

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

**FOSFATO NATURAL NA ADUBAÇÃO DO CAPIM PIATÃ EM  
LATOSSOLO VERMELHO DO CERRADO**

**CRISTINA GONÇALVES BARBOSA REZENDE**

Zootecnista

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. EDNA MARIA BONFIM-SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS – MT

2013.

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

R467f Rezende, Cristina Gonçalves Barbosa.  
FOSFATO NATURAL NA ADUBAÇÃO DO CAPIM  
PIATÃ EM LATOSSOLO VERMELHO DO CERRADO /  
Cristina Gonçalves Barbosa Rezende. -- 2013  
54 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Edna Maria Bonfim Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato  
Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,  
Rondonópolis, 2013.  
Inclui bibliografia.

1. Adubação Fosfatada. 2. Brachiaria Brizantha. 3.  
Bayóvar. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

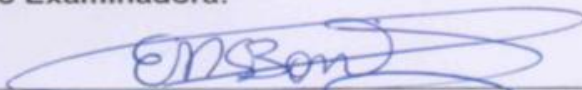
**Título: FOSFATO NATURAL NA ADUBAÇÃO DO CAPIM  
PIATÃ EM LATOSSOLO VERMELHO DO CERRADO**

**Autora: CRISTINA GONÇALVES BARBOSA REZENDE**

**Orientadora: Profª Dra. EDNA MARIA BONFIM-SILVA**

**Aprovada em 08 de Novembro de 2013**

**Comissão Examinadora:**



\_\_\_\_\_  
**Profª Dra. Edna Maria Bonfim-Silva (ICAT/UFMT) (Orientadora)**



\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Alexandre Lima de Souza (ICAT/UFMT) (Membro interno)**



\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Osvaldo Guedes Filho (ICAT/UFMT) (Membro interno)**

“Seja qual for o seu problema, conserve fé em Deus e fé em você mesmo, sem desistir de trabalhar, pois a luta é condição para a vitória, sendo assim, não abandone os seus encargos no bem e tampouco perca tempo lembrando-se de episódios tristes, desculpe qualquer ofensa e esqueça ressentimentos, auxiliando aos outros, como puder e tanto quando puder, no clima da consciência tranqüila sem atentar para defeitos nos semelhantes, e, se você está num momento considerado talvez, como o pior de sua vida, siga adiante, com seu trabalho na certeza de que se hoje o céu aparece coberto de nuvens, a luz voltará no firmamento e o dia de amanhã será melhor”

Chico Xavier

À Deus pela fidelidade e amor que  
Ele me concede em toda a minha  
caminhada.

Obrigado Senhor a cada instante  
que posso respirar!

À meus filhos João Pedro e Ana  
Júlia, por darem sentido à minha  
existência.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda a força e perseverança na fé que me manteve firme durante todo esse processo de aprendizagem.

Aos meus pais: Nilza Barbosa dos Santos e Adinor Gonçalves Rezende pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim. Meu esposo: Avyner Juventino de Lima e minha sogra Irislene de Freitas por todo companherismo e amor. Aos meus familiares que sempre me apoiaram e acreditaram em minha capacidade, auxiliando sempre a minha permanência no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Edna Maria Bonfim da Silva pela orientação, paciência e disposição em me atender sempre que era solicitada ao longo desse projeto e os demais professores do Mestrado.

Aos meus colegas da turma de Mestrado em Engenharia Agrícola: Maria Débora Loiola, Carolina Santos, Bruna Kroth, Patrícia Cândida, Gislane Frigo, Antônio Tássio Ormond e Carlos Eduardo Cabral pelo apoio, compreensão e carinho que sempre demonstraram comigo.

À minha irmã Thays dos Santos Rezende e minha amiga querida Flávia Ferreira Torres pelo incentivo, amor e otimismo que sempre tiveram em suas palavras de apoio e credibilidade.

Àos técnicos do Laboratório de Solos e Produção Vegetal, Elias França e Aguinaldo Claudio.

