendo conduzidos visando estudar a eficiência de fontes fosfatadas e sua interação com a calagem, procurando melhor combinação entre elas, pois, estudos têm demonstrado que as gramíneas forrageiras não respondem ou respondem muito pouco à calagem. Culturas perenes, como as pastagens, aproveitam melhor os fosfatos naturais, principalmente em solos mais ácidos e quando adaptadas a essas condições. Este trabalho objetivou avaliar a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, por plantas de braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú). O experimento foi conduzido em casa de vegetação do ICA/UFRA, em vasos com cinco dm³ de solo, utilizando um Latossolo Amarelo, textura média, coletado no município de Abaetetuba (PA). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com tratamentos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, sendo: quatro níveis de saturação por bases (20% - original do solo, 60%, 80% e 100%), e quatro fontes de fósforo (sem P, fosfato natural de Arad, superfosfato triplo (SFT) e fosfato natural de Arad+SFT), na dosagem de 100 mg de P/kg de solo, perfazendo um total de 64 parcelas experimentais. Realizaram-se três cortes na parte aérea da forrageira: o primeiro aos 46 dias da emergência e os demais 35 dias após a rebrota. Os resultados mostraram que o SFT, aplicado isoladamente, e a combinação de Arad+SFT, foram superiores aos demais tratamentos, com maiores médias de produção de matéria seca total ao nível de 60% de saturação, com tendência de redução à medida que se aumentava essa saturação. A produção máxima de matéria seca total do braquiário, 37,62 g/vaso, foi obtida em uma saturação estimada de 61,31%, quando aplicado conjuntamente o Arad+SFT. A absorção dos nutrientes estudados, de maneira geral, não foi influenciada significativamente por nenhuma fonte fosfatada, em relação à testemunha, independente da saturação por bases.

Palavras-chave: Nutrição mineral, adubação fosfatada, calagem, *Brachiaria*, forrageiras.

ABSTRACT

Several forages experiments showed none or little response to liming, while other experiments demonstrated that tropical forages respond to rock phosphate, especially in acid soils. The objective of this work was to determine the effect of liming and rock phosphate on dry matter production and absorption of Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium by *brachiarão* (*Brachiaria Brizantha*, cv. Marandú) plants. The experiment was made in the greenhouse of ICA/UFRA using samples of an Yellow Latosol from Abaetetuba (State of Para, Brazil). A completely randomized experimental design with treatments arranged in a 4 x 4 factorial, with four replications, was used. Treatments were four liming rates to increase base saturation of the soil to 20%, 60%, 80%, 100%; three sources of phosphorus (Arad Rock Phosphate - Arad, Triple Superphosphate - SFT, Arad Rock Phosphate plus Triple Superphosphate - Arad+SFT) and a control plot (without liming and rock phosphate). All phosphorus sources were applied at the rate of 100 mg P/kg of soil. Plant shoots of brachiarão were collected 46 days after emergency and the 35 days after first and second regrowth. Dry matter production was higher in SFT and Arad+SFT than in the other treatments. SFT and Arad+SFT showed the highest total dry matter production in 60% of base saturation. The increase in dry matter production slowed down with increases in base saturation above 60%. The highest total dry matter production (37,62 g/recipient) was observed in the Arad+SFT treatment at an estimated base saturation level of 61,31%. The absorption of all nutrients were not significantly affected by any of the phosphorus source, independent of the base saturation of the soil.

Key-words: mineral nutrition, rock phosphate fertilizers, liming, *Brachiaria*, forages.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira está estreitamente ligada à exploração de pastagens nativas ou cultivadas, daí o importante papel das gramíneas forrageiras como um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da atividade pecuária. A alta capacidade produtiva das gramíneas, principalmente as tropicais, faz delas uma alternativa bastante viável para a alimentação animal, pelo baixo custo e pela praticidade.

Na Amazônia, a pecuária enfrenta um sério problema de degradação das pastagens, que reflete numa baixa eficiência biológica e econômica do aproveitamento do solo. No entanto, existem fatores potencialmente favoráveis ao pleno desenvolvimento das espécies forrageiras, como suprimento de energia solar, calor e umidade que são imprescindíveis para o crescimento dessas plantas (GÓES, 2000). De acordo com Serrão (1982), na Amazônia brasileira, os ciclos das pastagens plantadas são de no máximo 8 (oito) a 10 (dez) anos, e que seu declínio ocorre, quase sempre, pelo uso de gramíneas não adaptadas aos solos de baixa fertilidade predominantes na região, como também pelo manejo inadequado das pastagens.

Segundo Zimmer et al., (1988), as plantas do gênero *Brachiaria* adaptam-se a diversas condições de clima e solo, mas sua expansão deve-se, principalmente, à sua adaptação a solos de baixa e média fertilidade. Atualmente, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandú é uma das espécies forrageiras mais utilizadas para a formação de pastagens. Segundo Zimmer e Euclídes Filho (1997), esta espécie forrageira, junto com a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria humidícola*, perfaz cerca de 80% do mercado brasileiro de forrageiras tropicais; com base nos dados disponíveis, infere-se que, atualmente, a *brizantha* tem sido a espécie mais promissora.

No sistema solo-pasto-animal, a perenidade e a produtividade das pastagens variam em função das peculiaridades intrínsecas de cada região. Todavia, a baixa fertilidade química natural da maioria dos solos tropicais e o elevado potencial de extração de nutrientes das pastagens tropicais indicam que a manutenção e reposição da fertilidade do solo são premissas básicas para garantir a longevidade e produtividade destas pastagens e, dessa maneira, investimentos que possam proporcionar ganhos econômicos (MARTHA JÚNIOR; CORSI, 2001).

A acidez característica dos solos amazônicos parece não ser um fator limitante para a produção das gramíneas, já que estas não respondem muito bem à calagem, sendo bem tolerantes à acidez (SERRÃO, 1982). Há, porém um descaso muito grande em relação à adubação fosfatada em pastos da região Amazônica, já que estes se desenvolvem em condições de baixos níveis de P assimilável. As gramíneas forrageiras são altamente exigentes em P e dependem dele para sua melhor produção e perenidade (GAVILLON; THEREZA QUADROS, 1970; PEREIRA et al., 1971; TEIXEIRA et al., 1971; GOMIDE, 1976).

O presente trabalho apresentou como objetivo avaliar o efeito da saturação por bases do solo, de fontes fosfatadas e suas interações, na produção de matéria seca, absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pelo braquiário (*B. brizantha*, cv. Marandú) e na modificação de atributos químicos de um Latossolo Amarelo, textura média.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PASTAGENS NA AMAZÔNIA

Até a década de 50, a pecuária na Amazônia era baseada em pastagens nativas, ocupando uma área estimada em 20 milhões de hectares, distribuídos nos campos naturais da ilha do Marajó, várzeas inundáveis, campos naturais de Roraima e Amapá e nos cerrados do Pará, Tocantins e Mato Grosso. O efetivo bovino era pequeno, principalmente devido à reduzida capacidade de suporte das pastagens e à baixa disponibilidade e qualidade da forragem. Ressalta-se como característica da década de 50, as maciças importações de carne bovina por via aérea, do Estado de Goiás, para atender a cidade de Belém (COSTA et al., 2000).

A partir dos anos 60, mas principalmente durante as décadas de 70 e 80, as áreas de pastagens nativas passaram a ser substituída por pastagens cultivadas, em especial por plantas do gênero *Brachiaria*. A simples introdução de gramíneas cultivadas permitiu que a taxa de lotação animal nas pastagens passasse de cerca de 0,3 para 1,0 cabeça/ha, em curto espaço de tempo. Obviamente, esse foi o estímulo para que gradativamente a área ocupada por pastagens cultivadas aumentasse para os níveis atuais (MARTHA JÚNIOR; CORSI, 2001). Estima-se que

hoje, no Brasil, as pastagens cultivadas respondam por 105 milhões dos 180 milhões de hectares ocupados por pastagens, de acordo com o Censo Agropecuário de 1995/1996, estimado a partir de São Paulo (1997).

Segundo Simão Neto e Dias Filho (1995), o pioneirismo e o baixo uso de insumos e tecnologias, bem característicos da fase de grande expansão da pecuária na Amazônia nos anos 60 e 70, vêm sendo substituídos aos poucos por sistemas mais racionais, com níveis de sustentabilidade satisfatórios. Citam ainda, que as mudanças são decorrentes de um grupo de produtores inovadores que, rompendo barreiras tradicionais, adotaram tecnologias então disponibilizadas pelas instituições de pesquisa, como uso de fertilizantes e práticas apropriadas de manejo das pastagens. Um exemplo dessas mudanças é o grande aumento de sistemas de pastejo rotacionado intensivo (PRI), com incorporação anual de fertilizantes, que permitem aliar um elevado desempenho animal e uma elevada capacidade de suporte, traduzida em uma produção da ordem de 1.000kg de peso vivo por ha/ano (EMBRAPA, 1998). Isso, sem dúvida, tornou-se a grande alternativa para a sustentabilidade do sistema pecuário, principalmente, por garantir a perenização das pastagens, com um solo cada vez mais fértil à medida que os anos passam.

A pecuária na região amazônica tem crescido consideravelmente devido à implantação de fazendas, principalmente em áreas de florestas ao longo das rodovias Belém–Brasília, Cuiabá–Santarém, Cuiabá–Porto Velho e Transamazônica. Segundo Kitamura (1994), nas regiões de maior rebanho bovino na Amazônia (sul do Pará, norte de Mato Grosso e Tocantins), aproximadamente 70% das pastagens localiza-se em propriedades maiores que 1000 ha, e cita ainda, que a implantação de pastagens é responsável por cerca de dois terços do desmatamento na região.

Outro ponto observado nas pastagens brasileiras é em relação à nutrição mineral das plantas forrageiras que quase exclusivamente se sustentam da reciclagem de nutrientes que ocorre naturalmente no sistema. Por apresentarem taxas e extensões limitadas, essa reciclagem não garante a produtividade e a perenidade da pastagem por muito tempo, o que induz a um resultado de degradação do pasto. Essa talvez seja a principal causa da degradação de pastagens na Amazônia. Não se pode fazer mineração onde não existe minério.

Estudos efetuados por Falesi (1976); Baena (1978); Serrão et al. (1978); Serrão et al. (1979) e Serrão et al. (1982), tiveram como objetivo acompanhar e comparar as mudanças químicas e físicas do solo sob floresta primária adjacente.

Os resultados mostraram que, com o decorrer dos anos, em solo sob pastagem de colônia, nutrientes como Ca e Mg se mantêm em níveis bastante satisfatórios; os valores de pH permanecem em geral entre 5,5 e 6,5 e o Al trocável se mantém praticamente neutralizado, como conseqüência, a saturação de Al trocável é praticamente nula.

Os mesmos autores citam ainda que os teores de K, N e de matéria orgânica se mantêm estáveis em níveis satisfatórios para manter a produtividade da pastagem. Os teores de P assimilável aumentam consideravelmente após a queima da biomassa, alcançando níveis compatíveis com os demais nutrientes, para proporcionar altas produtividades das pastagens nos primeiros quatro ou cinco anos. A partir daí, o P assimilável declina com o decorrer dos anos, até atingir níveis muito baixos como se verifica nas pastagens degradadas após dez anos ou mais de utilização.

Os experimentos de pastejo, incluindo adubação de manutenção ou não, são muito poucos, podendo-se citar os realizados por Italiano et al. (1981); Kitamura et al. (1982) e Azevedo et al. (1995), que testaram aplicação de adubação fosfatada em pastagens, no primeiro ano, com resultado de ganho de peso vivo dos animais acima de 40%, quando comparado com o ganho no sistema de pastagem sem fertilização e um efeito residual da adubação inexpressivo, mesmo estando a gramínea associada a leguminosas.

Sendo o P um nutriente importante na sustentabilidade da pastagem, deve-se acompanhar o comportamento dos seus teores disponíveis na solução do solo, bem como nas frações orgânicas e minerais, para um melhor entendimento dos sistemas de pastagem na Amazônia.

2.2 A PRÁTICA DA CALAGEM

Os solos brasileiros geralmente apresentam valores de pH na faixa de 4,5 a 5,5. Conseqüentemente, a maioria dos solos necessita da correção de sua acidez, o que normalmente é feito através da adição e incorporação de calcário, prática esta, conhecida por calagem.

A calagem é uma prática muito antiga, usada pelos gregos e os bárbaros gauleses, os quais aplicavam calcário ao solo de diversas formas para aumentar as colheitas (MALAVOLTA, 1980). Entretanto, a sua recomendação, principalmente

com base na análise do solo, tem sido hoje motivo de controvérsias nos meios científicos.

É uma prática agrícola de máxima importância, usada para eliminar os efeitos tóxicos de Al e Mn no solo, além de proceder à correção da deficiência de Ca e Mg. Daí a razão da recomendação do uso de calcário dolomítico, em preferência ao calcário calcítico. Outros materiais podem ser utilizados como corretivos, uma vez verificados os seus teores de CaO e MgO, como os fosfatos naturais que apresentam em suas formulações teores consideráveis de Ca e Mg (GÓES, 2000). Estes elementos são considerados macronutrientes secundários na adubação, desempenhando, contudo, papel fundamental para a planta. O Ca tem um papel essencial na divisão e alongação das células e na estrutura e permeabilidade das membranas, entre outros. O Mg é constituinte das moléculas de clorofila, componente estrutural de ribossomos, além de estar envolvido em inúmeras funções fisiológicas e bioquímicas (TISDALE; NELSON; BEATON, 1985).

A prática da calagem, além de fornecer Ca e Mg como nutrientes, eleva o pH do solo e, como conseqüência, aumenta a disponibilidade de P e de Mo e reduz o Al, Mn e Fe, os quais em excesso, tornam-se tóxicos para as plantas. Além disso, exerce papel fundamental sobre os processos como decomposição e mineralização da matéria orgânica, essenciais para a elevação da CTC e para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo. Por outro lado, o excesso de calagem pode imobilizar alguns micronutrientes, como Zn, B, Cu e até Mn e Fe, provocando suas deficiências (WERNER, 1986).

Malavolta (1985), ao trabalhar com análises de solos das diversas regiões do Brasil, constatou que cerca de 75% das amostras de solo da região amazônica foram classificadas como tendo alta acidez ativa. Portanto, para estes solos, a calagem torna-se de fundamental importância.

A correção da acidez, ou princípio da calagem, baseia-se na troca iônica, capacidade que o solo possui, quando em presença de um sal, de reagir e trocar cátions. Defelipo (1990) cita que, apesar de muitos materiais terem a capacidade de permutar seus cátions com o solo, para ser considerado corretivo, o material deve possuir certos requisitos:

Efetuar reação: o H^+ pode estar retido no solo com uma força tal, que não permite que este seja trocado com o sal, ou seja, o corretivo deve apresentar poder de efetuar a troca.

Produto da reação: uma vez efetuada a troca, o corretivo recebendo o H^+ deve formar um composto que não seja tóxico ou danoso às culturas. O composto resultante deve ser um produto inerte ou solúvel que possa ser lixiviado com a água.

Elemento essencial: o corretivo fornece à micela do solo um cátion e este deve ser um elemento essencial às plantas. Dessa forma, além de corrigir a acidez estará fertilizando o solo.

Algumas informações existentes na literatura indicam que as gramíneas tropicais não respondem ou respondem muito pouco à calagem (LOTTERO et al., 1971; SPAIN et al., 1975; CIAT, 1977; SIQUEIRA et al., 1980). Aparentemente, o crescimento de gramíneas tem sido mais limitado por deficiência de P (EMBRAPA, 1976), ou de outros nutrientes (SPAIN et al., 1975; SIQUEIRA et al., 1980) do que por toxidez de alumínio. Siqueira (1986) afirma que existem espécies e variedades de forrageiras tolerantes à acidez dos solos e com diferentes graus de tolerância à toxicidade do Al^{+++} , isto devido a uma habilidade que a planta possui de alterar o pH da rizosfera. Andrade (1991) relata que as gramíneas forrageiras dispensam a calagem por serem tolerantes à acidez e à toxidez de Al e Mn. Contudo, a decisão de usá-la ou não é o fato de que, em solos com grande poder de fixação de P, a calagem, na formação de pastagem, pode melhorar o aproveitamento desse nutriente.

Quando as forrageiras são tolerantes à acidez do solo, elas respondem somente à aplicação de pequenas quantidades de calcário, usualmente da ordem de 0,15 a 1,0 t/ha de $CaCO_3$, em solos que normalmente requerem 4 a 6 t/ha para neutralizar o alumínio e elevar o pH para valores próximos de 5,5 (JONES; FREITAS, 1970; SPAIN et al., 1975; SIQUEIRA et al., 1980).

Num experimento em casa de vegetação, Siqueira et al. (1980), trabalharam com um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico álico, inicialmente com 84% de saturação por Al, aplicando 0; 0,8; 1,3 e 4,0 t ha^{-1} de $CaCO_3$ em três gramíneas, entre elas *Brachiaria decumbens* e observaram aumento significativo no peso da parte aérea das três gramíneas, até a dose de 0,8 t ha^{-1} . Conclusões semelhantes para *Brachiaria decumbens* foram obtidas por Pereira (1986) e Sanzonowicz et al. (1987), para as doses de 2,5 t ha^{-1} de calcário em Latossolo Vermelho com

vegetação de campo limpo e 3,0 t ha⁻¹ em Latossolo Vermelho-escuro distrófico, respectivamente.

Lopes (1984) indicou a necessidade de calagem para elevar o pH dos solos de cerrado a valores acima de 5,5, para ativar a formação de cargas negativas na fração orgânica do solo, aumentar a capacidade de troca catiônica e reduzir o potencial de perdas de cátions por lixiviação.

Premazzi (1991), em um experimento realizado em casa de vegetação para determinar a dose de calcário para elevar a saturação por base que permitiria a máxima produção de forragem para *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, *Panicum maximum* cv. IZ-1 e algumas espécies de leguminosas, observou que a máxima produção de matéria seca foi obtida com 43% e 47% de saturação por base, para *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, respectivamente.

A recomendação de calagem em pastagens é muito variável, pois depende da planta forrageira, bem como da região em que esta se encontra (VITTI; LUZ, 1997). No Estado de São Paulo e, principalmente, no Centro Oeste, o critério de calagem utilizado é baseado no método de saturação por bases, proposto por Raij (1981), o qual é realizado através da seguinte expressão:

$$NC (t/ha) = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T}{100} \times PRNT$$

Onde:

NC = necessidade de calagem (t/ha) para a profundidade de 0-20 cm;

V₁ = saturação por bases atual do solo na camada de 0-20 cm (%);

V₂ = saturação por bases desejada para uma determinada pastagem (%);

T = capacidade de troca catiônica (cmol_c/dm³) e;

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário (%).

Os valores de V₁ e T são fornecidos através de análise química da amostra de solo, o PRNT depende do calcário e o valor de V₂ a ser utilizado é dependente da planta forrageira a ser cultivada. Esse é o critério mais utilizado em todo o Brasil. Os outros critérios são baseados nos teores de Ca e Mg, no Al e Ca + Mg trocáveis do solo (Minas Gerais) e tampão SMP (Rio Grande do Sul e Santa Catarina).

2.3 ADUBAÇÃO NAS PASTAGENS

A utilização intensiva de pastagens requer uma concepção correta sobre os princípios básicos que norteiam o manejo das pastagens de capins tropicais. Dentro deste contexto, a fertilidade do solo possui um papel fundamental para a manutenção de pastagens produtivas e perenes.

Os solos da região amazônica são, em grande parte, pobres em nutrientes, em decorrência do material originário e do alto grau de intemperização que apresentam. As principais limitações de fertilidade são acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions e deficiência de N, P, K, Ca e Mg (COSTA et al., 2000). Segundo Cochrane e Sánches (1982), 90% dos solos da região amazônica são deficientes em P e 16% tem potencial para elevada fixação desse elemento.

Nas pastagens da Amazônia, de maneira geral, não são aplicados fertilizantes, apesar dos resultados de pesquisa, nos últimos 20 anos, indicarem que o P é necessário para aumentar a produção forrageira, bem como para melhorar a qualidade da forragem, o estabelecimento, a manutenção e a renovação da pastagem. A deficiência de P nos solos brasileiros é generalizada. Como consequência, os teores do elemento nos tecidos vegetais das forrageiras são baixos (GOMIDE, 1976; PEREIRA et al., 1971; TEIXEIRA et al., 1971; GAVILLON; THEREZA QUADROS, 1970). A maioria dos solos das regiões tropicais é altamente intemperizada, sendo freqüentemente deficiente em P, constituindo-se assim em séria limitação ao estabelecimento das plantas. Estes solos, comumente ácidos e deficientes em Ca e Mg, contém elevadas quantidades de óxidos e hidróxidos de Fe e Al, os quais acarretam a rápida “fixação” do P de fontes solúveis, tais como o superfosfato simples e o superfosfato triplo (SALINAS E SÁNCHEZ, 1976; FOY, 1976).