## FOSFATO NATURAL NA ADUBAÇÃO DO CAPIM PIATÃ EM LATOSSOLO VERMELHO DO CERRADO

**RESUMO** - Os Latossolos possuem alta capacidade de fixação de fósforo em função da acidez e do material de origem. Isso faz com que a adubação fosfatada seja fundamental para que tal não seja um fator limitante no estabelecimento e produção das pastagens. O fosfato natural é uma alternativa para adubação de pastagens, apresentando menor custo por unidade de  $P_2O_5$  e maior efeito residual do elemento no solo. Assim, objetivou-se pelo presente estudo avaliar o efeito de doses de fosfato natural como fonte de fósforo no desenvolvimento e produção da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Campus universitário de Rondonópolis da Universidade Federal do Mato Grosso. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação de fósforo ( $P_2O_5$ ) de 0, 100, 200, 300, 400 e 500  $mg\ dm^{-3}$  de dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Foram avaliadas a altura de plantas, o teor de clorofila, número de folhas, número de perfilhos, massa seca de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca de colmos, relação folha/colmo, massa seca de raiz e pH do solo. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F a 5% de probabilidade, e, quando significativo realizou-se o estudo de regressão para as doses de fósforo até 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR. Os valores encontrados para altura foram: 80,04; 90,69 e 66,73 cm obtidos com as doses de 378,13; 300 e 338,33  $mg\ dm^{-3}$  para os três cortes respectivamente. O número de perfilhos nos dois primeiros cortes foram de 33 e 43 perfilhos  $vaso^{-1}$  para as doses de fósforo de 382,35 e 366,67  $mg\ dm^{-3}$ . O fosfato natural influencia positivamente o desenvolvimento e produção do capim Piatã cultivado em Latossolo Vermelho de Cerrado.

**Palavras-chave:** Adubação fosfatada, *Brachiaria Brizantha*, Bayóvar.

## NATURAL PHOSPHATE IN FERTILIZATION OF PIATÃ GRASS OXISOIL OF CERRADO

**ABSTRACT** - The Oxisols have high phosphorus fixation capacity due to the acidity and the source material. That makes phosphate fertilization be fundamental for this would not be a limiting factor in the establishment and production of pastures. The natural phosphate is alternative to pasture fertilization, presenting lower cost per unit of  $P_2O_5$  and high residual effect of the element in the soil. Thus, aimed to by the present study was to evaluate the effect of rock phosphate as a source of phosphorus in the development and production of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in Cerrado Oxisol. The experiment was conducted in the greenhouse of the University campus Rondonópolis Federal University of Mato Grosso. The treatments were constituted by application of 0, 100, 200, 300, 400 and 500  $mg\ dm^{-3}$  of phosphorus ( $P_2O_5$ ) disposed in a completely randomized and design with eight replications. Were evaluated the height to plants, chlorophyll content, leaf number, tiller number, leaf dry weight, shoot dry mass, dry mass of stem, leaf / stem ratio, root dry weight and soil pH. The results were submitted to analysis of variance by F test at 5% probability, and when was significant performed regression study for phosphorus dose 5% probability, by means of the statistical SISVAR. The values found for height were: 80,04; 90,69 and 66,73 cm obtained with doses of 378,13; 300 and 338,33  $mg\ dm^{-3}$  respectively for the three cuts. The number of tillers in the first two cuts were 33 and 43 tillers  $pot^{-1}$  for phosphorus doses of 382,35 and 366,67  $mg\ dm^{-3}$ . The natural phosphate positively influences the development and production of grass Piatã cultivated in Cerrado Oxisol.

**Keywords:** Phosphate fertilization, *Brachiaria Brizantha*, Bayóvar.



## LISTA DE FIGURAS

### Página

1	Vista geral do experimento em desenvolvimento inicial (A), segundo corte (B), terceiro corte (C) e curva de crescimento do segundo corte (D) .....	22
2	Avaliação de altura de planta de capim Piatã (A) e terceiro corte rente ao colo da planta (B) .....	25
3	Avaliação de raiz de capim Piatã aos 90 dias .....	25
4	Determinação indireta do teor de clorofila no primeiro (A), segundo (B) e terceiro corte (C) do capim Piatã em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado .....	28
5	Altura de planta no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural Latossolo Vermelho de Cerrado .....	30
6	Número de folhas no primeiro (A), segundo (B) e terceiro corte (C) do capim Piatã em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado .....	32
7	Número de perfilhos no primeiro (A), segundo (B) e terceiro corte (C) do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado .....	34
8	Massa seca de folhas no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado ...	36
9	Massa seca de colmo no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado ...	39
10	Relação folha/colmo no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado ...	..
11	Massa seca da parte aérea no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado ...	43

12	Massa seca de raiz do capim Piatã aos 90 dias em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado .....	44
13	pH do solo no segundo (A) e terceiro corte (B) do capim Piatã em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado .....	45

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 Capim Piatã .....	14
2.2 Adubação fosfatada .....	16
2.3 Adsorção e precipitação de Fósforo no Solo .....	18
2.4 Fosfato natural .....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
4.1 Determinação indireta do teor de clorofila .....	27
4.2 Altura de plantas .....	29
4.3 Número de folhas .....	31
4.4 Número de perfilhos .....	33
4.5 Massa seca de folhas .....	35
4.6 Massa seca de colmo .....	38
4.7 Relação folha/colmo .....	40
4.8 Massa seca da parte aérea .....	42
4.9 Massa seca de raiz .....	44
4.10 pH do solo .....	45
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil a atividade pecuária de corte e leite se desenvolvem em sua maioria, em sistemas de produção de baixo nível tecnológico, caracterizados por manejo inadequado das pastagens e índices zootécnicos insatisfatórios. O rebanho bovino brasileiro é o segundo maior rebanho efetivo do mundo com aproximadamente 200 milhões de cabeças (MAPA, 2012) destacando assim, a importância das pastagens na sustentabilidade desta atividade.

Dos 197 milhões de hectares de pastagens, cerca de 70 milhões estão degradadas ou em processo de degradação (DIAS-FILHO, 2011), fato este que contribui negativamente para o manejo nutricional dos rebanhos e com a viabilidade econômica da produção de carne a pasto.

Para Restle (2000), a maioria dos nossos solos é deficiente, principalmente em fósforo e nitrogênio. A adubação das pastagens consiste num fator determinante para o aumento da produção forrageira e, conseqüentemente, da capacidade de suporte animal e do ganho de peso vivo por hectare. Dentre os fatores que contribuem para a degradação das pastagens, destaca-se a ausência de adubação, sendo realizada quase que somente na implantação dos pastos.

O fósforo é o nutriente essencial, mais requerido na implantação de pastagens, em comparação da adubação de manutenção ou rebrota (VILELA et al., 2004). Os teores de fósforo na solução dos solos da região do Cerrado são geralmente muito baixos. Os Latossolos, solo predominante nesta região, possuem como características principais o perfil homogêneo, baixa capacidade de troca catiônica, alto teor de alumínio trocável que culmina na elevada acidez e predomínio de óxidos de ferro e alumínio em sua mineralogia (EMBRAPA, 2006).

Além da baixa disponibilidade de fósforo nos Latossolos, esses solos possuem alta capacidade de fixação do fósforo em consequência da acidez e altos teores de óxidos de ferro e de alumínio (GUEDES et al., 2009).

A utilização de fontes solúveis de fósforo, tais como os superfosfatos, ocasiona uma disponibilidade imediata desse nutriente no solo, o que leva à

sua preferencial utilização nas adubações. Entretanto, estas fontes apresentam maior custo devido ao seu processo de industrialização, além de que grande parte do fósforo estará sujeita à fixação no solo, reduzindo a sua disponibilidade às plantas (LIMA et al., 2007).

O requerimento de grandes quantidades de fósforo na correção da fertilidade dos solos brasileiros, déficit de reservas de rochas fosfatadas de qualidade no país e o elevado custo dos fertilizantes justifica a condução de pesquisas para melhorar a eficiência na utilização de adubos fosfatados (RESENDE et al., 2006).

Uma alternativa para reduzir custos com fertilizantes fosfatados na implantação e manutenção das pastagens tem sido a utilização de fontes fosfatadas menos solúveis, tais como os fosfatos naturais reativos. Os fosfatos naturais reagem gradualmente no solo e apresentam um efeito residual compensatório, e o somatório da sua eficiência, quando estimada por períodos longos, pode se igualar aos fosfatos solúveis.

Diante deste contexto, objetivou-se avaliar doses de fosfato natural reativo Bayóvar como fonte de fósforo no desenvolvimento e produção do capim Piatã em Latossolo Vermelho de Cerrado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Capim Piatã

A partir de uma coleção importada da África, com aproximadamente 300 genótipos de braquiárias, foram avaliados e selecionados materiais com maior produtividade e menor estacionalidade de produção, sendo 19 genótipos testados em ensaios regionais (EUCLIDES et al., 2008). Através dos resultados obtidos com as análises desses genótipos, oito foram escolhidos e submetidos a ensaios de pastejo, sendo que quatro se destacaram nas condições de Cerrado, entre eles o capim-piatã, que foi lançado em 2007 (VALLE et al., 2007), após 16 anos de avaliações pela Embrapa.