2.3.1 Adubação fosfatada

A importância do P para a produtividade das plantas, dentre elas as forrageiras, decorre de sua participação nas membranas celulares, nos fosfolipídios, nos ácidos nucléicos e em compostos que armazenam e fornecem energia metabólica como o ATP, e assim, em uma série de processos metabólicos do vegetal tais como: fotossíntese, síntese de macromoléculas como carboidratos,

proteínas, gorduras, absorção ativa de nutrientes, trabalho mecânico, dentre outros (MARSCHNER, 1986).

Considerando que o P desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular (WERNER; HAAG, 1972; CARVALHO et al., 1973) e no perfilhamento das gramíneas (WERNER et al., 1967; WERNER; MATOS, 1972), a sua deficiência passa a limitar a capacidade produtiva das forrageiras e, conseqüentemente, das pastagens.

Salinas e Sánchez (1976), concluíram que existem diferenças entre espécies cultivadas e entre variedades dentro da mesma espécie na tolerância a baixos níveis de P disponível no solo. A informação disponível sugere que as espécies ou variedades mais tolerantes a baixos níveis de P disponível, têm rendimentos mais altos em baixos níveis de P aplicado, do que as espécies ou variedades mais sensíveis.

Em Paragominas/PA, em solos de textura muito argilosa, os rendimentos acumulados do capim-colonião (*Panicum maximum*) mostram tendência linear em função de níveis de P, aplicados a lanço, como superfosfato triplo. Tem-se recomendado o nível de 50 kg/ha de P_2O_5 , aplicados a lanço, metade como superfosfato simples e o restante como hiperfosfato (fosfato natural), após a roçagem da juquira, para a recuperação de pastagens degradadas nessa região, tendo em vista que a adubação fosfatada, em curto prazo, proporciona aumentos na biomassa vegetal em mais de 300% (EMBRAPA, 1980).

Nas áreas de cerrado do Amapá, em solos de textura média, as respostas do capim “quicuio da Amazônia” à adubação fosfatada tem sido marcante, devido, principalmente, aos baixíssimos níveis de P disponíveis nestes solos. Maiores rendimentos podem ser obtidos com aplicação de cerca de 100 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato triplo e em sulcos, apesar de experimentos já apresentarem bons resultados com aplicação de apenas 50 kg/ha de P_2O_5 (EMBRAPA, 1980).

2.3.2 Adubação nitrogenada

Em condições ótimas de concentração e proporção entre os nutrientes do solo, o N assume papel fundamental como promotor e modulador da produção. No entanto, deve ser ressaltado, o fato de que níveis ótimos de fertilidade não garantem, por si só, a eficiência e a produtividade de sistemas de produção

baseados em capins tropicais, uma vez que cada sistema possui uma série de componentes que devem ser manipulados corretamente a fim de se obter sucesso na exploração. O N é essencial na melhoria do desempenho dos animais em pastejo. Além de favorecer o crescimento das forrageiras, desempenha papel importante na melhoria da qualidade da forragem, aumentando o teor de proteína bruta, principalmente nos períodos secos. Vários trabalhos têm demonstrado o efeito da adubação nitrogenada sobre gramíneas forrageiras medido através de parâmetros, como matéria seca e proteína bruta (CIAT, 1980; ALVIM et al., 1990) Wilson (1982) relatou que o suprimento de N, em gramíneas forrageiras, pode agir acelerando o florescimento e o estágio de maturação, aumentando a razão entre os perfilhos reprodutivos e perfilhos vegetativos, além de incrementar o número de perfilhos em alongação. Em condições edafo-climáticas normais e mediante a não ocorrência de outra limitação, o suprimento de N é o fator de maior impacto na produtividade da planta forrageira bem estabelecida e dos animais que a utilizam. A prática da adubação nitrogenada deve ser acompanhada de cuidados no manejo da pastagem de tal forma a aproveitar a forrageira disponível, convertendo-a em produto animal.

2.3.3 Adubação potássica

O uso do K em pastagens não se constitui em maiores preocupações, uma vez que ocorre a reciclagem dos nutrientes através da urina e das fezes dos animais e, somente, cerca de 1% do K consumido é exportado por bovinos em pastejo (TEIXEIRA, 1987). Por outro lado, quando os teores no solo são originalmente baixos e em condições de manejo intensivo, onde se faça adubações pesadas com N, para não haver limitação do efeito deste nutriente, é necessário o fornecimento de K (COSTA et al., 2000). O K que tem papel fundamental no metabolismo vegetal, atuando na fotossíntese e na translocação dos carboidratos e, ainda, funcionando como ativador enzimático (EPSTEIN, 1975).

Respostas de gramíneas tropicais ao suprimento de K foram relatadas na literatura para o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), por Vicente-Chandler et al. (1962), Werner e Haag (1972), Monteiro et al. (1980) e Toledo (1984). Mais recentemente, outros estudos acrescentaram maiores subsídios sobre a nutrição dessa espécie quanto ao K (CARRIEL et al., 1989; FAQUIN et al., 1995).

Com a *Brachiaria decumbens* Stapf., experimentos com a aplicação de K possibilitaram a obtenção de respostas em produção de matéria seca, concentração desse nutriente na parte aérea e verificação de sintomas foliares da deficiência de K (CARRIEL et al., 1989; CARVALHO et al., 1991; FAQUIN et al., 1995). Por outro lado, para a *Brachiaria brizantha* e em particular para o cultivar Marandú há nítida carência desse tipo de informação na literatura. Monteiro et al. (1995), em experimento de omissão de nutrientes para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, relatam que a omissão de K na solução nutritiva não resultou em redução significativa na produção de matéria seca e no perfilhamento, quando comparados ao tratamento completo.

2.4 RESPOSTAS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS À CALAGEM E À ADUBAÇÃO FOSFATADA

Diversos estudos foram conduzidos visando estudar a eficiência de fontes de P e sua interação com a calagem, procurando a melhor combinação de ambas. Há indicações de que culturas perenes como as pastagens, aproveitam melhor os fosfatos naturais do que as plantas de ciclo curto, principalmente em condições de acidez elevada dos solos e quando formadas com espécies e variedades adaptadas a estas condições (RAIJ; CABALA-ROSAND; LOBATO, 1982).

Para atingir maior eficiência dos fosfatos naturais, quando da formação das pastagens, é necessário considerar a distribuição do fosfato natural finamente moído e a dose de calcário, quando necessária, deve levar em conta apenas o atendimento das exigências das espécies em Ca e Mg. Também a incorporação deve ser o mais uniforme possível, através da aração e, ou, gradagem (LOPES; GUILHERME, 1992).

Moreira et al. (1979), constataram uma ação variável do comportamento das gramíneas forrageiras *Brachiaria decumbens*, capim gordura e capim Jaraguá em presença dos fosfatos naturais de Patos de Minas, Araxá e Tapira. No primeiro corte, os resultados mostraram que, em certos solos, o efeito da calagem foi benéfico à solubilidade dos fosfatos naturais, refletindo-se favoravelmente no crescimento das gramíneas como ocorreu em um LE distrófico. Porém, em um LV distrófico, a calagem prejudicou acentuadamente a produção de matéria seca destas forrageiras em todas as fontes de P empregadas.

Estudando o efeito da calagem na solubilização do fosfato de Araxá, Novelino et al. (1985), ressaltaram que apesar de o percentual de solubilização do fosfato de Araxá ter sido menor quando a calagem foi feita, relativamente à sua aplicação, o crescimento e absorção de P pelas plantas de sorgo foram maiores na primeira situação. O autor sugere que, além de ter ocorrido redução na passagem de P lábil para P não lábil com a calagem em vista da alteração da atividade de componentes da fase sólida do solo associado à adsorção de P, pode ter ocorrido restrição à capacidade da planta de absorver P, por condições ou fatores de solos ácidos, em especial a toxidez de Al.

Um fator a ser levado em consideração na avaliação da eficiência dos fosfatos naturais é o tempo de contato dos mesmos com o solo. Resultados obtidos por Yost et al. (1982), em experimentos de campo conduzidos em um Latossolo Vermelho Escuro com *Brachiaria decumbens*, onde se estudou o efeito de fontes e doses do P, combinadas a três níveis de calagem, mostraram que a ação da acidez do solo pode ser insuficiente, em curto prazo, para a solubilização de fosfatos naturais de baixa solubilidade como o fosfato de Arad. No entanto, verificaram um aumento acentuado na disponibilidade de P nas parcelas sem calagem, após um tempo de contato deste fertilizante com o solo, de 10 a 13 meses. Em cortes subseqüentes realizados 25 meses após o plantio, os autores verificaram que praticamente foi anulado o efeito depressivo da calagem na produção da forrageira, nas parcelas tratadas com fosfatos naturais.

O efeito residual de cinco fontes e doses de P foi testado na presença de três doses de calcário durante 10 anos em um Latossolo Vermelho Escuro (SANZONOWICZ; LOBATO; GOEDERT, 1987); a *Brachiaria decumbens* respondeu à aplicação de P até a dose mais elevada, sendo que os maiores acréscimos ocorreram de 38 para 150 kg de P/ha. O fosfato natural Araxá teve seu desempenho inicialmente prejudicado com o aumento das doses de calcário, mas este efeito desapareceu após o primeiro ano de cultivo. Embora a eficiência do fosfato de Araxá tenha aumentado com o passar dos anos, a produção acumulada permaneceu superior para as fontes mais solúveis como o superfosfato triplo, mostrando que a baixa produção inicial obtida com o fosfato natural não foi compensada pela melhoria da sua eficiência com o passar do tempo.

Deste modo, Lopes, Vasconcelos e Novais (1982), levando em conta dados de pesquisa, acentuam os seguintes aspectos importantes a respeito dos fosfatos naturais:

- a) o comportamento da interação fosfato natural x calagem é altamente dependente da duração de estudo;
- b) há sensíveis diferenças de respostas entre os diversos fosfatos naturais;
- c) a capacidade de aproveitamento dos fosfatos naturais é muito dependente da espécie.

2.5 CARACTERÍSTICAS DO BRAQUIARÃO (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú)

As gramíneas do gênero *Brachiaria* constituem aproximadamente 50% da área ocupada com pastagens cultivadas nos trópicos (SOARES FILHO, 1994). No ano de 1977, a Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela – Zimbábue, na África, enviou amostras de um material vegetal, capim-braquiário, ao Centro Nacional de Pesquisas de Gado de Corte – CNPGC, de Campo Grande/MS. Posteriormente, em 1979, as amostras foram enviadas ao Centro de Pesquisa Agropecuário do Cerrado – CPAC, de Planaltina/DF, ambos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Após anos de estudo e avaliações, em 1984 lançaram o capim-braquiário. Hoje, com diversas denominações regionais como: brizantão, brizanta, braquiário, capim-Marandú, capim-Ocidente (RENVOIZE et al., 1998), representa mais uma alternativa para diversificação das áreas de pastagens.

De acordo com Nunes et al., (1984), o capim-braquiário, originário de regiões vulcânicas da África tropical, é um ecotipo de *Brachiaria brizantha*, com características de plantas sempre robustas, hábito de crescimento cespitoso, altura de 1,5 a 2,5 metros, colmos iniciais de crescimento prostrado, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Os rizomas são curtos e encurvados, os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando a proliferação de inflorescências que atingem até 40 centímetros de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos. Lâminas foliares largas e longas, glabras na face

superior, com pubescência na face inferior, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas, enquanto os entrenós apresentam pêlos na porção apical.

De acordo com Ghisi e Pedreira (1987), sua capacidade de adaptação apresenta grande variação, especialmente em sistemas de produção com reduzido emprego de insumos, que é a responsável por sua expansão e expressividade (ANDRADE, 1994). Adapta-se bem em condições de até 3000 metros de altitude, precipitação anual ao redor de 700 mm e cerca de cinco meses de seca no inverno (SOARES FILHO, 1994). Não suporta solos encharcados e é recomendada para áreas de média e boa fertilidade, embora tolere acidez do solo.

Melhores resultados com capim braquiarião foram observados em solos profundos e em relevos ondulados e fortemente ondulados. A temperatura ideal para seu desenvolvimento está entre 30 a 35°C, sendo a mínima de 15°C, embora tenha boa tolerância a geadas (SKERMAN; RIVEIROS, 1992). Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente a sol pleno, suporta bem o fogo, apresenta elevada produção de massa verde e responde bem a adubações, com produção de até 36 toneladas de massa seca por ha/ano (GHISI; PEDREIRA, 1987).

Thiago (2000) obteve com a cultivar braquiarião, produções médias de 4407 e 8159 kg/ha de massa seca, potencialmente consumível nos períodos das secas e das águas, respectivamente, e os teores médios de proteína bruta (PB) foram de 9,9% na seca e 10,1% no período chuvoso, quando adubado anualmente no início das chuvas, com 250 kg/ha da fórmula 0:20:20, acrescido de 150 kg/ha de nitrogênio e 50 kg/ha de potássio, dividido em duas aplicações. O potencial de produção e valor nutritivo dessa cultivar também é discutido por Nunes et al. (1984).

Dentre as várias opções de *Brachiaria*, a cultivar Marandú é considerada uma ótima alternativa para ser utilizada em sistemas de produção de ruminantes, desde que se respeitem seus aspectos morfofisiológicos, baseados em um manejo adequado ao longo do ano.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA, COLETA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO.

O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Amarelo distrófico, textura média, classificado por Gama (2003), coletado na região do município de Abaetetuba/PA (Nordeste Paraense) no Sítio Tatulândia, localizado na Rodovia Estadual PA - 150, que liga Abaetetuba a Igarapé-Miri, km 15, localidade Pontilhão (Figura 1). A vegetação local é oriunda da Floresta Equatorial Úmida, sendo que hoje toda a região encontra-se modificada com capoeiras e implantação de agricultura e pecuária. O clima da área é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com temperatura média mensal em torno de 26°C e precipitação pluviométrica superior a 2.000 mm anuais. A região tem na sua maioria, solos do tipo Latossolo Amarelo, textura média e fertilidade natural média. São profundos e bem drenados.

Coletou-se o solo na camada superficial de 0 a 20 cm de profundidade, removendo-se os restos vegetais. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 4 mm. Foram tomadas subamostras para as determinações químicas e físicas do solo de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Os dados das características físicas e químicas são apresentados na Tabela 1.

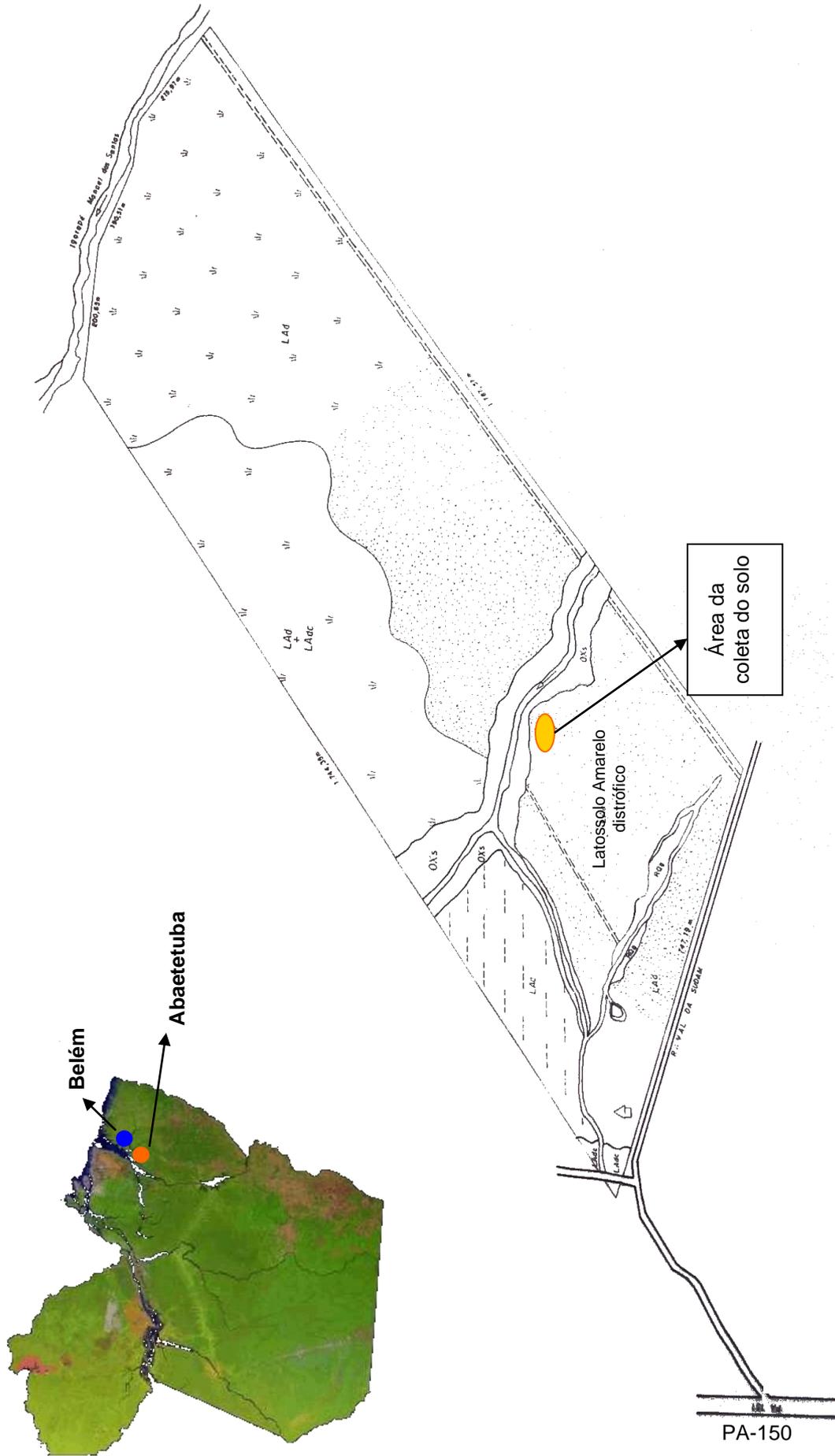


Figura 1: Local da coleta do solo. Sítio Tatulândia, Abaetetuba-PA.

Tabela 1: Caracterização química e física do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm. Abaetetuba (PA). Média de quatro repetições.

Características Químicas	Valores
pH em H ₂ O	4,82
P (mg/dm ³)	1,77
K (cmol _c /dm ³)	0,11
Al (cmol _c /dm ³)	1,03
Ca (cmol _c /dm ³)	0,52
Mg (cmol _c /dm ³)	0,65
H + Al (cmol _c /dm ³)	5,37
Na (cmol _c /dm ³)	0,04
Fe (mg/dm ³)	881,09
Zn (mg/dm ³)	1,02
Cu (mg/dm ³)	0,37
Mn (mg/dm ³)	2,36
CTC pH 7	6,69
V%	20
Características Físicas	Valores
Argila (g/kg)	144,00
Areia grossa (g/kg)	233,77
Areia fina (g/kg)	458,00
Silte (g/kg)	164,23
Densidade aparente (kg/dm ³)	1,35

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E VARIÁVEIS AVALIADAS.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos de quatro níveis de saturação por bases: original do solo - 20%(C1), 60% (C2), 80% (C3) e 100% (C4), e quatro fontes de fósforo: sem P (P0), fosfato natural de Arad (P1), superfosfato triplo (P2) e fosfato natural de Arad + superfosfato triplo (P3), na dosagem de 100 mg de P/kg de solo, perfazendo um total de 64 parcelas experimentais, constituídas de vasos plásticos contendo 5 dm³ de solo. Os tratamentos, no total de 16, ficaram dispostos como descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Composição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Fontes de P	Saturação (V%)
C1P0	Sem P	Original do solo (20)
C1P1	Arad	Original do solo (20)
C1P2	SFT	Original do solo (20)
C1P3	Arad + SFT	Original do solo (20)
C2P0	Sem P	60
C2P1	Arad	60
C2P2	SFT	60
C2P3	Arad + SFT	60
C3P0	Sem P	80
C3P1	Arad	80
C3P2	SFT	80
C3P3	Arad + SFT	80
C4P0	Sem P	100
C4P1	Arad	100
C4P2	SFT	100
C4P3	Arad + SFT	100

As doses de corretivo necessárias para elevar a porcentagem de saturação por bases do solo (V%) para 60, 80 e 100% foram de 2,71 t/ha, 4,04 t/ha e 5,37 t/ha, respectivamente, calculadas pelo método Raij (1981).

O corretivo utilizado foi uma mistura de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3), ambos puros pró-análise (P.A.), numa relação de 3:1. A quantidade da mistura em g/vaso está demonstrada na Tabela 3.

Tabela 3: Doses de corretivo utilizadas conforme os níveis estabelecidos nos tratamentos.