Grande parte das áreas cultivadas na região do Centro-Oeste é formada por *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. Porém, a partir de 1994 passou a ocorrer a síndrome da morte súbita do capim Marandu que ocorre a partir de alterações fisiológicas e morfológicas sofridas por esse quando exposto a períodos de excesso de água no solo. Essas alterações afetam o metabolismo do capim tornando-o suscetível ao ataque de fungos patogênicos, os quais, em condições normais, não seriam capazes de causar danos sérios à planta (DIAS-FILHO, 2006). Este fato indica a importância de se desenvolver novas opções forrageiras para a diversificação e viabilidade das espécies utilizadas (EUCLIDES et al., 2008).

Estudos em casa de vegetação mostraram que o capim-piatã apresenta resistência às cigarrinhas típicas de pastagens, *Notozulia entreriana* e *Deois flavopicta*, por determinar menor sobrevivência ninfal quando comparado a cultivares susceptíveis, como a *Brachiaria decumbens* (VALÉRIO et al., 2009).

Conforme apresentado por Valle et al. (2007), o capim-piatã possui hábito de crescimento ereto, com a formação de touceiras que variam de 0,85 m a 1,10 m de altura. Os colmos são finos, verdes e as bainhas foliares têm poucos pelos claros. Suas folhas medem até 45 cm de comprimento e

1,8 cm de largura. Não há pelos na lâmina foliar, que se mostra áspera na face superior e tem bordas serrilhadas e cortantes. O capim piatã apresenta perfilhamento aéreo, semelhante ao capim-marandu. Uma característica interessante, que o diferencia das demais cultivares de *B. brizantha* é a sua inflorescência, que possui até 12 ráccemos, enquanto os capins marandu e xaraés apresentam apenas 2 a 4 ráccemos. Adicionalmente, suas sementes são menores do que as do capim xaraés.

O capim Piatã destaca-se pela elevada taxa de crescimento e disponibilidade de folhas sob pastejo. Possui boa produção de forragem, em média de 9,5 toneladas por hectare de matéria seca, com 57% de folhas, sendo 30% dessa produção obtida no período seco (EMBRAPA, 2007).

Sobre pastejo rotacionado, em amostras de forragem, simulando o pastejo animal, os conteúdos de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, nos períodos das águas e da seca, foram 9,5; 7,3; 61,9 e 52,4 % respectivamente. Têm-se observado ganhos de peso de 660 a 900 gramas/animal dia<sup>-1</sup> nas águas e 200 a 350 gramas/animal/dia no período seco. A capacidade de suporte varia entre 2,2 e 5,2 UA ha<sup>-1</sup> nas águas e 1,2 a 1,8 UA ha<sup>-1</sup> na seca, em solos de média fertilidade e bem manejados (EMBRAPA, 2009).

Euclides et al. (2005) estudando cultivares de *Brachiaria brizantha*, observaram maiores ganhos de peso por animal, durante a época seca, para o capim Piatã (349 g dia<sup>-1</sup>) em relação ao capim Xaraés (286 g dia<sup>-1</sup>) e ao capim Marandu (312 g dia<sup>-1</sup>), indicando superioridade do Piatã nesta variável.

Segundo a Embrapa Gado de Corte, o capim Piatã pode ser cultivado em praticamente todo o País, em regiões com bom regime de chuvas e sem invernos rigorosos (PATÊS, 2008).

## 2.2 Adubação fosfatada

Segundo Malavolta (1985), o fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma.

O fósforo é dos três macronutrientes primários aquele requerido em menor quantidade pelas plantas. Porém, trata-se do nutriente com maior quantidade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em recomendação para sua aplicação no Brasil. Explica-se essa situação pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também, porque o elemento tem forte interação com a fração argila do solo (RAIJ, 1991).

No metabolismo vegetal, o fósforo se faz necessário na fotossíntese, transferência e transporte de energia, respiração, funções celulares diversas, transferência de genes e reprodução (STAUFFER; SULEWSKI, 2004). Assim, o fósforo torna-se fundamental ao desenvolvimento de plantas, que o demandam em pequenas quantidades em relação a nutrientes como potássio, cálcio, magnésio, etc. Porém, quantidades estas que, devem estar presentes na solução do solo para um desenvolvimento satisfatório, pois, desenvolve importantes funções na fisiologia de plantas as quais sem o fósforo a planta não completa seu ciclo de vida; não pode ser substituído por nenhum outro elemento (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes em quantidades suficientes para um adequado crescimento das plantas. Assim, as características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

A baixa disponibilidade de fósforo nos solos brasileiros acarreta grande prejuízo à produção das plantas, de modo geral, além de reduzir o perfilhamento e retardar o desenvolvimento das gramíneas forrageiras,



fazendo com que a pastagem tenha uma cobertura deficiente, abrindo espaços para plantas invasoras (ROSSI; MONTEIRO, 1999).