Doses do corretivo		Saturação (V%)
$\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ (3:1) (g/vaso)	(t/ha)	(Esperada)
6,77	2,71	60
10,10	4,04	80
13,42	5,37	100

As fontes fosfatadas utilizadas foram escolhidas de acordo com o grau de solubilização. O superfosfato triplo (SFT) é um fertilizante fosfatado solúvel resultante da solubilização da rocha fosfática com ácido fosfórico e apresenta uma liberação imediata do P para as plantas. É constituído principalmente de fosfato monocálcico, contendo cerca de 43 a 48% de P_2O_5 solúvel em água, 14% de Ca e apresentando baixa higroscopicidade, seu aspecto físico é farelado de cor acizentada, podendo ser encontrado na forma granulada.

O Arad, por ser um fosfato natural reativo de origem orgânica, possui uma solubilização mais lenta quando comparado com o SFT, disponibilizando P para as plantas ao longo dos anos. Apresenta em sua constituição 33% de P_2O_5 total, 6,89% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico e 37% de Ca, apresenta-se normalmente em forma farelada, pois o tamanho das partículas é um fator que afeta acentuadamente a eficiência dos adubos fosfatados. Como os fosfatos naturais têm baixa solubilidade em água, quanto menor o tamanho da partícula e maior seu contato com o solo, maior será a liberação de P (RAIJ, 1991).

Como parâmetros de avaliação, tomou-se como variáveis, os atributos químicos do solo, a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz das plantas de braquiário, assim como o teor dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio contidos na parte aérea da forrageira. Os dados obtidos, à exceção dos atributos químicos do solo, foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Utilizou-se para estas análises o Programa Estatístico SISVAR.

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA, no período de janeiro a junho de 2005 (Figura 2).



Figura 2: Casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA - Local do experimento.

Após a secagem e o peneiramento em malha de 4 mm, o solo foi pesado e colocado em sacos plásticos com capacidade para 15 kg (6,75 kg de solo aproximadamente) para melhor mistura do corretivo. As quantidades de carbonatos, correspondentes a cada um dos três níveis de saturação por bases testadas, foram adicionadas e incorporadas homogeneamente ao solo de cada vaso. A mistura do solo com o carbonato permaneceu incubada com umidade correspondente a aproximadamente 70% do volume total de poros (VTP), por 45 dias, até a estabilização do pH do solo. Após o período de incubação, e antes da aplicação das fontes fosfatadas, foi efetuada uma adubação básica em todos os vasos, inclusive nas testemunhas, constando de 50 mg de S; 1 mg de B; 1 mg de Cu; 0,1 mg de Mo; e 2,5 mg de Zn, por kg de solo, na forma de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; H_3BO_3 ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, respectivamente. Em seguida foram adicionadas as fontes fosfatadas, de acordo com os tratamentos estabelecidos. Diante da possibilidade das plantas não completarem seu ciclo de vida, nas condições naturais do solo, com baixíssima concentração de fósforo, decidiu-se pela adição de 10 mg de P/kg de solo na testemunha, na forma de SFT a 45% de P_2O_5 , a fim de assegurar a produção de biomassa suficiente para as análises químicas necessárias ao trabalho.

Após a adubação básica e incorporação do P, os vasos foram irrigados com a quantidade necessária de água para atingir 70% do volume total de poros (VTP) e pesados. No mesmo dia foi efetuada a semeadura, colocando-se em média, 15 sementes por vaso. As sementes de *Brachiaria brizantha* da variedade Marandú, apresentavam 96,30% de pureza, 79% de germinação e um V.C. (Valor Cultural) de

76,10%. Três dias após o semeio ocorreu a germinação. Foi realizado o desbaste no oitavo dia após o semeio, deixando-se apenas quatro plantas por vaso. A umidade foi mantida a 70% do VTP mediante pesagens diárias dos vasos, completando-se, quando necessário, com água destilada.

Foram feitos três cortes da parte aérea da forrageira a 6 cm do solo (Figura 3), sendo o primeiro realizado aos 46 dias da emergência e os demais com 35 dias de rebrota. Em todos os vasos, foi feita uma adubação com N e K nas doses de 210 mg/kg e 255 mg/kg de solo, como uréia (46% de N) e KCl (52% de K₂O) respectivamente, parceladas em três partes iguais. A primeira parcela foi colocada 12 dias após o semeio, quando as plântulas começaram a emitir o segundo folíolo, a segunda e terceira parcelas foram adicionadas após o primeiro e segundo cortes respectivamente.



Figura 3: Corte da parte aérea do braquiarião, a 6cm do solo.

Após o último corte do braquiarião, o solo de cada vaso, depois de seco, foi revolvido e o sistema radicular das plantas retirado e lavado cuidadosamente para a retirada de resíduos de solo. Do restante de solo, foi retirada uma amostra significativa para ser analisada quimicamente, utilizando a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

O material vegetal da parte aérea e das raízes do braquiarião, devidamente lavado em água corrente e depois em água destilada, foi colocado em sacos de papel e seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 – 70°C, até atingirem peso constante, determinando-se, assim, o peso da matéria seca. Foi realizada a moagem destes materiais em moinho do tipo Wiley, para determinação química dos macronutrientes.

3.4 ANÁLISES DE PLANTA

As análises químicas da planta foram feitas determinando-se o N, após digestão sulfúrica, pelo método de Kjeldahl. Os nutrientes P, K, Ca e Mg presentes no tecido vegetal, foram determinados após a digestão com solução nitroperclórica 2:1. O P foi medido por colorimetria em espectrofotômetro. Os valores de K por fotometria de chama e Ca e Mg foram obtidos em espectrofotômetro de absorção atômica de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

3.5 ANÁLISES DO SOLO

Foram retiradas amostras do solo 45 dias após a incubação com a mistura de CaCO_3 e MgCO_3 , para verificar o efeito da calagem na modificação dos atributos químicos do solo (Tabela 4). Também, após o último corte da gramínea, foram retiradas amostras do solo de cada vaso, segundo os tratamentos, e realizadas análises químicas. As análises do solo realizadas antes do experimento, após a incubação com o corretivo e após o último corte do braquiário, foram efetuadas conforme preconizado por EMBRAPA (1997). O pH foi determinado em água na relação solo:solução 1:2,5; P e K foram extraídos por Mehlich I, sendo o P determinado por colorimetria e K por espectrofotometria de chama; Al, Ca e Mg foram extraídos com KCl 1N, sendo o Al determinado por titulação (acidimetria) enquanto que Ca e Mg foram determinados por complexometria com EDTA; H+Al do solo foi extraída com acetato de Ca 1N, pH 7,0 e determinada por titulação. A análise física do solo foi feita por dispersão com NaOH 1N. Para a determinação da argila foi utilizado o método de sedimentação utilizando a pipeta, a porcentagem de areia total foi determinada com o uso de peneiras e silte pela diferença entre o total e o valor de argila+areia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS A INCUBAÇÃO

A Tabela 4 mostra as características químicas do solo após o período de 45 dias de incubação com diferentes doses de corretivo, calculadas para elevar a porcentagem de saturação por bases para 60, 80 e 100% em relação à saturação inicial do solo de 20%.

As misturas de CaCO_3 e MgCO_3 , segundo os tratamentos, elevaram as saturações por bases do solo, em comparação com o valor existente antes do ensaio, sem que estas, entretanto, atingissem os valores previamente estabelecidos, indicando uma reação parcial dos compostos, fato também verificado por Oliveira e Parra (2003). Em geral, tem sido freqüente a obtenção de valores menores de saturação de bases determinados analiticamente do que os planejados, tanto para resultados obtidos com incubação do solo em laboratório com carbonatos ou calcário (OLIVEIRA, 1993; COSTA et al., 1996), quanto para experimentos com aplicação de calcário no campo (MORELLI et al., 1992; CAIRES e ROSOLEM, 1993; OLIVEIRA et al., 1997). As razões para esse comportamento são, geralmente, atribuídas ao tempo insuficiente para o equilíbrio das reações químicas dos carbonatos e ao poder de tamponamento dos solos.

Tabela 4: Características químicas do Latossolo Amarelo estudado, após 45 dias de incubação com diferentes dosagens de corretivo em relação à saturação por bases inicial do solo. Média de quatro repetições.

Características químicas	Saturação do solo – V%			
	20%	60%	80%	100%
	Inicial	-----esperada-----		
pH em H ₂ O	4,82	5,03	5,85	6,32
P (mg/dm ³)	1,77	1,86	1,69	1,62
K (cmol _d /dm ³)	0,11	0,06	0,06	0,06
Al (cmol _d /dm ³)	1,03	0,20	0,09	0,08
Ca (cmol _d /dm ³)	0,52	1,93	3,08	3,63
Mg (cmol _d /dm ³)	0,65	0,68	0,98	1,18
H + Al (cmol _d /dm ³)	5,37	3,18	1,94	1,31
V% (alcançada)	20	45,40	67,38	78,18

Em relação ao resultado obtido antes do início do experimento e apresentado na Tabela 1, observa-se que para todas as dosagens de corretivo aplicadas, houve um decréscimo na concentração de Al e da H+Al do solo, demonstrando o efeito positivo dos carbonatos utilizados para aumentar a saturação por bases do mesmo. As concentrações de Ca, Mg e o valor do pH do solo, apresentaram um aumento em seus valores, confirmando a eficiência dos carbonatos aplicados. Em relação ao P e ao K, verifica-se que não tiveram nenhuma mudança considerável, permanecendo praticamente, com as mesmas concentrações de antes da incubação.

4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS O CULTIVO DO BRAQUIARÃO EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS.

Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância do efeito dos tratamentos, sobre os atributos químicos do solo estudado, após o cultivo com a forrageira. Deve-se verificar que a saturação de bases promoveu alterações significativas ($P < 0,05$) nas concentrações de cálcio, magnésio, alumínio, fósforo, acidez potencial e valor do pH. A aplicação das fontes fosfatadas, isoladamente, modificou significativamente ($P < 0,05$) as concentrações de cálcio, fósforo e acidez potencial, além do pH. As fontes fosfatadas em interação com as saturações por bases, influenciaram significativamente ($P < 0,05$), as concentrações de cálcio e acidez potencial. As médias gerais das variáveis estudadas, afetadas pelos tratamentos e sua interação, estão contidas nas Tabelas 1A, 2A e 3A (apêndice).

Tabela 5: Valores de Quadrado Médio e níveis de significância de atributos químicos do Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	pH
Saturação (V%)	3	19,18*	0,35*	2,37*	504,18*	0,28	47,51*	8,76*
Fonte de P (FP)	3	0,30*	0,72	0,93	33.877,86*	0,14	0,74*	0,75*
V% x FP	9	0,71*	0,20	0,46	115,47	0,25	0,10*	0,44
Resíduo	48	0,33	0,31	0,34	61,37	0,14	0,37	0,46
Média Geral	-	2,26	0,61	0,38	70,49	1,43	3,27	5,28
CV (%)	-	8,09	29,07	15,36	11,11	26,18	5,90	1,29

* Significativo a 5% pelo teste F.

4.2.1 Concentração de cálcio

A Figura 4 mostra o efeito da interação entre saturação por bases do solo (V%) e as diferentes fontes fosfatadas aplicadas, sobre a disponibilidade de Ca no solo. Observa-se que para todas as fontes fosfatadas, a concentração de Ca no solo aumentou com o aumento da saturação por bases, apresentando um comportamento linear crescente. Segundo Nakayama et al. (1984), a disponibilidade de Ca aumenta com a calagem, uma vez que os corretivos de acidez apresentem teores elevados daquele elemento em sua composição. De acordo com o relatado por Rossi (1995), as fontes de fósforo devem ter também influenciado o aumento de concentração de Ca no solo, pois apresentam em sua composição teores significativos de Ca.

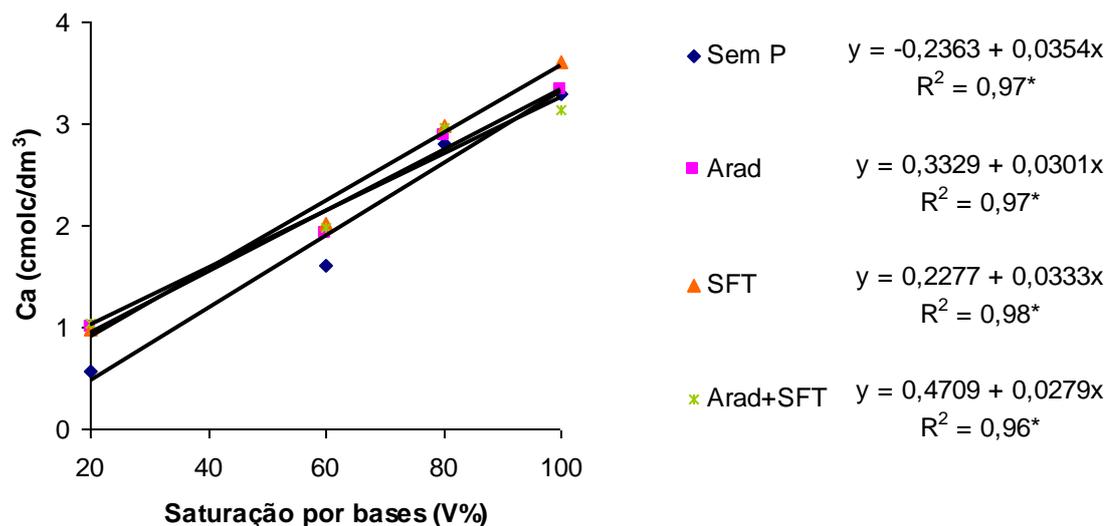


Figura 4: Concentração de Ca no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Na Tabela 1A (apêndice) nota-se que na saturação inicial do solo (20%) a concentração de Ca foi maior quando aplicado o Arad+SFT (1,05 cmol_c/dm³), sem entretanto, diferir estatisticamente das médias obtidas com as aplicações de Arad ou SFT (1,0 e 0,99 cmol_c/dm³, respectivamente). O tratamento sem fósforo foi o que apresentou o menor teor de Ca no solo em relação aos tratamentos com aplicação das fontes fosfatadas, no entanto sua concentração aumentou à medida que se

elevou a saturação por bases. Ao nível de 60% de saturação por bases do solo, as maiores concentrações de Ca foram obtidas quando aplicado o SFT (2,01 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), não ocorrendo, porém, diferença estatística significativa quando comparado com os demais tratamentos. A 80% e a 100% de saturação por bases não houve diferença significativa entre as fontes fosfatadas e a testemunha, em relação à disponibilidade de Ca no solo. Os maiores valores de Ca no solo para todas as fontes fosfatadas foram obtidos na saturação de 100%, muito embora esses valores não tenham diferido significativamente da testemunha. Observa-se na Tabela 1A (apêndice), que a partir da saturação por bases de 60%, foi atingido o nível considerado médio de 1,5 a 4 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, por Malavolta e Kliemann (1985) para qualquer cultura.

4.2.2 Concentração de magnésio

A Tabela 2A, em apêndice, mostra as médias das concentrações de Mg no solo estudado, em função do efeito isolado das diferentes saturações por bases.

Observa-se na Figura 5, que ao nível de 20% e 60% a concentração do elemento no solo apresentou teores considerados baixos, de 0,49 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e 0,47 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ respectivamente. Quando a saturação por bases do solo foi elevada para 80% e 100% o teor de Mg apresentou valores de 0,70 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e 0,77 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, considerados níveis médios, por Malavolta e Kliemann (1985), que citam que para a maioria das gramíneas, as concentrações médias de Mg no solo ficam entre 0,5 a 1 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. As médias se ajustaram a uma equação de 2º grau, com tendência ascendente.

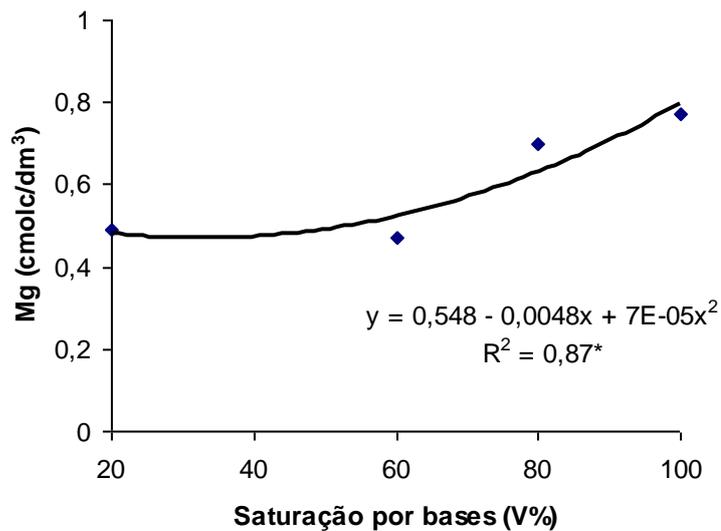


Figura 5: Concentração de Mg no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.

Esses resultados estão de acordo com aqueles determinados por Mascarenhas et al. (1978), que obtiveram aumento na concentração de Mg trocável no solo com a aplicação de calcário dolomítico, em experimento com soja. Ishizura e Mesquita (1981), verificando o efeito da calagem em Latossolo Vermelho Escuro, também com soja, na região do cerrado, observaram, aumento na concentração de Mg com a aplicação do calcário dolomítico.

4.2.3 Concentração de alumínio

As médias da concentração de Al trocável no solo estudado, em função da saturação por bases, ajustaram-se a uma equação quadrática e são mostradas na Tabela 2A em apêndice. Observa-se na Figura 6, que ilustra este efeito, um decréscimo acentuado na concentração de Al a medida em que se elevou a saturação por bases do solo. Houve uma redução significativa ($P < 0,05$) da atividade do Al no complexo de troca do solo de $0,94 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, na saturação inicial do solo (20%), para $0,13 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, na saturação mais alta (100%). Isto pode ser explicado, pelo fato de Ca e Mg, aplicados em forma de carbonatos, reduzirem a acidez trocável do solo. O corretivo reduz a acidez do solo (aumenta o pH) convertendo alguns íons H^+ em água. Acima de pH 5,5 o Al precipita como $\text{Al}(\text{OH})_3$ e, assim, sua

ação tóxica e a principal fonte de H⁺ são eliminadas (MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998).

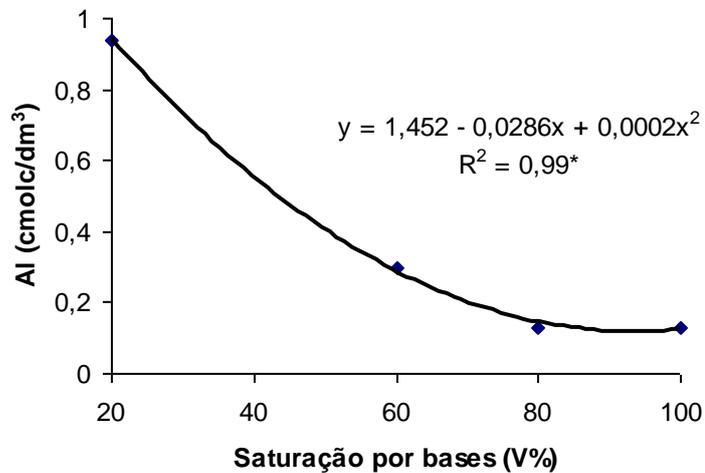


Figura 6: Concentração de Al no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.

Mascarenhas et al. (1978) e Nakayama et al. (1984) observaram efeito similar da calagem, sobre a neutralização do Al trocável, em Latossolo da região do cerrado com a cultura da soja. Em condições de campo, Ishizura e Mesquita Filhos (1981) observaram, que o calcário diminuiu a concentração de alumínio trocável em Latossolo Vermelho Escuro do cerrado, cultivado com soja. Segundo Raij (1991), a precipitação do Al sob forma de hidróxidos, diminui a toxicidade para as plantas.

4.2.4 Concentração de fósforo

Nas Tabelas 2A e 3A, em apêndice, encontram-se as médias das concentrações de P disponível no solo estudado, em função dos efeitos isolados da saturação por bases e das fontes fosfatadas.

A Figura 7 indica que houve um decréscimo na concentração de P no solo com o aumento da saturação por bases, sendo os dados ajustados a um modelo linear decrescente de regressão. Observa-se, com a saturação em 20%, um teor de P de 78,59 mg/dm³, apresentando diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação às demais saturações. Esse teor é considerado alto por Thomas e Peaslee (1973) que indicam que a concentração de fósforo disponível no solo classificada como baixa,

média e alta fica em torno de 0-16, 17-37 e >38 mg/dm³, respectivamente. Citam ainda que essa classificação é relativa, e que as implicações que ela deve exercer sobre o nível de fertilizante, dependerá do tipo de solo e da cultura. Entretanto, de maneira geral, pode-se esperar boa resposta à adubação fosfatada quando o nível for baixo; a resposta é freqüente quando o nível é médio; e normalmente não há respostas à adubação quando o solo tem nível alto.

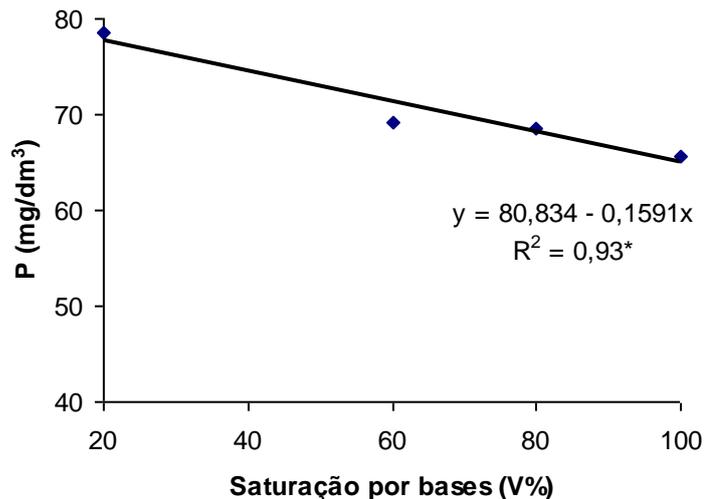


Figura 7: Concentração de P no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases utilizados.

Provavelmente, a diminuição da concentração do P no solo, ocorreu pela insolubilização deste elemento, na forma de fosfato bicálcico, pela reação com o Ca, em condições de pH elevado, provocado pelo aumento das bases no solo (MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998). Trabalhos realizados por Khasawneh e Doll (1978), Vitorino et al. (1998) e Sousa et al. (1999), testando fosfatos naturais e calagem, relatam que pH elevado e maior quantidade de cálcio no solo, interfere negativamente na disponibilidade do fosfato natural de Gafsa.

A Figura 8 mostra as variações significativas ($P < 0,05$) dos teores de P disponível no solo, ao final do experimento, em função do efeito isolado das fontes fosfatadas aplicadas. O Arad promoveu o maior aumento significativo do P disponível do solo de 110,60 mg/dm³, em relação ao Arad+SFT que obteve 89,94 mg/dm³ e ao SFT de 76,71 mg/dm³. O tratamento sem a aplicação de fósforo foi o que apresentou teores considerados baixos de 4,71 mg/dm³ de P na cultura implantada.

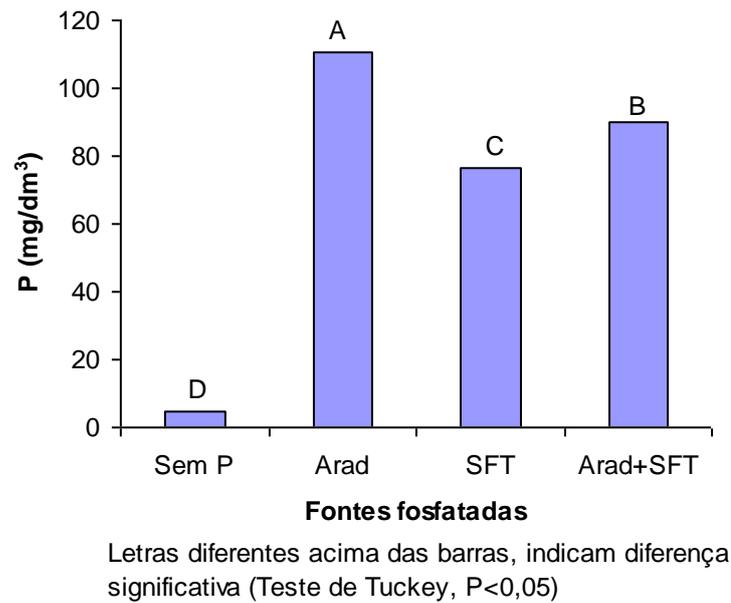


Figura 8: Concentração de P no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função das fontes fosfatadas utilizadas.

Esses resultados podem ser explicados devido à solubilização imediata da fonte solúvel SFT, liberando mais P para o solo, proporcionando uma maior absorção do elemento pela planta. O Arad, por sua vez, libera de forma gradual o P de sua composição, isso pode ter ocasionado um maior teor desse nutriente ao final do experimento, evidenciando o alto poder residual deste fosfato natural (SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2004). Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos realizados por Goedert (1985); Raij (1991) e Korndorfer et al. (1995) trabalhando com diferentes fontes fosfatadas e em campo por Cordeiro et al. (1979), com fosfato natural de Gafsa e Smyth e Sánchez (1982) e Pedroso Neto e Tanaka (1988), com fosfato natural de Patos de Minas, aplicados a lanço em combinação com SFT aplicado no sulco.

4.2.5 Acidez potencial

As médias dos valores de acidez potencial (H+Al) do solo estudado, ao final do experimento, em função de níveis crescentes de saturação por bases em interação com fontes fosfatadas, encontra-se na Tabela 1A em apêndice. A Figura 9 ilustra este efeito, mostrando que para todas as fontes de fósforo aplicadas, os valores de H+Al diminuíram com o aumento da saturação por bases do solo,

variando significativamente de 5,43 cmol_c/dm³ na menor saturação (20%), a 1,45 cmol_c/dm³ na saturação mais elevada (100%). Os tratamentos sem fósforo e com a aplicação de Arad ajustaram-se a um modelo linear de regressão apresentando maiores valores, 5,43 e 5,09 cmol_c/dm³, respectivamente, ao nível de 20%. As fontes SFT e Arad+ SFT comportaram-se de forma quadrática com maiores valores, 5,59 e 5,38 cmol_c/dm³, obtidos também, na saturação mais baixa.

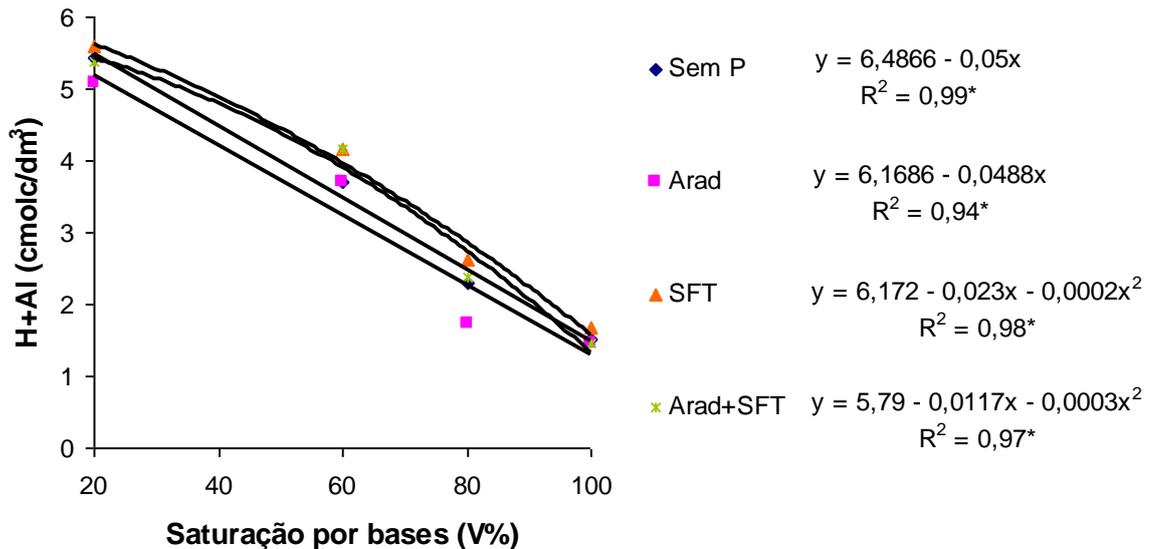


Figura 9: Concentração de H+Al no Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Essa diminuição na concentração da H+Al pode ter acontecido devido o incremento de Ca e Mg, colocados em função dos tratamentos utilizados, causando dessa forma, uma troca de cátions na solução do solo, neutralizando alguns íons de H⁺ e Al³⁺. Tanto a neutralização do H (H + OH = OH₂) como do Al (Al + 3OH = Al(OH)₃) é devido à hidroxila (OH⁻) formada pela hidrólise dos carbonatos (MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998). Por outro lado, a neutralização das cargas negativas da matéria orgânica do solo, provocada pelo aumento do pH a valores maiores que 5,5, aumenta a acidez potencial segundo Mello et al., (1985).

4.2.6 pH do solo

As médias das concentrações de pH do solo, em função de níveis crescentes da porcentagem de bases, encontra-se na Tabela 2A em apêndice. O aumento na saturação por bases provocou incremento progressivo, com ajuste de regressão na forma quadrática, no pH do solo de um valor inicial de 4,41, na menor saturação por bases do solo (20%), para 6,09, na maior saturação por bases utilizada (100%) (Figura 10).

O mesmo efeito foi verificado por Silva (2001) que, trabalhando com soja em Argissolo Vermelho Amarelo do município de Redenção/PA, nas condições de casa de vegetação, detectou elevação do pH com o uso da calagem. Borket (1973) também verificou o mesmo efeito na cultura da soja em casa de vegetação e em campo.

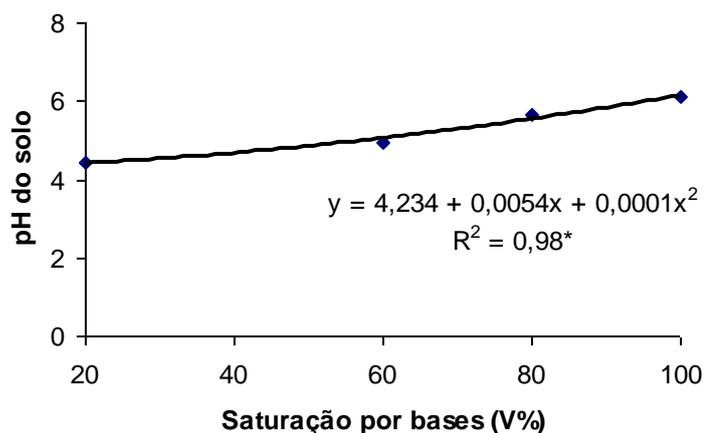
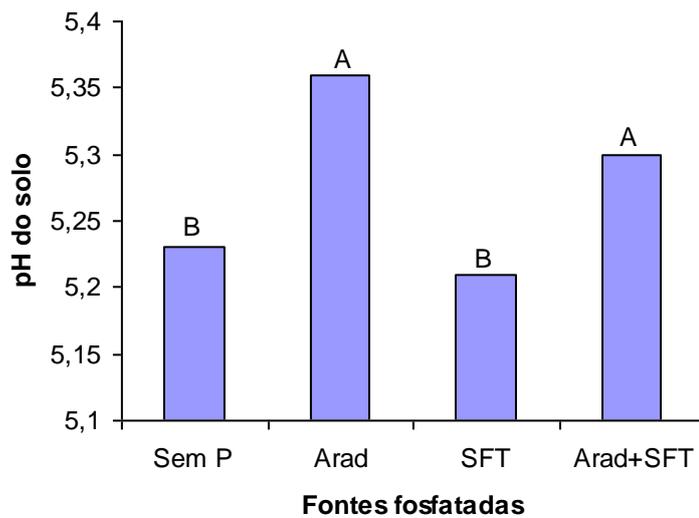


Figura 10: Valores de pH do Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiário, em função dos níveis de saturação por bases do solo utilizados.

A Figura 11 ilustra o efeito das fontes de fósforo utilizadas no experimento, sobre o pH do solo, cujas médias encontram-se na Tabela 3A em apêndice. Houve um aumento significativo ($P < 0,05$) no pH nos tratamentos onde foi adicionado o Arad, o mais eficiente, com valor de pH de 5,36, que não diferiu estatisticamente do Arad+SFT que apresentou um pH de 5,30. A eficiência do Arad pode ser explicada pela sua alta porosidade, baixa dureza e por apresentar, em sua composição, 37% de Ca que lhe confere ação fisiológica básica (BOLETIM TÉCNICO, 2004).



Letras diferentes acima das barras, indicam diferença significativa (Teste de Tuckey, $P < 0,05$)

Figura 11: Valores de pH do Latossolo Amarelo estudado, após o cultivo do braquiarão, em função das fontes fosfatadas utilizadas.

Efeitos semelhantes foram obtidos por Góes (2000), em experimentos com braquiarão em Argissolo Amarelo, que observou um aumento no pH do solo, quando da aplicação de superfosfato simples e Atifós, um fosfato natural.

4.3 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO BRAQUIARÃO

Na Tabela 6 encontra-se a análise de variância da produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e total do braquiarão, em função dos tratamentos aplicados. As médias gerais da produção de matéria seca em função dos tratamentos estão contidas na Tabela 4A (apêndice).

Tabela 6: Valores de Quadrados Médios e níveis de significância da produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de cada corte, matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) das plantas de braquiarião, em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.

F.V.	GL	Quadrado médio				
		MSPA (1º corte)	MSPA (2º corte)	MSPA (3º corte)	MSR	MST
Saturação (V%)	3	12,03*	22,19*	30,42*	26,83*	161,98*
Fontes de P (FP)	3	144,91*	71,63*	12,83*	27,18*	369,76*
V% X FP	9	6,24*	13,07*	3,01*	7,65*	66,00*
Resíduo	48	0,80	2,58	0,87	0,40	7,26
Média Geral	-	4,18	11,57	7,90	6,94	30,67
C.V. (%)	-	21,49	13,89	11,84	9,18	8,78

* Significativo a 5%, pelo teste F.

Observa-se que os níveis de saturação por bases, as diferentes fontes fosfatadas e a interação de saturação por bases com as fontes fosfatadas influenciaram significativamente ($P < 0,05$) a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) nos três cortes, a matéria seca das raízes (MSR) e a produção de matéria seca total (MST).

4.3.1 Matéria seca da parte aérea (MSPA)

Analisando o efeito da interação de saturação por bases e fontes fosfatadas, no primeiro corte do braquiarião (Figura 12), verifica-se que o efeito dos tratamentos sem fósforo, com SFT e com Arad+ SFT não se ajustaram a qualquer equação de regressão, enquanto que a fonte Arad, apresentou comportamento linear decrescente à medida que se elevou a saturação por bases do solo, diminuindo de 5,87 g/vaso na saturação inicial (20%) para 0,31 g/vaso na saturação mais elevada (100%).

As maiores produções no primeiro corte do braquiarião (7,55 e 7,53 g/vaso), foram proporcionadas pelas fontes SFT e Arad+SFT a 60% de saturação. Entretanto, esses valores, não diferiram significativamente dos resultados obtidos por estas mesmas fontes fosfatadas, nas demais saturações estudadas (Tabela 4A em anexo).

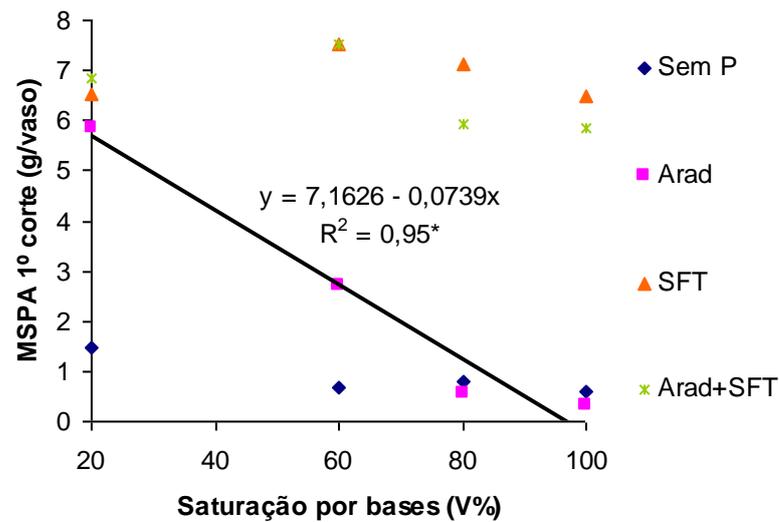


Figura 12: Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiário, no primeiro corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No segundo corte, verifica-se que com a interação entre saturação por bases e fontes fosfatadas, as médias obtidas com o SFT e Arad+SFT para a produção de matéria seca da parte aérea do braquiário, não se ajustaram a qualquer equação de regressão. Por outro lado, com os tratamentos sem fósforo e com Arad, as médias apresentaram um comportamento quadrático ($P < 0,05$) (Figura 13). A máxima produção obtida através da equação de regressão no tratamento sem fósforo foi de 12,94 g/vaso, quando combinada a uma saturação por bases estimada de 68%. Com o Arad, essa máxima produção foi de 11,77 g/vaso, alcançada com uma saturação por bases estimada de 45,72%. Observa-se que nas saturações de 20 e 60% as fontes fosfatadas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, enquanto que a 80 e 100%, as menores produções de MSPA foram obtidas quando da aplicação do fosfato natural de Arad, com diferença significativa em relação as demais fontes (Tabela 4A em anexo).

Os dados de produção de matéria seca da parte aérea do braquiário no segundo corte, levam a inferir, que o P natural mais o adicionado (10 mg/kg) no tratamento sem P, foi suficiente para que esse tratamento demonstrasse bom desempenho em todos os níveis de saturação por bases, mostrando-se igualmente efetivo em relação às fontes fosfatadas utilizadas.

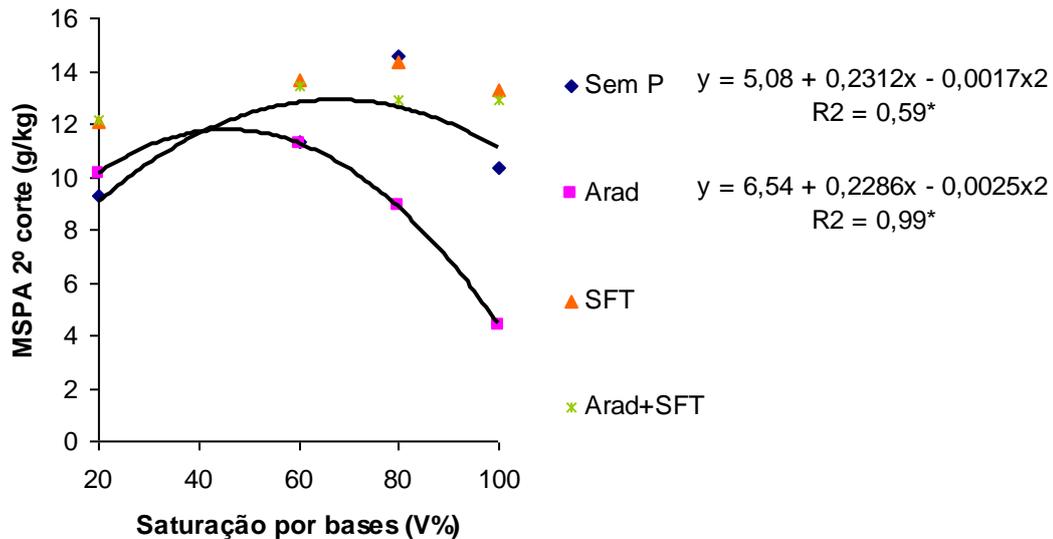


Figura 13: Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiário, no segundo corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No terceiro corte, verifica-se que as médias de produção de matéria seca da parte aérea do braquiário, em função da interação dos níveis de saturação por bases x fontes fosfatadas, nos tratamentos sem fósforo e com Arad variaram de forma quadrática ($P < 0,05$) (Figura 14). A produção máxima de 9,79 g/vaso, no tratamento sem fósforo foi obtida em uma saturação por bases estimada de 80,25%, a partir dos dados ajustados pela respectiva equação de regressão. Com a fonte Arad a produção máxima (9,97 g/vaso) foi obtida ao nível estimado de 75,19% de saturação por bases do solo. As fontes SFT e Arad+ SFT se comportaram de forma linear positiva à medida que se elevou a saturação por bases do solo, não sendo observado diferenças significativas entre elas. Apenas na saturação de 80% foram observadas diferenças significativas com relação às fontes testadas, obtendo-se melhores produções de MSPA com os tratamentos sem fósforo e com aplicação de Arad, respectivamente, 10,19 e 11,37 g/vaso (Tabela 4A em anexo).