Werner (1996) relatou que o fósforo aumenta o perfilhamento do capim proporcionando o maior fechamento da pastagem, evitando áreas de solo descoberto que pode resultar em erosão ou invasão por plantas daninhas.

De acordo com Gonçalves et al. (2000), os solos das regiões Tropicais e Subtropicais possuem baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de fósforo, o potencial de lixiviação de bases dos solos são muito elevados, exceto fósforo que é pouco móvel no solo pois seu movimento se dá por difusão.

De acordo com Mello et al. (1983), o conteúdo de fósforo total nos solos minerais é variável. Expresso em  $P_2O_5$ , raramente excede a 0,5% variando, geralmente, entre 0,12 a 0,15%. O fósforo disponível se origina da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes.

A forma com que o fósforo encontra-se disponível em solução para as plantas em solos com pH entre 5,0 e 7,0 é, predominantemente, o  $H_2PO_4^-$  que, pode ser fortemente adsorvido por argilas, óxidos, formar precipitados com ferro, alumínio ou manganês, entre outros, incluindo-se aí a possibilidade de compostos orgânicos de baixa solubilidade (NOVAIS; SMIYTH, 1999).

Além da dose e do tipo de adubo, um dos principais fatores a considerar na adubação fosfatada é o fenômeno da fixação, onde o fósforo se complexa com outros elementos presentes no solo ou mesmo por adsorção na superfície das partículas da fração argila torna-se menos disponível na solução do solo sendo lentamente liberado e por difusão encontrar a raiz (MALAVOLTA, 1980). A eficiência da adubação fosfatada é influenciada por vários fatores, dentre os quais, o tipo de solo, a fonte utilizada e a espécie forrageira (MACIEL et al., 2007).

### 2.3 Adsorção e precipitação de Fósforo no Solo

O fenômeno de adsorção ou retenção de fósforo no solo é conhecido há mais de um século e meio pelo trabalho de Tomas Way (1850), citado por SAMPLE et al. (1980). Embora essa retenção seja um fenômeno favorável à utilização do fósforo pelas plantas, o envelhecimento dessa retenção, com a formação de fósforo não lábil, torna-se problemático.

Segundo Sanyal e De Datta (1991), adsorção é um termo genérico que indica reações químicas e mesmo físicas que ocorrem. A superfície (óxidos por exemplo) é chamada adsorvente, e a substância adsorvida (íon fosfato) é chamado adsorvato. A superfície muitas vezes é porosa, ou mostra imperfeições ou microporos, permitindo a difusão do íon fosfato em seu interior, dando continuidade às reações. O processo contínuo de retirada do fósforo disponível pelas plantas aumenta a necessidade de aplicação de fertilizante, assim, algumas medidas podem ser tomadas para reduzir estas perdas, como: fazer correção de pH do solo, já que em solos ácidos a presença de alumínio na solução do solo, pode levar à precipitação de fosfato de alumínio, e aplicar fertilizantes granulados ou de liberação gradual, de modo que a planta possa competir com as superfícies fixadoras de fósforo.

Sanchez e Uehara (1980) indicaram as principais causas que afetam a quantidade de fósforo adsorvido no solo. Sejam elas: a mineralogia da fração argila, conteúdo de argila, conteúdo de colóides amorfos, conteúdo de Al trocável, conteúdo de matéria orgânica e potencial de oxirredução do solo. Vários minerais presentes nos solos têm a propriedade de reter fósforo na superfície. Destes, os mais importantes são óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e as argilas silicatadas. Os óxidos e hidróxidos de Fe e Al tem uma capacidade de reter fósforo muito maior que as argilas, pois são cátions o que tem maior afinidade com a forma de fósforo disponível na solução do solo e a superfície das argilas são carregadas negativamente. Nestes processos fixação de fósforo nos solos tropicais e subtropicais, caso dos

solos brasileiros, predomina a interação com óxidos de ferro e alumínio, presentes em quantidades apreciáveis.

Segundo Barrow (1985), na fase inicial de rápida adsorção de fósforo no solo, há uma atração eletrostática inicial, seguida pela adsorção por oxidróxidos, por meio de troca de ligantes. Nessa reação denominada quimiossorção, há troca de ligantes, como  $\text{OH}^-$  e  $\text{OH}_2^+$ , da superfície dos óxidos, por fosfato da solução (PARFITT, 1978).