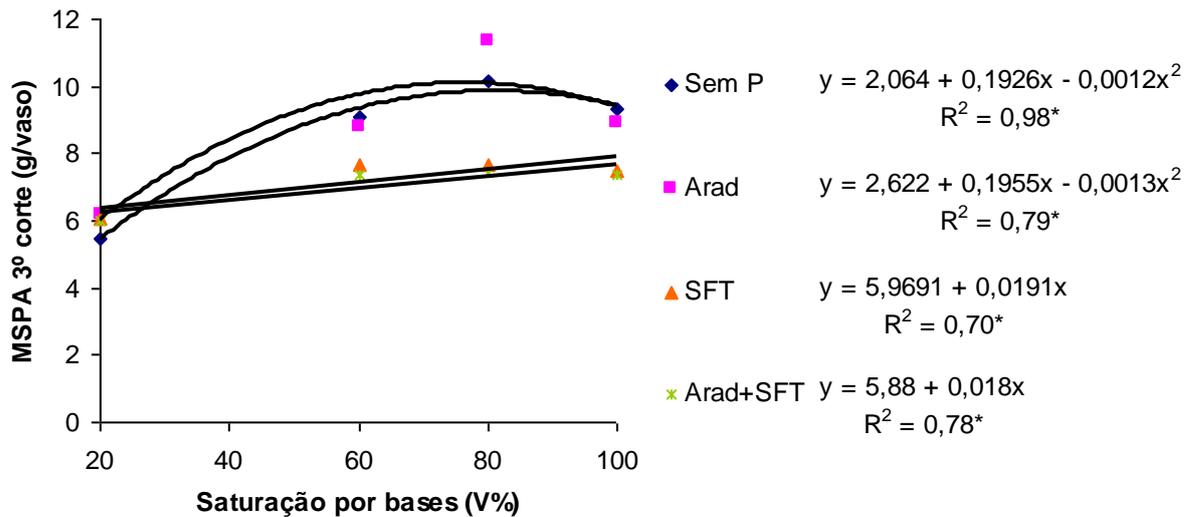


Figura 14: Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) do braquiarião, no terceiro corte, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Deve-se destacar no primeiro e segundo cortes do braquiarião o efeito depressivo da calagem nos tratamentos com Arad, promovendo uma redução na produção de MSPA com a elevação dos níveis de saturação por bases do solo, sendo este efeito minimizado nos cortes posteriores. Yost et al. (1982) obtiveram resultados semelhantes para *Brachiaria decumbens*. Segundo Peaslee et al. (1962), os fosfatos naturais solúveis em ácidos fracos ou citrato de amônio, perdem a eficiência com a calagem, que reduz a acidez do solo. Passos (1994) trabalhando com braquiarião em Latossolo, também observou o mesmo comportamento da forrageira em cortes sucessivos, quando submetidas aos tratamentos com fosfatos naturais, na presença e ausência de calagem. Por outro lado, a elevação da saturação por bases não afetou de modo consistente a produção de braquiarião nos tratamentos com aplicação do SFT.

4.3.2. Matéria seca da raiz (MSR)

A Figura 15 mostra as equações de regressão ajustadas a um modelo quadrático, em relação ao efeito da interação de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas, sobre a produção de matéria seca da raiz (MSR). Através das equações de 2º grau, foram calculados os valores máximos de produção de MSR e

as saturações estimadas para cada fonte estudada. No tratamento sem fósforo, a máxima produção de 7,22 g/vaso, foi obtida na saturação por bases estimada de 60,52%; com o fosfato natural de Arad a produção máxima de MSR foi de 7,75 g/vaso na saturação por bases estimada de 43,19% enquanto que para o SFT, a produção máxima de 8,51 g/vaso foi obtida na saturação por bases estimada de 53,79%. O tratamento Arad+SFT foi o que promoveu a maior produção calculada de MSR do braquiário (10,15 g/vaso) na saturação por bases do solo estimada de 62,18%.

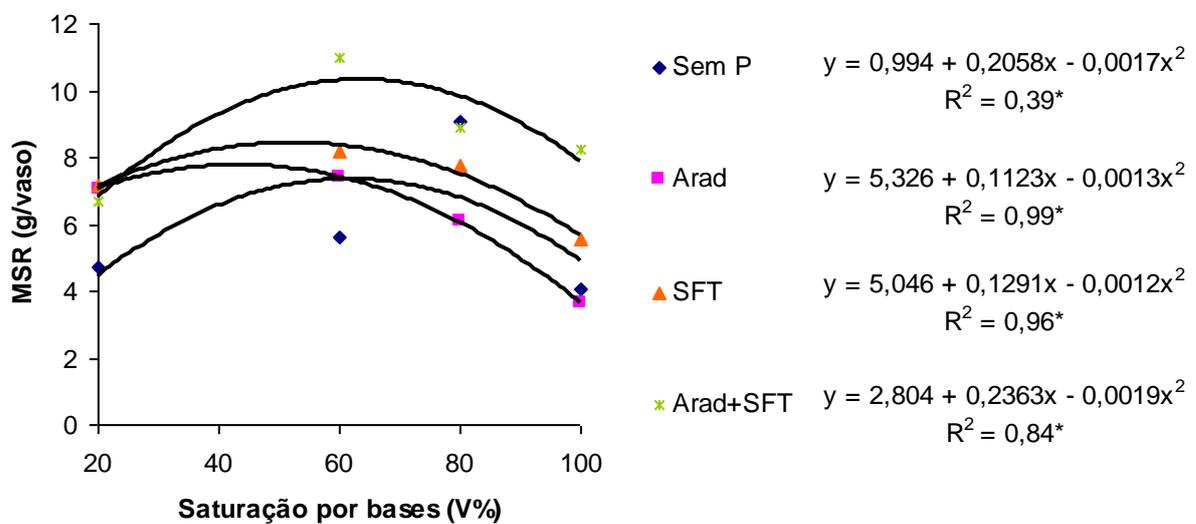


Figura 15: Produção de matéria seca da raiz (MSR) do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Na Tabela 4A (em anexo) observa-se que na saturação inicial do solo (20%) a aplicação das fontes fosfatadas não apresentou diferenças significativas entre si, sendo que o tratamento sem fósforo foi o que apresentou a menor produção de MSR (4,73 g/vaso). Aumentando a saturação por bases para 60%, verifica-se a maior produção (11,01 g/vaso) na combinação do Arad+ SFT, observando-se ainda, que a menor produção (5,62 g/vaso) foi obtida no tratamento sem fósforo.

Quando das aplicações do Arad e do SFT, separadamente, não se observam diferenças estatísticas em relação à produção de MSR. A 80% de saturação por bases a menor produção de 6,08 g/vaso, foi verificada com a aplicação do Arad, sendo a maior produção de 9,08 g/vaso, observada no tratamento sem fósforo,

porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos com a aplicação do SFT e da combinação de Arad+ SFT.

Ao nível de 100% de saturação por bases do solo, verifica-se que a maior produção de MSR, de 8,22 g/vaso, foi obtida com a aplicação da combinação de Arad+ SFT. A menor produção de 3,63 g/vaso, foi obtida no tratamento com o Arad, não apresentando diferença estatística em relação ao tratamento sem fósforo.

4.3.3 Matéria seca total (MST)

A produção de MST se ajustou a um modelo quadrático na interação de saturação por bases do solo com as fontes fosfatadas. Através das equações de 2º grau das análises de regressão, foram calculadas as máximas produções de MST e os respectivos níveis estimados de saturação por bases.

No tratamento sem fósforo, a produção máxima de 30,57 g/vaso, foi atingida a uma saturação estimada de 70,86%. Com Arad, a maior produção estimada foi de 32,64 g/vaso em uma saturação menor, de 44,91%. Ao nível de 66,12% de saturação por bases do solo, observa-se que o SFT atingiu a máxima produção estimada de 37,42 g/vaso, enquanto que a 61,31% de saturação, a combinação de Arad+ SFT obteve a produção máxima estimada de 37,62 g/vaso (Figura 16).

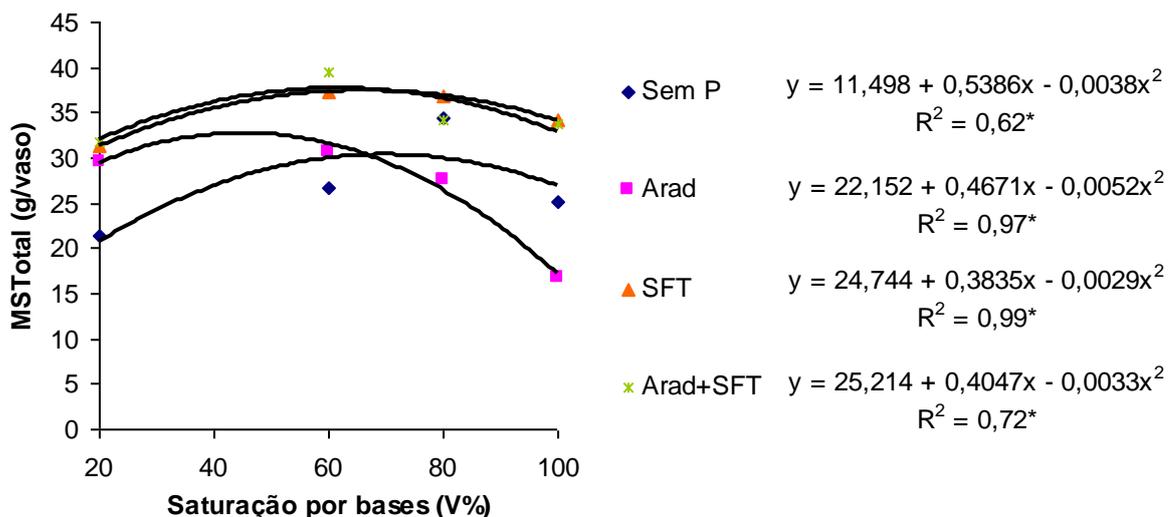


Figura 16: Produção de matéria seca total (MST) do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No tratamento sem fósforo, houve uma produção total de matéria seca menor estatisticamente ($P < 0,05$), em relação aos tratamentos onde foram aplicadas as fontes fosfatadas, ao nível de 20% de saturação, porém, à medida que se elevou a saturação por bases esta produção aumentou, se igualando, estatisticamente, a produção com a fonte Arad a 60% de saturação. Ao nível de 80%, a produção da testemunha sem fósforo, não foi diferente estatisticamente das fontes SFT e Arad+SFT e a 100%, foi maior do que a produção com a fonte Arad, apresentando-se inferior quando comparada com as fontes SFT e Arad+ SFT (Tabela 4A em anexo). Este aumento na produção pode ter sido devido o suprimento de Ca e Mg através do aumento da saturação por bases com os carbonatos utilizados e da adubação básica com N e K aplicada após cada corte.

Em termos gerais, verifica-se que as maiores produções de MST foram obtidas com as aplicações das fontes fosfatadas SFT e Arad+SFT, em níveis de saturação em torno de 60% (37,29 e 39,38 g/vaso, respectivamente). Supõe-se que isto deve ter ocorrido devido o SFT apresentar maior solubilidade no valor de pH superior a 5, disponibilizado neste valor de saturação.

Leite et al. (1985) e Mattos (1988), comparando as produções de MS de forrageiras obtidas com SFT e fosfatos naturais, relatam a superioridade da primeira fonte citada no período inicial, equivalendo-se ao tempo de incubação, que não foi suficiente para promover a solubilização do fosfato natural e favorecer a liberação de fósforo no período inicial, tal como observado no experimento.

4.4 TEORES DE MACRONUTRIENTES NA PARTE AÉREA DO BRAQUIARÃO

A Tabela 7 contém o resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na planta do braquiário, em função dos tratamentos adotados. As médias gerais dos teores destes nutrientes na planta encontram-se nas Tabelas 5A, 6A, 7A, 8A, 9A e 10A (apêndice).

Tabela 7: Valores de Quadrados Médios e níveis de significância dos teores de nutrientes da planta de braquiário, em função dos tratamentos aplicados. UFRA, Belém, PA, 2005.

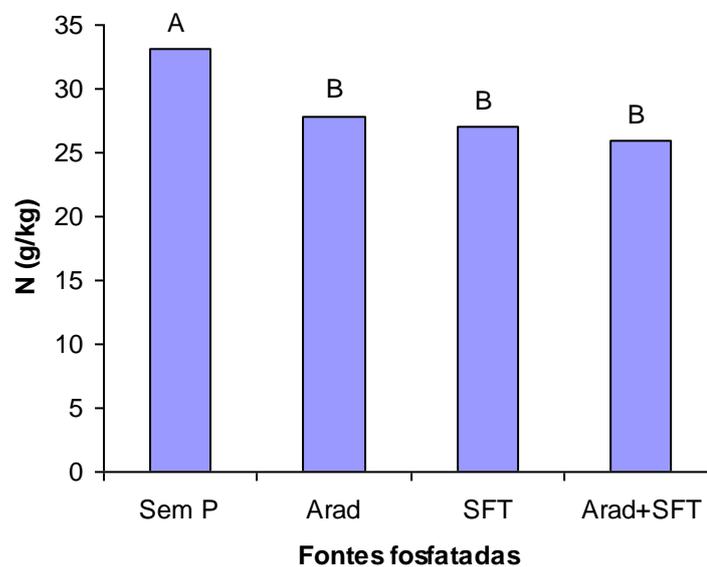
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
1º CORTE						
		N	P	K	Ca	Mg
Saturação (V%)	3	12,4	0,79*	19,47*	17,20*	42,38*
Fonte de P (FP)	3	166,57*	8,30*	1758,65*	0,68	288,39*
V% x FP	9	3,54	0,31*	37,26*	0,39	23,98*
Resíduo	48	11,62	0,08	4,56	0,42	3,62
Média Geral	-	28,49	2,97	27,37	6,21	8,70
CV (%)	-	11,97	9,57	7,81	10,50	21,86
2º CORTE						
		N	P	K	Ca	Mg
Saturação (V%)	3	99,61*	0,38*	166,35*	8,77*	348,19*
Fonte de P (FP)	3	332,84*	2,65*	539,10*	1,04	183,97*
V% x FP	9	21,83*	0,15*	176,39*	1,49	116,52*
Resíduo	48	2,90	0,05	1,92	1,06	6,87
Média Geral	-	16,04	1,80	10,66	5,24	20,99
CV (%)	-	10,63	12,98	13,00	19,63	12,49
3º CORTE						
		N	P	K	Ca	Mg
Saturação (V%)	3	52,05*	0,21*	17,96*	1,32*	418,22*
Fonte de P (FP)	3	49,84*	2,77*	2,99*	0,22	184,60*
V% x FP	9	17,46*	0,15*	7,98*	0,80*	88,82*
Resíduo	48	1,21	0,04	0,82	0,31	3,52
Média Geral	-	9,27	1,62	7,81	3,43	8,80
CV (%)	-	11,89	12,61	11,61	16,33	21,31

* Significativo a 5%, pelo teste F.

Observa-se que o teor de N no tecido do braquiário foi influenciado estatisticamente ($P < 0,05$) apenas no tratamento com as fontes de fósforo no primeiro corte de MSPA; no segundo e terceiro cortes, em todos os tratamentos e suas interações. Os teores de P, K e Mg apresentaram efeitos significativos ($P < 0,05$) em todos os tratamentos e na interação entre tratamentos, em todos os cortes da gramínea, enquanto que o teor de Ca no tecido do braquiário foi modificado ($P < 0,05$) pela saturação por bases do solo no primeiro e segundo cortes, e pela saturação por bases e interação entre saturação por bases e fontes de P no terceiro corte.

4.4.1 Nitrogênio

O teor de N determinado nos tecidos do braquiarião, no primeiro corte, variou apenas em função das fontes fosfatadas testadas. Observa-se no tratamento sem fósforo, alto teor do nutriente de 33,17 g/kg. Não ocorreram diferenças significativas entre os teores de N obtidos nos tratamentos com as diferentes fontes fosfatadas utilizadas (Figura 17). Todas as fontes de fósforo proporcionaram teores de N inferiores ao obtido pela testemunha, porém, bem mais altos que os classificados como adequados por Werner et al. (1996), na faixa de 13 a 20 g/kg.



* Letras diferentes acima das barras, indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$).

Figura 17: Teor de N na parte aérea, do primeiro corte do braquiarião, em função das fontes fosfatadas utilizadas.

No segundo e terceiro cortes, as médias dos teores de N nas plantas de braquiarião, sob o efeito da interação entre os níveis de saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas, comportaram-se de forma quadrática ($P < 0,05$). No segundo corte (Figura 18), as médias do teor de N no tratamento sem fósforo, não variaram significativamente com o aumento da saturação por bases, não se ajustando a nenhuma equação de regressão. Quando utilizado o Arad, o maior teor de N (25,47 g/kg) alcançado foi a 100% de saturação por bases. Não houve diferença significativa, estatisticamente, entre os teores de N encontrados no

tratamento com Arad nas saturações de 60 e 80%, respectivamente, 15,35 e 21,15 g/kg. Com as fontes SFT e Arad+ SFT, os teores de N na parte aérea do braquiarião, apresentaram-se iguais, estatisticamente, dentro de todos os níveis de saturação por bases do solo testado.

Observa-se nos diferentes níveis de saturação que o tratamento sem fósforo superou as fontes fosfatadas, apresentando os maiores teores (19,80 e 21,95 g/kg) aos níveis de 20 e 60 respectivamente, sem que essas diferenças fossem significativas estatisticamente. Nas saturações de 80 e 100% a fonte Arad proporcionou maiores teores de N, 21,15 e 25,47 g/kg respectivamente, sendo a diferença significativa estatisticamente. Esses valores, porém, não apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento sem fósforo, nas mesmas saturações por bases, com valores de 18,08 e 22,92 g/kg, respectivamente (Tabela 5A em apêndice).

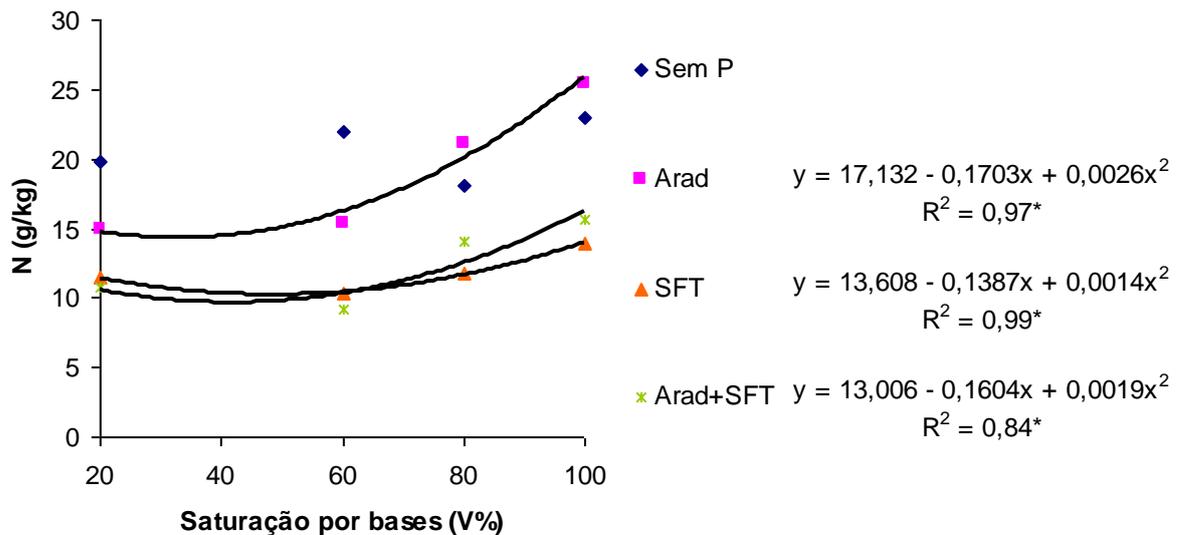


Figura 18: Teor de N na parte aérea, do segundo corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No terceiro corte (Figura 19), somente o Arad, na porcentagem de saturação por bases de 100%, proporcionou teor de 17,79 g/kg de N, considerado adequado pela classificação de Werner et al. (1996), para a parte aérea do braquiarião. O tratamento sem fósforo apresentou o segundo maior teor de N (12,76 g/kg) com nível de 100% de saturação, que diferiu estatisticamente do Arad. As fontes SFT e Arad+SFT não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, em todos

os níveis de saturação por bases estudadas e nem entre os níveis de saturação, quando analisados separadamente (Tabela 5A em apêndice).

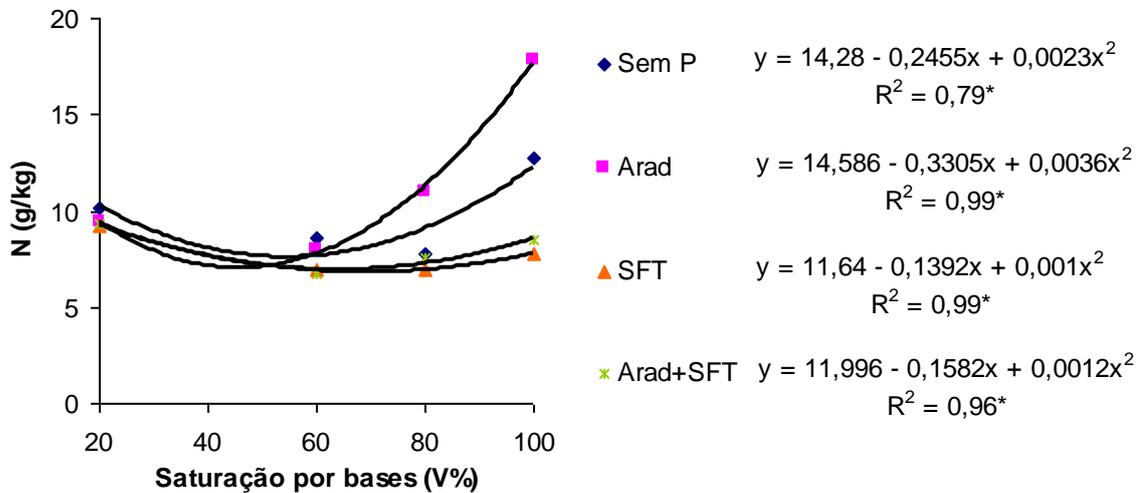


Figura 19: Teor de N na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No primeiro e segundo cortes, no tratamento sem fósforo, as plantas apresentaram os maiores teores de N na parte aérea, independente dos níveis de saturação por bases, sendo superiores aos considerados adequados para o braquiário, por Werner et al. (1996). Esses resultados demonstram que o teor de N na parte aérea destas plantas não foram afetadas pela fertilização com o SFT e fosfato natural de Arad, indicando que o teor de P na testemunha já foi o suficiente para proporcionar adequadas condições de nutrição.

4.4.2 Fósforo

No 1º, 2º e 3º cortes, as médias dos teores de P na matéria seca da parte aérea do braquiário, foram influenciadas pela interação entre os níveis de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas (Tabela 5A em apêndice).

No primeiro corte (Figura 20), o tratamento sem P e com SFT proporcionaram os maiores valores para o P na parte aérea do braquiário, sem entretanto, esses valores diferirem significativamente entre si, dentro de cada saturação por bases do solo.

As médias dos teores de P na matéria seca da parte aérea, nos tratamentos sem P e com Arad+SFT, não se ajustaram a nenhum modelo de equação de

regressão, porém, no caso do SFT e do Arad, os dados obtidos ajustaram-se a uma equação de 2º grau. A análise da equação de regressão que ajustou as médias dos teores de P, no tratamento com o Arad, indica que uma saturação por bases estimada de 50,66% seria a ideal para uma melhor absorção deste nutriente, que a este nível apresentou teor máximo de 2,57 g/kg de P, apresentando uma diminuição no teor deste nutriente a partir deste nível de saturação.

A falta de resposta significativa das fontes fosfatadas, em relação ao tratamento testemunha, independente da percentagem de saturação por bases do solo, pode ter sido ocasionada pela adição de 10 mg de P/kg de solo, naquele controle. Segundo Thomas e Peaslee (1973) teores de P em torno de 17 a 37 mg/dm³ de solo, são suficientes para uma satisfatória produção de gramíneas.

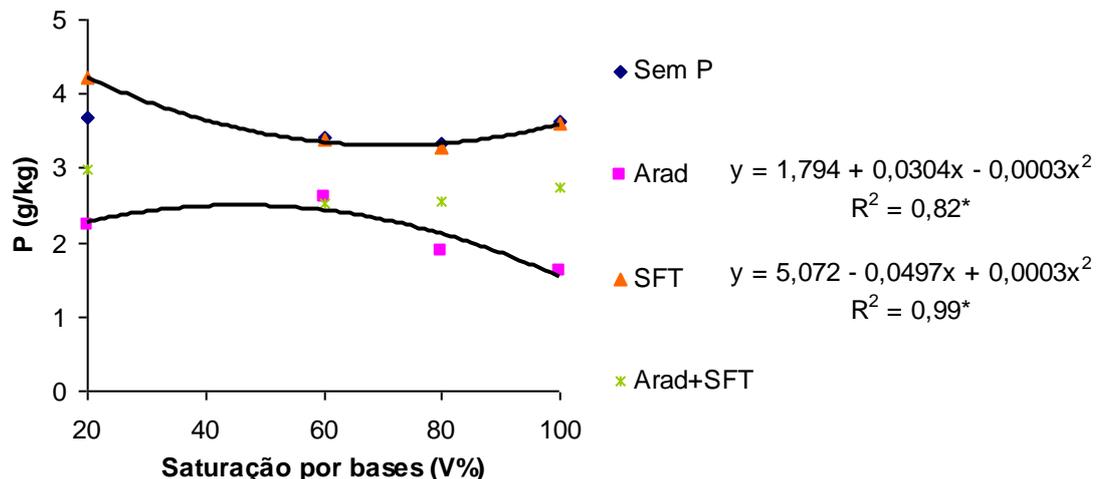


Figura 20: Teor de P na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Os teores de P na parte aérea do braquiário, no segundo corte, em função da interação entre diferentes valores de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas, encontram-se na Tabela 5A, em apêndice, e a ilustração desses dados com as pertinentes equações de regressão, consta na Figura 21.

O teor de P nas plantas de braquiário, variou de forma quadrática ($P < 0,05$) nos tratamentos sem fósforo e com a aplicação de Arad+SFT atingindo teores mais elevados (1,84 e 2,08 g/kg, respectivamente) na saturação mais elevada (100%), no entanto, sem apresentarem diferenças significativas em relação aos demais níveis de saturação. O tratamento com Arad se ajustou a um modelo linear decrescente à medida que se elevou a saturação. Já o tratamento com SFT, não se ajustou a

nenhuma equação de regressão, não apresentando efeito significativo, independente da saturação por bases do solo, porém, foi a fonte que apresentou os maiores teores de P em todas as saturações estudadas, em comparação aos outros tratamentos com ou sem P.

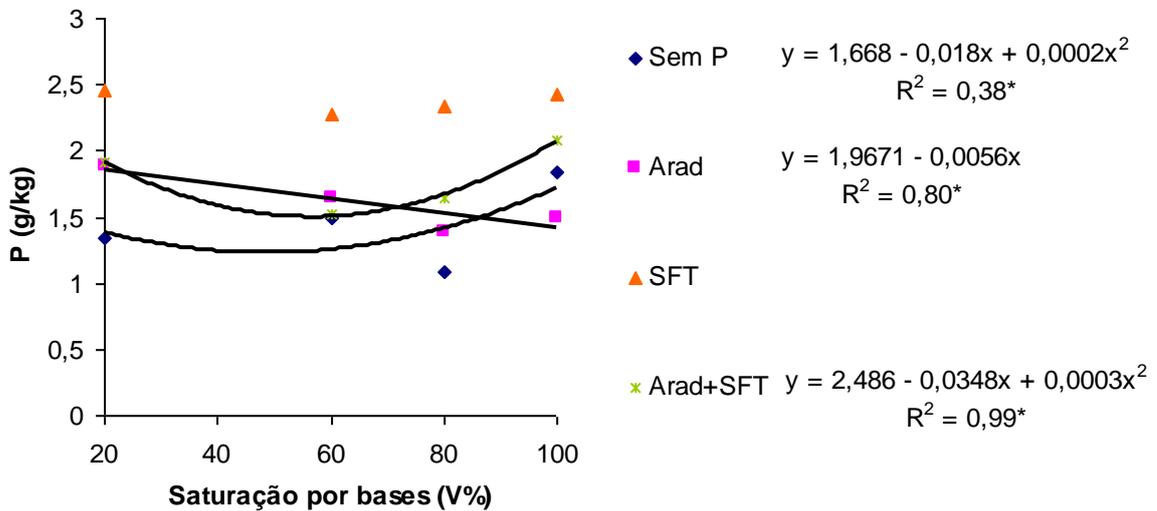


Figura 21: Teor de P na parte aérea, do segundo corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No último corte, o teor de P nas plantas de braquiarião, variou de forma quadrática ($P < 0,05$) no tratamento com Arad+ SFT, que apresentou um maior teor (2,20 g/kg) a 20% de saturação, porém, não houve diferenças estatísticas em relação às demais saturações. As médias dos teores de P no braquiarião, no terceiro corte, podem ser observadas na Tabela 5A, em apêndice. O tratamento com Arad se comportou de forma linear decrescente à medida que se elevou a saturação por bases. Os tratamentos sem fósforo e com SFT, não se ajustaram a nenhuma equação de regressão (Figura 22). Os tratamentos com SFT e com Arad+SFT, na saturação inicial do solo, foram as fontes que apresentaram os maiores teores de P, 2,15 e 2,20 g/kg, respectivamente, sem que esses valores diferissem nas demais saturações. Dentro de cada saturação por bases, as médias proporcionadas pelo SFT e Arad+SFT, não diferiram significativamente entre si.

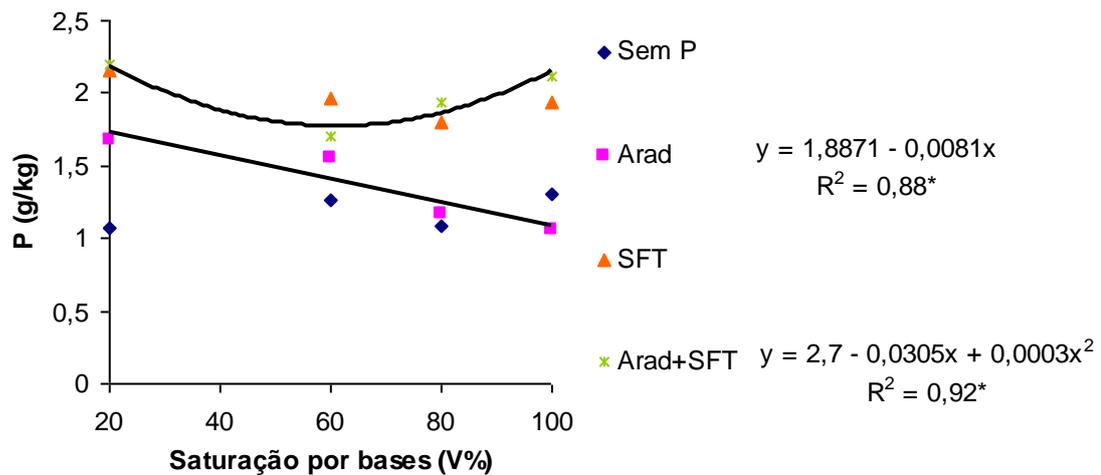


Figura 22: Teor de P na parte aérea, do terceiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

De um modo geral, em todos os cortes, os teores de P nas plantas de braquiário foram maiores quando submetidos aos tratamentos com a fonte solúvel SFT. Este proporcionou maiores teores do nutriente do que o fosfato natural de Arad, sendo a diferença aumentada à medida que se elevou o nível de saturação por bases do solo. É bem conhecido o efeito do pH do solo sobre a disponibilidade de P dos fertilizantes. A elevação do pH de solos ácidos a valores aproximadamente neutros, possibilita um maior aproveitamento de P de fontes solúveis como o SFT, pela precipitação do Fe e do Al; ao contrário ocorre com os fosfatos naturais com baixa solubilidade como o Arad (ROSSI, 1995).

4.4.3. Potássio

O teor de K na parte aérea do braquiário, no primeiro corte, apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) na interação de níveis de saturação por bases do solo com fontes fosfatadas. Todas as fontes aplicadas mostraram resposta quadrática em relação aos níveis de saturação por bases estudadas. Os dados da equação do 2º grau, mostrada na Figura 23, indica que a fonte Arad disponibiliza o máximo de K (36,02 g/kg) para a planta a um nível de saturação estimada de 70,68%. As fontes SFT e Arad+SFT apresentaram teores mais elevados de 18,67 e 22,43 g/kg, na saturação de 20 e 100%, respectivamente, não sendo observadas diferenças significativas em relação aos níveis de 60 e 80%. O tratamento sem fósforo não se

ajustou a nenhuma equação de regressão, no entanto, observa-se que em todas as saturações, foi o tratamento que apresentou os maiores teores de K, sem diferenças significativas entre esses valores (Tabela 5A, em apêndice).

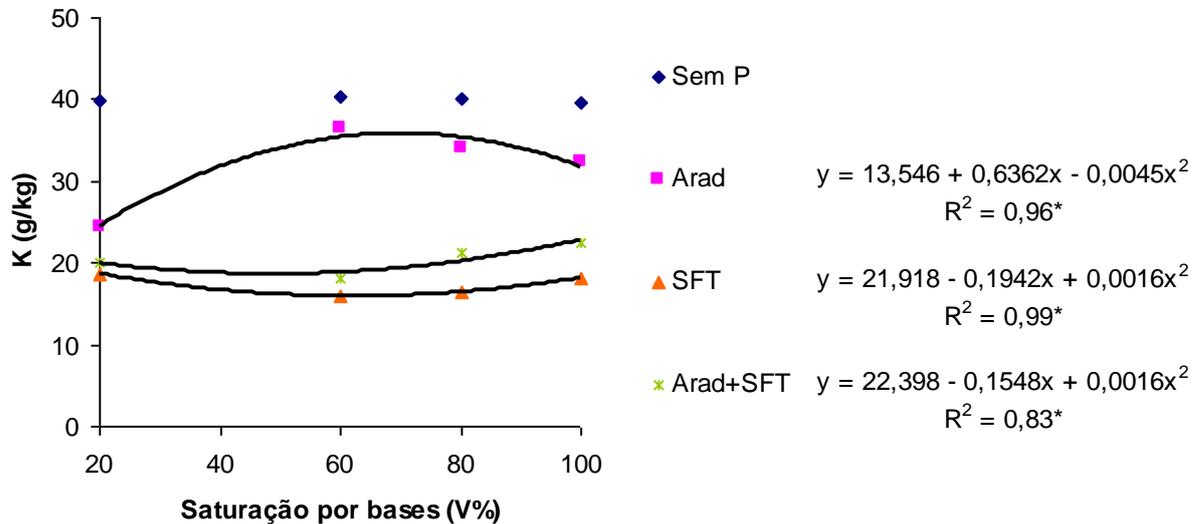


Figura 23: Teor de K na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No segundo corte, o teor de K, apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para os tratamentos sem fósforo e com aplicação do Arad em interação com a saturação por bases do solo. Nos dois casos, os dados se ajustaram a um modelo quadrático, atingindo os maiores teores de 16,87 e 33,80 g/kg de K, na saturação mais elevada (100%). No entanto, há de se observar, que o maior teor de K obtido no tratamento sem fósforo, não apresentou diferenças estatísticas em relação aos valores encontrados nas saturações de 20 e 60%. As fontes SFT e Arad+SFT, não se ajustaram a nenhuma equação de regressão por não apresentarem diferenças significativas entre elas, na variação do teor de K na parte aérea do braquiário, em todos os níveis de saturação por bases do solo (Figura 24).

De acordo com a Tabela 5A, em apêndice, nota-se que nos níveis de 20 e 60%, o tratamento sem fósforo foi o que apresentou os maiores teores de K 16,41 e 15,29 g/kg, enquanto que nas demais saturações (80 e 100%), o tratamento com o fosfato natural de Arad, atingiu os maiores teores de 19,35 e 33,80 g/kg de K, diferentes significativamente.

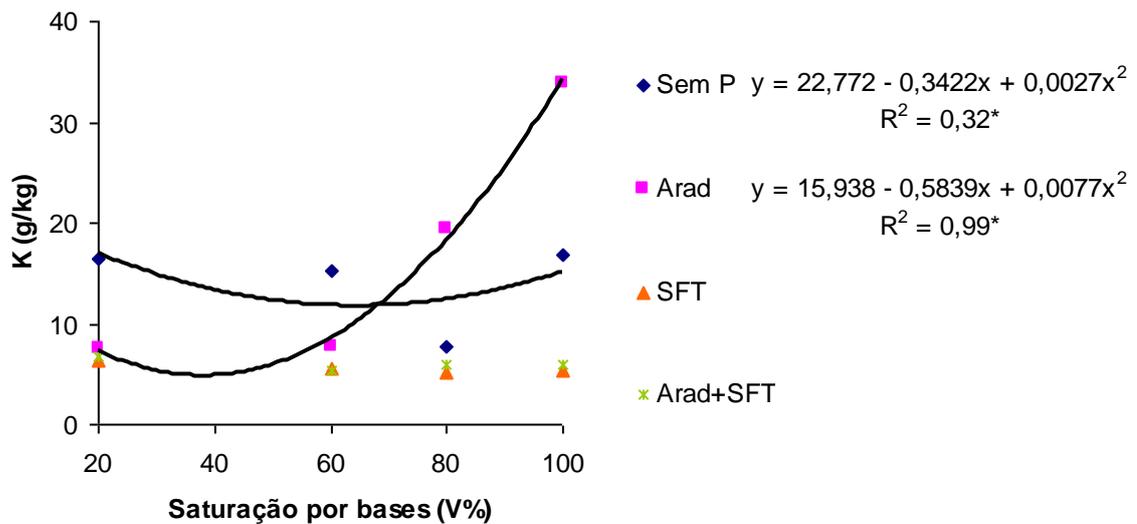


Figura 24: Teor de K na parte aérea, do segundo corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No terceiro corte, o teor de K, apresentou efeito significativo quadrático ($P < 0,05$) apenas para os tratamentos sem fósforo e com Arad, em interação com a saturação por bases do solo. No tratamento sem fósforo, o maior teor (10,41 g/kg) foi obtido a 20% de saturação, sendo significativamente superior aos valores obtidos com as fontes fosfatadas, no mesmo nível de saturação. Com o Arad, o teor de 11,81 g/kg na saturação mais elevada (100%), foi superior estatisticamente aos demais valores encontrados nos níveis de saturação mais baixos. O tratamento com a fonte SFT, não se ajustou a nenhuma equação de regressão, enquanto, o tratamento com Arad+SFT apresentou comportamento linear decrescente à medida que se elevou a saturação por bases do solo (Figura 25).

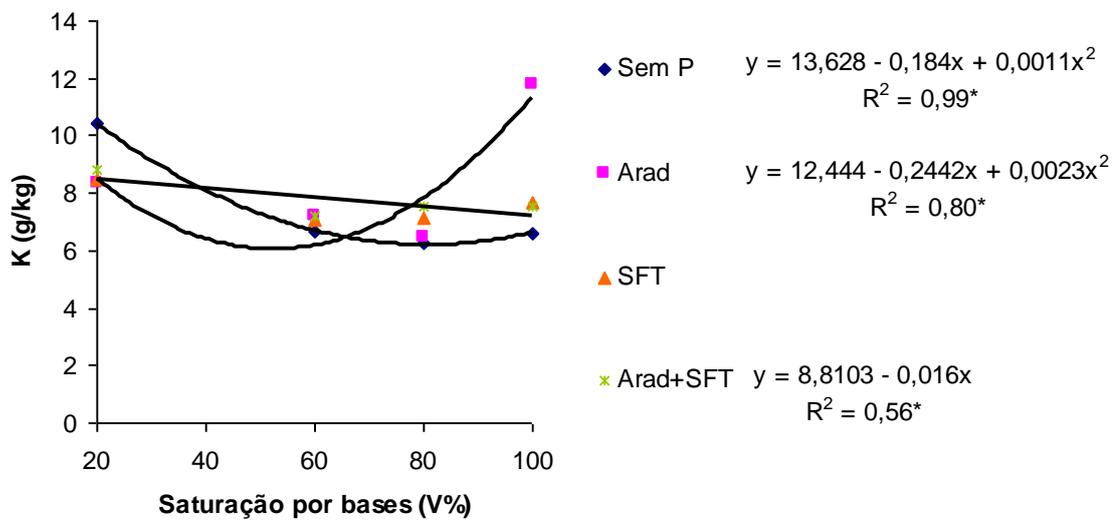


Figura 25: Teor de K na parte aérea, do terceiro corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

4.4.4. Cálcio

O efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de saturação por bases no teor de Ca na matéria seca do braquiarião, no primeiro corte, provocou uma variação quadrática (Figura 26), permitindo calcular o teor máximo de Ca (6,71 g/kg) nas plantas, a um nível estimado de 83,60% de saturação por bases do solo. Porém, ao nível de 20% (saturação inicial do solo) a planta de braquiarião já apresentava teores de Ca considerados adequados, de 4,67 g/kg. Segundo Werner et al. (1996), o teor de Ca ideal para o pleno desenvolvimento do braquiarião, fica em torno de 3 a 6 g/kg. É possível que o Ca nativo mais o Ca do SFT (10 mg/kg de solo) correspondente a 100 kg SFT/ha e 14 kg Ca/ha, tenha nutrido satisfatoriamente a planta, neste nutriente no tratamento testemunha.

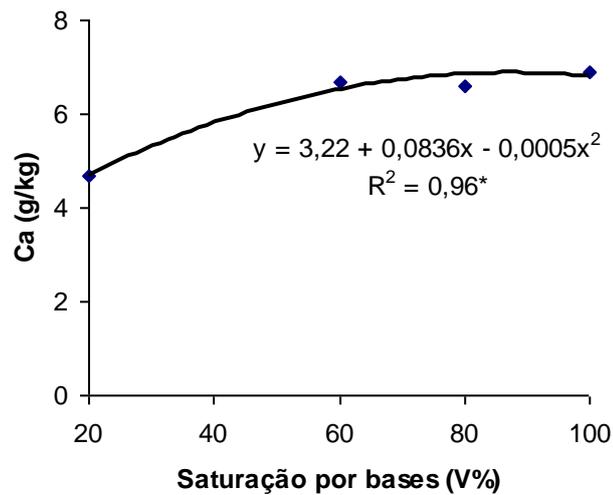


Figura 26: Teor de Ca na parte aérea, do primeiro corte do braquiarião, em função dos níveis de saturação por bases do solo, utilizados.

No segundo corte, o teor de Ca encontrado nas plantas de braquiarião, apresentou um efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para o tratamento com saturação por bases (Figura 27). Houve um aumento, de forma linear, à medida que se elevou a saturação, indicando dessa forma um efeito positivo dos carbonatos. Porém, como ocorreu no primeiro corte, na saturação mais baixa, as plantas já apresentavam teores satisfatórios de 4,22 g/kg de Ca.

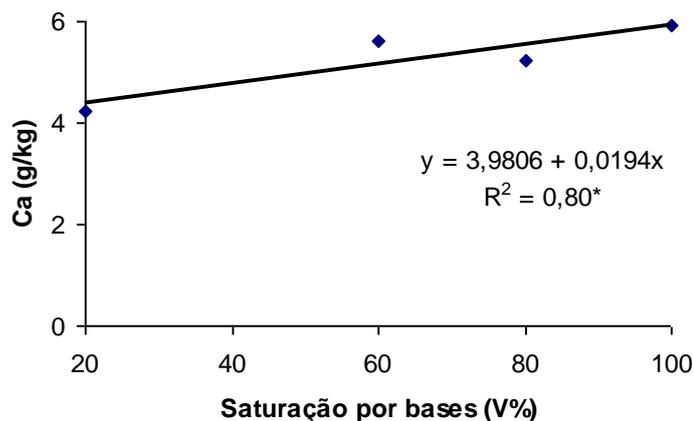


Figura 27: Teor de Ca na parte aérea, do segundo corte do braquiarião, em função dos níveis de saturação por bases do solo, utilizados.

No terceiro corte, verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação da saturação por bases do solo com as fontes fosfatadas. Os tratamentos sem fósforo e com Arad+SFT, não se ajustaram a nenhuma equação de regressão. O tratamento com Arad apresentou efeito significativo ($P < 0,05$), de forma quadrática na interação com a saturação por bases e atingiu um maior teor de 3,81 g/kg de Ca, a 20% de saturação, sem apresentar diferenças significativas em relação às demais saturações (Tabela 5A, em apêndice). Os dados da fonte SFT, da mesma forma, se ajustaram a uma equação de 2º grau, permitindo calcular o teor máximo de Ca (4,06 g/kg) em uma saturação estimada de 68,12% (Figura 28). Não foi observado efeito significativo entre os tratamentos com adubação fosfatada, independentemente do nível de saturação por bases do solo (Tabela 5A, em apêndice).

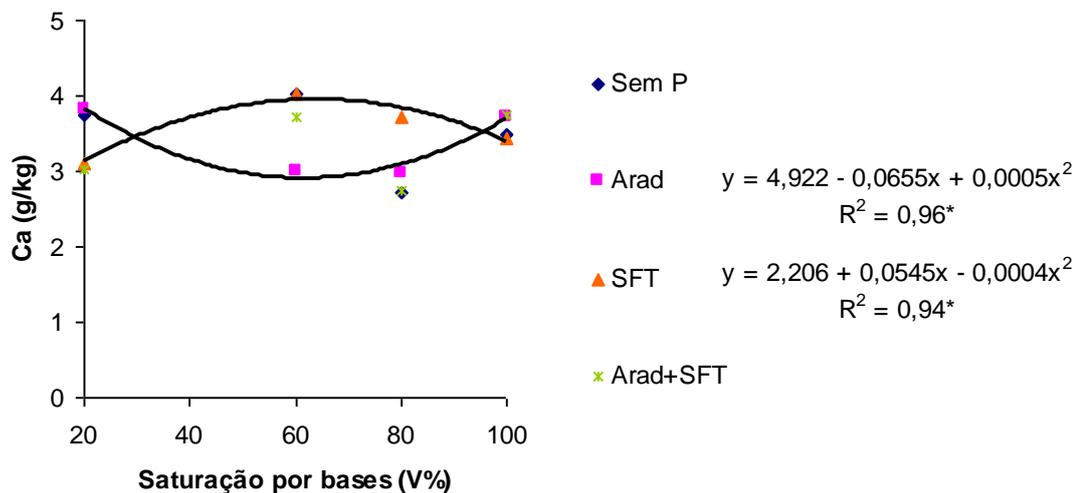


Figura 28: Teor de Ca na parte aérea, do terceiro corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

O suprimento de Ca no solo, através da aplicação do corretivo utilizado (CaCO_3 e Mg CO_3 na relação 3:1) para elevar a saturação para 60, 80 e 100%, contribuiu para aumentar os teores desse elemento na parte aérea do braquiarião. Contudo, os teores adequados de Ca para a *Brachiaria brizantha*, conforme o descrito por Werner et al. (1996) foram atingidos ao nível de 20%. Além da aplicação do corretivo, as fontes fosfatadas também podem ter contribuído para um fornecimento de Ca, pois apresentam em sua constituição teores considerados aproveitáveis do elemento em questão.

4.4.5 Magnésio

Na Tabela 5A, em apêndice, encontram-se as médias dos teores de Mg na parte aérea do braquiário, em função da interação entre as fontes fosfatadas e diferentes porcentagens de saturação por bases do solo.

A Figura 29 indica que os teores de Mg na parte aérea do braquiário, no primeiro corte, mostrou resposta linear decrescente para o tratamento com Arad, não sendo observadas diferenças significativas em relação às saturações. Quando aplicada a fonte SFT, os dados se comportaram de forma linear crescente à medida que se aumentou a saturação, contudo, as médias de Mg obtidas, não mostraram diferença estatística em relação às saturações de 60, 80 e 100%. Quando aplicada a fonte Arad+SFT, a resposta foi quadrática, indicando que a uma saturação por bases estimada de 87,69% ocorre uma maior disponibilidade de Mg para as plantas, calculada no valor de 15,12 g/kg. As médias de comparações encontram-se na Tabela 5A em apêndice. Resultados semelhantes foram observados por Rossi (1995) que trabalhando com braquiário verificou que no 1º corte, o teor de Mg decresceu com o aumento das doses de P para o fosfato natural de Araxá e aumentou com a elevação das doses de SFT aplicadas, revelando um efeito de diluição para o fosfato natural e consumo de luxo para o SFT.

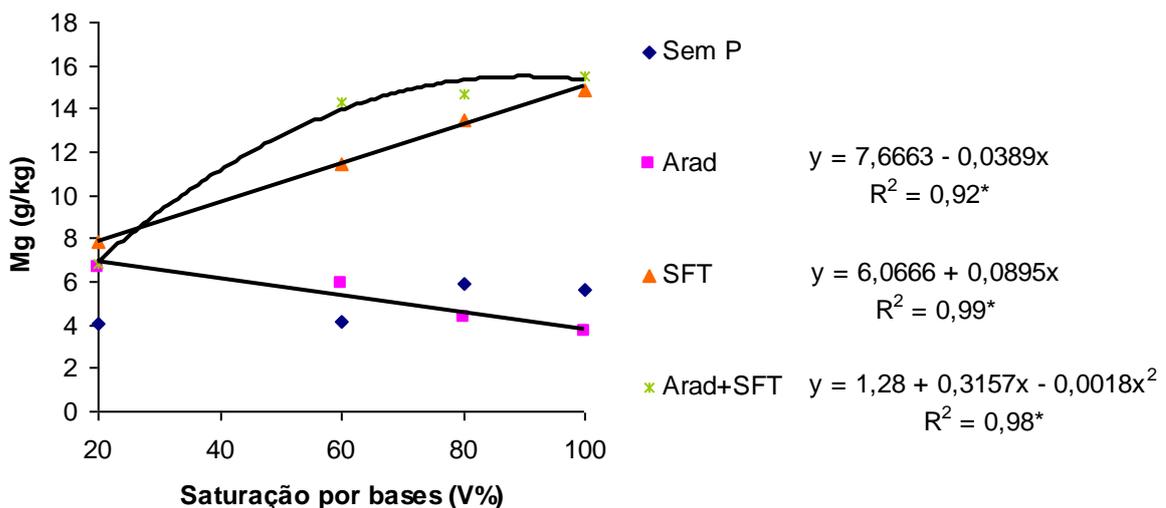


Figura 29: Teor de Mg na parte aérea, do primeiro corte do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No segundo corte, o teor de Mg na planta, apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação dos níveis de saturação por bases com as fontes fosfatadas testadas. Para o tratamento sem fósforo o efeito foi linear crescente, ou seja, o teor de Mg na planta aumentou à medida que se elevou a saturação por bases do solo. Os tratamentos com a aplicação das diferentes fontes variaram de forma quadrática (Figura 30). Através das respectivas equações de regressão, foi calculado o maior teor de Mg (22,52 g/kg), quando aplicada a fonte Arad, combinada com uma saturação estimada de 56,43%; quando aplicada a fonte Arad+SFT a uma saturação também estimada de 80,20%, o teor máximo calculado equivaleu a 27,70 g/kg. Em relação à fonte SFT, o maior teor de Mg encontrado foi de 34,64 g/kg, na saturação mais elevada (100%), superior aos valores encontrados nas demais saturações. A adição de doses mais elevadas de calcário dolomítico no solo, coloca a disposição das plantas maiores quantidades de Mg e estreita a relação Ca:Mg mais adequada (FERREIRA, 1991), refletindo-se nos maiores valores de Mg encontrados na parte aérea.

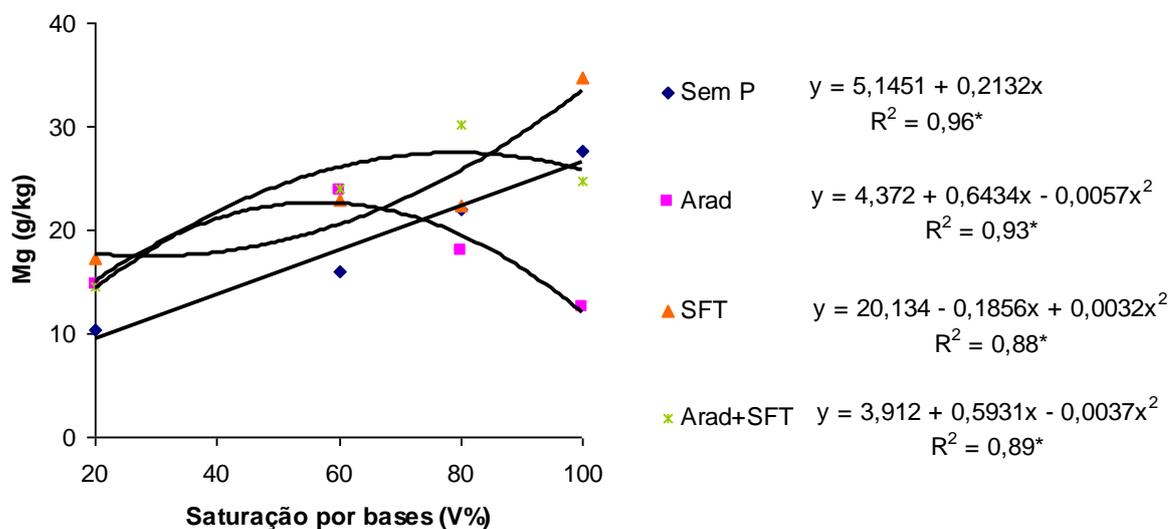


Figura 30: Teor de Mg na parte aérea, do segundo corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

No terceiro corte, o teor de Mg apresentou efeito significativo quadrático ($P < 0,05$) apenas para os tratamentos sem fósforo e com Arad+SFT em interação com a saturação por bases do solo. Nos dois tratamentos, os maiores teores, 29,52g/kg e 12,62 g/kg, respectivamente, foram obtidos a 100% de saturação, sendo superiores significativamente aos teores de Mg obtidos nos outros níveis de

saturação por bases. Os tratamentos com as fontes Arad e SFT aplicadas separadamente, se ajustaram a uma equação linear crescente. Para todos os tratamentos com fósforo, inclusive as testemunhas, os teores de Mg na planta, apresentaram tendência de aumentos crescentes com o aumento da saturação por bases do solo (Figura 31).

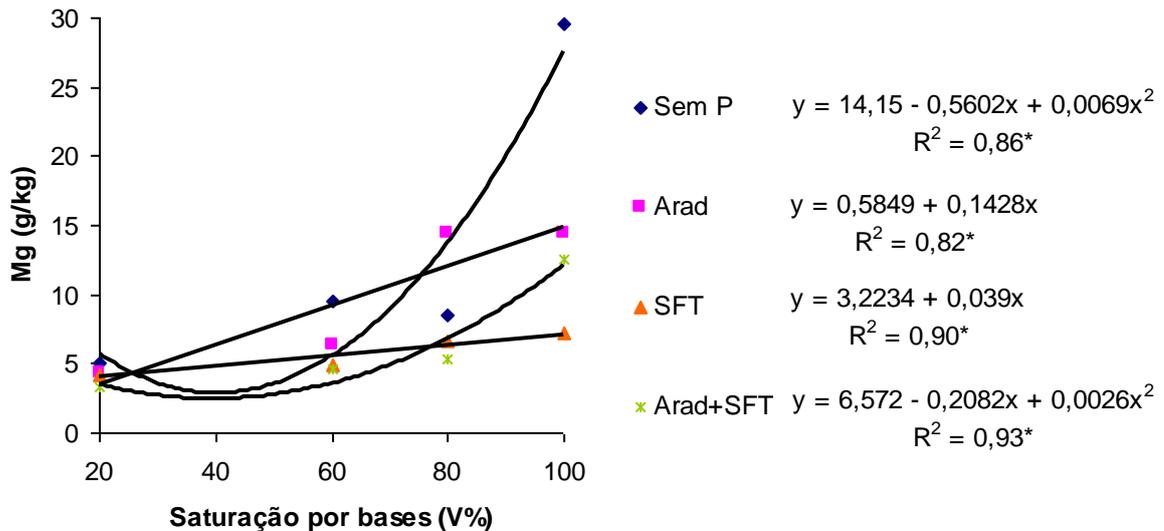


Figura 31: Teor de Mg na parte aérea, do terceiro corte do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Os teores de Mg obtidos na MSPA do braquiarião, em todos os cortes, mostraram-se superiores ao nível adequado. Segundo Werner et al. (1996), os níveis considerados ideais para a cultura do braquiarião, encaixam-se em uma faixa de 1,5 a 4 g/kg de Mg. Este efeito pode ser explicado, devido ao fornecimento de Mg através do corretivo utilizado (CaCO_3 e MgCO_3 na relação 3:1) para elevar a saturação por bases do solo aos níveis previamente estabelecidos. Herrera Estrada (1984) trabalhando com feijão e Passos (1994) trabalhando com braquiarião, também citam que a utilização de calagem e calagem/gessagem promoveram aumentos nos teores de Mg na parte aérea.

5 CONCLUSÕES

- As maiores produções observadas de MST, foram obtidas ao nível de 60% de saturação por bases do solo, com as fontes SFT e Arad+SFT
- A partir do segundo corte, para todos os níveis de saturação, as fontes fosfatadas não apresentaram diferenças na produção de matéria seca da parte aérea em relação à testemunha.
- A produção máxima calculada de MST do braquiário, 37,62 g/vaso, foi obtida em uma saturação estimada de 61,31%, quando aplicado conjuntamente o Arad + SFT.
- A absorção de macronutrientes, de maneira geral, não foi influenciada significativamente por nenhuma fonte fosfatada, em relação à testemunha, independente da saturação por bases.
- O desempenho das plantas de braquiário, em relação a produção de MST, foi inibido quando da aplicação da fonte fosfatada Arad, a medida que se elevou a saturação por bases do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; VERNEQUE, R.; SALVATI, J. A. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pastagem Tropical**, Cali, v.12, p. 2-6, 1990.
- ANDRADE, I. F. Calagem para pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n.171, p. 34-37, 1991.
- ANDRADE, R. P. Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-266.
- AZEVEDO, G. P. C. de; VEIGA, J. B. da; CAMARÃO, A. P.; TEIXEIRA, R. N. G. Recuperação e utilização de pastagem de capim-colonião (*Panicum maximum*) para a engorda de bovinos, no município de Abel Figueiredo, PA. Belém: Embrapa – CPATU, 1995. 36 p. (**Boletim de Pesquisa**, 161).
- BAENA, A. R. C. O. Efeito de pastagens (*Panicum maximum*) na composição química do solo em floresta tropical de terra firme. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO. **Anais...** Passo Fundo/RS, 1978. p. 355-377.
- BOLETIM TÉCNICO. **Série Grandes Culturas** – nº 1 ano I – 2004.
- BORKET, C. M. **Efeitos do calcário e do cloreto de potássio sobre as concentrações de manganês e alumínio nos Oxissolos de Santo Ângelo e Passo Fundo e suas relações com a nodulação e rendimento de duas cultivares de soja**. 1973. 97 p. Dissertação (Mestrado).
- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Calagem em genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.193-202, 1993.
- CARRIEL, J. M.; WERNER, J. C.; ABRAMIDES, P. L. G.; MONTEIRO, F. A.; MEIRELLES, N. M. F. Limitações nutricionais de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim de Indústria Animal**, v.46, n.1, p.61-73, 1989.
- CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. da S.; SIQUEIRA, C. Resposta de uma espécie de braquiária à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2, p.195-200, 1991.
- _____; MOZZER, O. L.; FRANÇA, G. E.; GONTIJO, V. F. M. Efeito da fertilização química sobre o rendimento e qualidade do capim Jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.], em solos de cerrado. In: ANDRADE, I. F. de. **Programa bovinos**; pesquisas em andamento de pastagens e nutrição de ruminantes 1972 / 1973. Belo Horizonte: Programa Integrado de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais, 1973. 12 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Annual report**. Cali, 1977.

COCHRANE, T. T.; SÁNCHEZ, P. A. **Land resources, soil and management in the Amazon Region: a state of knowledge report.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AMAZONIAN AGRICULTURE LAND USE RESEARCH, 1982, Cali. Cali: CIAT, 1982. p. 137-209.

CORDEIRO, D. S.; POTTKER, D.; BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; MESQUITA, A. N.; DITTRICH, R. C.; PALHANO, J. B. Efeito de níveis e fontes de fósforo na produção e no rendimento econômico da soja na região de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.2, p.100-105, maio/ago. 1979.

COSTA, A.; PARRA, M. S.; TOMAZ, M. L. Comparações de métodos para determinação da necessidade de calagem de um Latossolo Vermelho-Escuro álico da região de Ponta Grossa. **Arq. Biol. Technol.**, v. 39, p. 333-342, 1996.

COSTA, N. A. da; MOURA CARVALHO, L. O. D. de; TEIXEIRA, L. B.; SIMÃO NETO, M. eds. **Pastagens cultivadas na Amazônia.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 151 p.

DEFELIPO, B. V. Reação do solo / correção da acidez do solo. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SOL-370: química e fertilidade do solo.** Viçosa (MG), 1990. p.73-117.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório Técnico Anual – 1976.** Brasília, 1976. p.126.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA. Projeto de melhoramento de pastagens a Amazônia Legal. Projeto EMBRAPA / BASA / POLAMAZONIA – **Relatório Técnico Anual 1976 / 1979.** Belém, 1980. 294 p. Não publicado.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análises de solos.** Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Informativo: sistemas de pastejo rotacionado intensivo.** 1998. Belém/PA.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas.** São Paulo: EDUSP, 1975. 341 p.

FALESI, I. C. **Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira.** Belém: Embrapa – CPATU, 1976. 193 p. (Boletim Técnico, 1).

FAQUIN, V.; HOFFMANN, C. R.; EVANGELISTA, A. R.; GUEDES, G. A. A. O potássio e o enxofre no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.3, p.87-94, 1995.

FERREIRA, I. **Nutrição mineral e produção de matéria seca do milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados sob diferentes condições de calcário e gesso.** 1991. 140p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – ESAL, Lavras, 1991.

FERTILIDADE del suelo y nutrición de las plantas. In: CIAT. **Informe anual – 1979:** Programa de Pastos Tropicales. Cali, 1980. p. 63-79.

FOY, C. D. Differential aluminum and manganese tolerance of plant species and varieties in acid soils. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n.2, p.150-155, Feb. 1976.

GAMA, J. R. N. F. **Mapa de solo e uso atual: sítio Tatulândia.** Belém: [s.n.], 2003. Escala 1:5000.

GAVILLON, O.; THEREZA QUADROS, A. T. **O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Constatação de deficiências na primavera e no verão.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1970. 18p. (Boletim Técnico, 17).

GHISI, O. M.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1987, **Anais...** Nova Odessa, 1987. p. 97-115.

GOEDERT, W. T. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.** São Paulo: Nobel, 1985. 422p.

GÓES, J. E. de M. **Efeito de diferentes níveis de NPK e calagem na pastagem Braquiarião (*Brachiaria brizantha*) cultivada em Argissolo Amarelo.** 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – FCAP, 2000.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG / UFV / EPAMIG / USAID, 1976. 367p.

HERRERA ESTRADA, J. S. **Efeito da aplicação do fósforo e calcário sobre a produção de matéria seca do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em cinco Latossolos de Minas Gerais.** 1984. 43p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – UFV, Viçosa (MG), 1984.

ISHIZURA, J.; MESQUITA FILHO, M. V. de. Effects of liming and phosphorus fertilization on status of mineral nutrients in soybean plants grow in the cerrado soil. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado. **Relatório parcial do projeto de cooperação em pesquisa agrícola no cerrado do Brasil. 1978-1980.** Planaltina: EMBRAPA/Jica, 1981. p. 221-231.

ITALIANO, E. C.; CANTO, A. C.; MORAES, E.; PIENIZ, I. C. **Influência da pastagem melhorada sobre o ganho de peso de bovinos em regime de pasto.** Belém: Embrapa – UEPAE de Manaus, 1981. 2p. (Pesquisa em Andamento, 8).

JONES, M. B.; FREITAS, L. M. M. Resposta de quatro leguminosas a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Amarelo de campo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 91-99, 1970.

KHASAWNEH, F. E.; DOLL, E. C. The use phosphate rock for direct application to soil. **Advances in Agronomy**, v. 30, p. 159-206, 1978.

KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa – Spi., 1994. 182 p.

_____ ; DIAS FILHO, M. B.; SERRÃO, E. A. S. **Análise econômica de algumas alternativas de manejo de pastagens cultivadas: Paragominas, PA**. Belém: Embrapa – CPATU, 1982. 44 p. (Boletim de Pesquisa, 41).

KORNDORFER, G. H.; CABEZAZ, W. L.; ANDERSON, D.; RIBEIRO, C. F.; HOROWITZ, N.; MATTIOLI FILHO, G. **Efeito imediato e residual de fosfatos naturais estrangeiros em solos do cerrado**. Uberlândia: UFU, 1995. 17p. (Relatório, 01).

LEITE, V. B. de O.; MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C.; CARRIEL, J. M.; LIEM, T. H. Uso de gesso combinado com fontes de fósforo, em colônia + siratro cultivados em solo de cerrado. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.23, n.3, p.263-294, jul./set. 1985.

LOPES, A. **Solos “sob condições de cerrados”: características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1984. 162p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilizantes e corretivos agrícolas: sugestões de manejo para uso eficiente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992. Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.39-69.

_____ ; VASCONCELOS, C. A.; NOVAIS, R. F. Adubação fosfatada em algumas culturas nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J., (Ed.) **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. p.137-200.

LOTERO, J.; MONSALVE, S. A.; RAMIREZ, A.; VILLAMIZAR, F. Respuesto de gramíneas y leguminosas forrajeras al encalamiento. **Suelos Ecuatoriales**, v.3, p. 210-239, 1971.

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

_____. **A prática da calagem**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985. 46p.

_____ ; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 136p.1985.

MANUAL Internacional de Fertilidade do Solo. 2. ed. rev. ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 672p.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. **Preços Agrícolas**, p. 3-6, jan/fev, 2001.
- MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C.; FEITOSA, C. T.; NAGAI, V.; HIROCE, R.; BRAGA, N. R. **Adubação da soja em solos de cerrado**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1978. 28p. (Boletim Técnico, 54).
- MATTOS, C. R. R. **Disponibilidade de fósforo e enxofre em dois latossolos em função da época de aplicação do superfosfato triplo, do fosfato de Araxá e de uma mistura calcário-gesso**. 1988. 59p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – UFV, Viçosa (MG), 1988.
- MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; NETO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1985, 400p.
- MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Boletim de Indústria Animal**, v.37, n.1, p.127-147, 1980.
- _____; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D. de; ABREU, J. B. R. de; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandú em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, v.52, n.1, p.135-141, 1995.
- MOREIRA, S. M.; LOURDES, E. G.; THIÉBAU, J. T. L.; NOVAIS, R. F. Efeito da interação gramínea-solo-calagem sobre a eficiência dos fosfatos naturais. **Revista Ceres**, Viçosa (MG), v.26, n.146, p.360-373, jul./ago. 1979.
- MORELLI, J. L.; DALBEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTÊ, J. L. I. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características de um Latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p.187-194, 1992.
- NAKAYAMA, L. H. I.; BARBO, C. V. S.; FABRÍCIO, A. C. Aplicação de calcário em Latossolo roxo sob cultura da soja. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.8, p.309-312, 1984.
- NOVELINO, J. O.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; COSTA, L. M.; BARROIN, F. Solubilização do fosfato de Araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e na ausência de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, n.1, p.13-22, jan/abr, 1985.
- NUNES, S. G.; BOOK, A.; PENTEADO, M. I. de O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandú**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 21).
- OLIVEIRA, E. L. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação cálcio/magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.383-388, 1993.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S. Resposta do feijoeiro a relações variáveis entre cálcio e magnésio na capacidade de troca de cátions de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.859-866, 2003.

_____; COSTA, A. Resposta da cultura de milho, em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.65-70, 1997.

PASSOS, R. R. **Respostas do braquiarião e do andropogon a fontes de fósforo, calcário e gesso em latossolo da região dos Campos das Vertentes (MG)**. 1994. 90p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Lavras: ESAL, 1994.

PEASLEE, D. E.; ANDERSON, C. A.; BURNS, G. R.; BLACK, C. A. Estimation of relative value of phosphate rock and superphosphate to plants on different soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.26, n.1, p.566-570, 1962.

PEDROSO NETO, J. C.; TANAKA, R. T. Comparação de fontes de fósforo aplicadas a lanço, na cultura da soja. In: REUNIÃO DO PROGRAMA DE PESQUISA DE SOJA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1986, Uberaba. **Anais...** Viçosa (MG): UFV, 1988. p.139-141.

PEREIRA, J. A. A.; SILVA, D. J.; BRAGA, J. M. CAMPOS, J. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Otoni, MG. **Experimentiae**, Viçosa (MG), v.12, n.6, p.155-188, 1971.

PEREIRA, J. P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, 1., 1986. Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-96.

PREMAZZI, L. M. **Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais**. 1991. 215 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.

RAIJ, B. Van. **Avaliação da fertilidade do solo**. T. Yamada (ed.), Instituto da Potassa e Fosfato, Piracicaba-SP. 1981. p.142.

_____. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991, p.343.

_____; CABALA-ROSAND, D.; LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil – apreciação peral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. (Ed.). **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. p.9-28.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; SKABUY, C.H. Morfologia, taxonomia y distribución natural de *Brachiaria* (Trin) Griseb. In: MILLES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, B. C. (Ed.). **Brachiaria: biologia, agronomia y mejoramiento**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 1998. cap. 1, p.1-15.

ROSSI, C. **Crescimento e nutrição do braquiarião em Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo**. 1995. 65p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – UFLA, Lavras, 1995.

SALINAS, J. G.; SÁNCHEZ, P. A. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.156-168, 1976.

SANZONOWICZ, C.; LOBATO, E.; GOEDERT, W. J. Efeito residual da calagem e de fonte de fósforo numa pastagem estabelecida em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 233-243, mar. 1987.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **LUPA - Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola**: São Paulo, 1997, 4v.

SERRÃO, E. A. S. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils of the amazon of Brazil. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. A. (Ed.). **Pasture productions in acid soils of the tropics**. Cali: CIAT, 1979. p.195-225.

_____. Produtividade de pastagens cultivadas em solos ácidos de baixa fertilidade das áreas de floresta da Amazônia brasileira. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. A. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: Editera, 1982. p.219-251.

_____; FALES, I. C.; VEIGA, J. B. da; TEIXEIRA NETO, J. F. **Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta do trópico úmido brasileiro**. Belém: Embrapa. CPATU, 1978. 73p.

SILVA, R. C. L. da. **Efeito da calagem e do fósforo no crescimento da soja (Glycine max (L) Merrill) e nas características químicas do Argissolo Vermelho-Amarelo sob vegetação de Redenção – PA**. 2001. 53p. Dissertação (Mestrado) – FCAP, Belém, 2001.

SIMÃO NETO, M.; DIAS FILHO, M. B. Pastagens no ecossistema do trópico úmido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 1995. p. 76-93.

SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.77-91.

_____; CARVALHO, M. M. de.; SARAIVA, O. F. et al. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980. p. 473.

SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726 p.

SKERMAN, P. J. RIVEIROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. 832 p. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 23).

SMYTH, T. J.; SANCHEZ, P. A. Phosphate rock and superphosphate combinations for soybeans in Cerrado Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.4, p.730-735, jul/aug. 1982.

SOARES FILHO, C.V. Recomendação de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. Eficiência agrônômica dos fosfatos naturais na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. 1CD-ROM.

SPAIN, J. M.; FRANCIS, C. A.; HOWELER, R. H.; CALVO, F. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. In: BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. (Ed.). **Soil management in tropical America**. Cali: CIAT, 1975. p. 308-329.

TEIXEIRA, L. B. **Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em áreas de floresta na Amazônia Central**. 1987. 100p. Tese (Doutorado) – INPA/FUA, Manaus, 1987.

TEIXEIRA, T.; CAMPOS, J.; BRAGA, J. M.; SILVA, D. J. Deficiências de fósforo, cobre e cobalto em pastagens do município de Morrinhos, GO. **Experientiae**, Viçosa (MG), v.12, n.3, p.63-87, 1971.

THIAGO, L. R. L. S. et al. Uso intensivo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon e *Panicum maximum* cv. Mombaça visando a produção de carne. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa (MG), **Anais...** Viçosa (MG): SBZ, 2000. p. 321-323.

THOMAS, G. W.; PEASLEE, D. E. Testing soil for phosphorus. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. 2 nd. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1973.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4 th ed. New York: Macmillan, 1985. 745p.

TOLEDO, J. M. Pastures em trópico húmido: perspectiva global. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém, 1984. **Resumos...** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1984. p.315-316.

VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. W.; ABRUÑA, F.; SILVA, S. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid tropical conditions. **Agronomy Journal**, v.54, n.5, p.450-455. 1962.

VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. de; VITORINO, P. de F. P. G.; JOENCK, V. Influência da aplicação de diferentes fosfatos naturais reativos sob diversas saturações por bases na produção de soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambu. **Resumos...** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p.83.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. de C. Calagem e uso de gesso agrícola em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 10., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAJ, 1997. p.63-111.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

_____ ; HAAG, H. P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.29, n.1, p.191 – 245, 1972.

_____ ; MATTOS, H. B. Estudo de nutrição de capim gordura. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.29, n.1, p.175-184, 1972.

_____ ; QUAGLIATO, J. L.; MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do colônio com solo da “Noroeste”. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.24, p.159-167, 1967.

_____ ; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p.263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

WILSON, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: CAB International, 1982. p.111-131.

YOST, R. S.; NADERMAN, G. C.; KAMPRATH, E. J.; LOBATO, E. Availability of rock phosphate as measured by an acid tolerant pasture grass and extractable phosphorus. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.3, p.462-468, may/jun 1982.

ZIMMER, A.H.; EUCLÍDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGENS, 9, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1988. p.101-143.

_____ ; EUCLÍDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa (MG). **Anais...** Viçosa (MG), 1997. p.349-379.

APÊNDICE

Tabela 1A: Características químicas do solo estudado, após o plantio do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	Saturação por bases (V%)			
	20	60	80	100
Ca (cmol_e/dm³)				
Sem P	0,56dB	1,61cB	2,81bAB	3,30aAB
Arad	1,00dA	1,93cAB	2,89bAB	3,33aAB
SFT	0,99dA	2,01cAB	3,00bA	3,60aAB
Arad+SFT	1,05cA	1,99bAB	2,97aAB	3,15aB
H+Al (cmol_e/dm³)				
Sem P	5,43aAB	3,69bB	2,31cAB	1,52dAB
Arad	5,09aB	3,71bB	1,74cB	1,45cAB
SFT	5,59aAB	4,16bA	2,62cAB	1,67dA
Arad+SFT	5,38aAB	4,18bA	2,40cAB	1,47dAB

Letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, indicam diferença significativa (Teste Tuckey, P<0,05). Média de quatro repetições.

Tabela 2A: Características químicas do solo estudado, após o plantio do braquiarião, em função dos níveis de saturação por bases utilizadas.

Saturação (V%)	Mg (cmol _e /dm ³)	Al (cmol _e /dm ³)	P (mg/dm ³)	pH
20	0,49 B	0,94 A	78,59 A	4,41 D
60	0,47 B	0,30 B	69,21 B	4,96 C
80	0,70 A	0,13 C	68,51 B	5,65 B
100	0,77 A	0,13 C	65,66 B	6,09 A
DMS	0,16	0,05	7,37	0,06

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste Tuckey, P<0,05). Média de quatro repetições.

Tabela 3A: Características químicas do solo estudado, após o plantio do braquiarião, em função das fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	P (mg/dm ³)	pH
Sem fósforo	4,71 D	5,23 B
Arad	110,60 A	5,36 A
Superfosfato triplo	76,71 C	5,21 B
Arad+ superfosfato triplo	89,94 B	5,30 A
DMS	7,37	0,06

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste Tuckey, P<0,05). Média de quatro repetições.

Tabela 4A: Produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total (g/vaso) do braquiarião, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	Saturação por bases (V%)			
	20	60	80	100
1º CORTE (g/vaso)				
Sem P	1,49aB	0,67aC	0,81aB	0,62aB
Arad	5,87aA	2,72bB	0,55cB	0,31cB
SFT	6,53aA	7,55aA	7,11aA	6,50aA
Arad+SFT	6,83aA	7,53aA	5,93aA	5,87aA
2º CORTE (g/vaso)				
Sem P	9,26bA	11,36bA	14,55aA	10,37bA
Arad	10,13aA	11,23aA	8,90aB	4,40bB
SFT	12,10aA	13,68aA	14,37aA	13,32aA
Arad+SFT	12,19aA	13,47aA	12,94aA	12,92aA
3º CORTE (g/vaso)				
Sem P	5,49bA	9,10aA	10,19aA	9,31aAB
Arad	6,19cA	8,80bA	11,37aA	8,91bAB
SFT	6,05aA	7,64aA	7,66aB	7,51aB
Arad+SFT	6,01aA	7,36aA	7,44aB	7,39aB
Raiz (g/vaso)				
Sem P	4,73bcB	5,62bcC	9,08aAB	4,04cC
Arad	7,06abA	7,39abB	6,08bC	3,63cC
SFT	7,17aA	8,16abB	7,77abB	5,55bB
Arad+SFT	6,68cA	11,01aA	8,89bAB	8,22bA
MST (g/vaso)				
Sem P	21,29cB	26,60bcB	34,43aA	25,19bcB
Arad	29,58acA	30,66aB	27,67aB	16,73bcC
SFT	31,26bcA	37,29acA	36,91aA	34,09bA
Arad+SFT	31,71bA	39,38acA	34,30bcA	33,70bA

Letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.

Tabela 5A: Teores de macronutrientes na parte aérea do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	Saturação por bases (V%)			
	20	60	80	100
1º CORTE				
P (g/kg)				
Sem P	3,68aA	3,41aA	3,32aA	3,62aA
Arad	2,24abcC	2,61abB	1,87bcC	1,62cC
SFT	4,21abcA	3,38bcA	3,27bA	3,60bA
Arad+SFT	2,99abcB	2,54abB	2,56aB	2,73acB
K (g/kg)				
Sem P	39,96aA	40,44aA	40,07aA	39,73aA
Arad	24,28cB	36,40abB	33,99abB	32,26bB
SFT	18,67aC	15,84aC	16,48abD	18,12abD
Arad+SFT	20,06abC	18,09bC	21,16abC	22,43abC
Mg (g/kg)				
Sem P	4,05aB	4,19aB	5,92aB	5,64aB
Arad	6,66aAB	5,91aB	4,30aB	3,67aB
SFT	7,81bAB	11,42aAB	13,45aAB	14,86aA
Arad+SFT	6,82bAB	14,33aA	14,72aAB	15,50aAB
2º CORTE				
N (g/kg)				
Sem P	19,80abA	21,95abA	18,07bA	22,92abA
Arad	14,90cB	15,35cbB	21,15bA	25,47aA
SFT	11,42abC	10,32bC	11,76abB	13,94abB
Arad+SFT	10,76bC	9,16bC	14,03abB	15,64abB
DMS:				
P (g/kg)				
Sem P	1,34bC	1,50abB	1,08bC	1,84abBC
Arad	1,88abB	1,65abB	1,39bBC	1,50abCC
SFT	2,45abA	2,28abA	2,34abA	2,43abAB
Arad+SFT	1,91abB	1,52bB	1,64abBC	2,08abABC
K (g/kg)				
Sem P	16,41aA	15,29aA	7,76bBC	16,87aB
Arad	7,46cB	7,70cB	19,35bA	33,80aA
SFT	6,37aB	5,47aB	5,09aC	5,29aC
Arad+SFT	6,72aB	5,37aB	5,87aBC	5,88aC
Mg (g/kg)				
Sem P	10,45dB	15,92cB	22,08bB	27,57aB
Arad	14,77bcAB	23,77aAB	17,94bcB	12,61cCB
SFT	17,29cAB	22,90bAB	22,42bcB	34,64aAB
Arad+SFT	14,63ccAB	23,91bcA	30,23aAB	24,74bB

Letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.

Continuação...

Tabela 5A: Teores de macronutrientes na parte aérea do braquiário, em função da interação entre a saturação por bases do solo e as fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	Saturação por bases (V%)			
	20	60	80	100
3º CORTE				
N (g/kg)				
Sem P	10,11bcA	8,64bcA	7,77cB	12,76aB
Arad	9,38bcA	8,01cA	10,94bcA	17,79aA
SFT	9,26abA	6,90bcA	6,95bcB	7,77abC
Arad+SFT	9,36abA	6,77bA	7,53abB	8,47abC
P (g/kg)				
Sem P	1,07aC	1,26aC	1,08aBC	1,30aBC
Arad	1,67aB	1,55aBC	1,17bB	1,06bB
SFT	2,15aA	1,97aAB	1,80aAC	1,94aAB
Arad+SFT	2,20abA	1,71bABC	1,94abA	2,12abABC
K (g/kg)				
Sem P	10,41aAB	6,65bAB	6,24bA	6,59bB
Arad	8,32bcB	7,20bcAB	6,43cA	11,81aA
SFT	8,49acB	7,06aA	7,15aAB	7,64acB
Arad+SFT	8,83acAB	7,18acA	7,53aAB	7,55aB
Ca (g/kg)				
Sem P	3,75abA	4,03abA	2,71bA	3,48abA
Arad	3,81abA	2,99aA	2,97abA	3,73abA
SFT	3,11abA	4,03abA	3,72aA	3,44abA
Arad+SFT	3,03aA	3,71abA	2,75abA	3,74abA
Mg (g/kg)				
Sem P	5,06cA	9,50bcAB	8,45bcB	29,52aAB
Arad	4,26cA	6,31bcAB	14,41aAB	14,48aB
SFT	4,25cA	4,93cB	6,62bB	7,23aC
Arad+SFT	3,28bA	4,64bcB	5,32bcB	12,62aB

Letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.

Tabela 6A: Teor de N na parte aérea do braquiário (1º corte), em função das fontes fosfatadas utilizadas.

Fontes fosfatadas	N (g/kg)
Sem P	33,17 A
Arad	27,86 B
SFT	27,01 B
Arad+SFT	25,90 B
DMS	3,20

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.

Tabela 7A: Teor de Ca na parte aérea do braquiário (1º corte), em função dos níveis de saturação por bases utilizadas.

Saturação (V%)	Ca (g/kg)
20	4,67 B
60	6,70 A
80	6,60 A
100	6,89 A
DMS	0,61

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.

Tabela 8A: Teor de Ca na parte aérea do braquiário (2º corte), em função dos níveis de saturação por bases utilizadas.

Saturação (V%)	Ca (g/kg)
20	4,22 B
60	5,60 A
80	5,22 A
100	5,93 A
DMS	0,96

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste Tuckey, $P < 0,05$). Média de quatro repetições.