Precipitação é a reação entre íons, com a formação de uma nova fase ou composto definido. É a reação de fósforo às formas iônicas de  $\text{Al}^{3+}$  e de  $\text{Fe}^{2+}$  em solos ácidos ou a  $\text{Ca}^{2+}$  em solos neutros ou calcários, formando compostos de composição definida e pouco solúveis (SAMPLE et al., 1980).

Há dependência de pH, da natureza e da quantidade dos minerais presentes na fração argila para formação de compostos de P com Fe, Al e Ca. Brasil e Muraoka (1995) observaram haver correlação entre adsorção máxima de fósforo e algumas propriedades de solo, como o conteúdo de argila e óxidos e hidróxidos de Fe e Al.

Segundo Haynes e Mokolobate (2001) solos ácidos muito intemperizados frequentemente tem baixos níveis de fósforo disponível e contém grandes quantidades de óxidos hidratados de Al e Fe. Portanto, esses elementos têm a habilidade de adsorver grandes quantidades do fósforo adicionado. Por essas razões, grandes quantidades de fertilizantes fosfatados são, frequentemente, requeridos para uma ótima produção.

Segundo Haynes (1984), o alumínio em solução pode causar precipitação de fosfatos adicionados ao solo. Para evitar essa reação, deve-se precipitar o  $\text{Al}^{3+}$ , por calagem anterior à adição da fonte de fósforo.

Estudos realizados no Brasil e em outros países tem demonstrado que o conteúdo de matéria orgânica, superfície específica, temperatura e cor do solo e também influenciam nos processos de adsorção e precipitação do fósforo no solo (FONTES; WEED, 1996)

## 2.4 Fosfato natural

A denominação fosfato natural ou rocha fosfática cobre uma ampla variação desses tipos de minérios, em composição, textura e origem geológica, mas apresentam pelo menos uma característica em comum, pois são constituídos por minerais do grupo das apatitas (GREMILLION; McCLELLAM, 1980).

Uma alternativa para diminuir a fixação e a deficiência de fósforo nos solos pode ser o uso de fontes alternativas de fosfatos naturais reativos os quais apresentam como característica principal a solubilização gradual. Por possuírem baixa solubilidade em água, solubilizam-se lentamente na solução do solo, tendendo a aumentar a disponibilidade do fósforo para as plantas com o transcorrer do tempo (KAMINSKI; PERUZO, 1997).

Em relação aos fosfatos naturais, dentre os fatores de influência na disponibilidade de fósforo no solo estão as condições favoráveis ou não à sua solubilização. Dentre estas, a acidez e a quantidade de fósforo do solo, quantidade de cálcio, e a habilidade da espécie cultivada em exsudar ácidos para a dissolução de fosfatos naturais tornando o fósforo mais disponível no solo (SOUZA; LOBATO, 2004).

Os fosfatos naturais são divididos conforme sua origem em: ígnea, metamórfica e sedimentar. Os fosfatos naturais também são classificados quanto a sua reatividade, uma característica intrínseca do material. As de origem ígnea e metamórfica são tidas de modo geral, como de baixa reatividade no solo, as de origem sedimentar são consideradas como sendo reativas no solo. Mas, não é somente a origem que determinará reatividade da rocha no solo. Essa característica das rochas fosfatadas é quantificada em função da substituição isomórfica do  $\text{PO}_4^{3-}$  por  $\text{CO}_3^{2-}$ , sendo baixa quanto 0,02 para a rocha de Patos de Minas, considerado pouco reativo, e alto quanto 0,26 para o fosfato natural de Carolina do norte, considerado reativo (RAJAN; WATKINSON; SINCLAIR, 1996).

Como os fosfatos solúveis reagem com maior intensidade no solo e, normalmente, fornecem fósforo ao sistema em taxas maiores, são fontes

mais eficientes do que os fosfatos naturais em curto prazo. Por isso, a eficiência agrônômica dos fosfatos em geral está diretamente correlacionada com a sua solubilidade (GOEDERT; LOBATO, 1980). Porém os fosfatos naturais que reagem no solo mais lentamente podem apresentar um efeito residual compensatório, e o somatório da sua eficiência, quando estimada por períodos longos, pode se igualar aos fosfatos solúveis. Nesta situação, deixa de existir a correlação entre a sua eficiência e a solubilidade.

O fosfato natural é utilizado há décadas como fertilizante em diferentes culturas, sendo variável o nível de sucesso. As principais reservas brasileiras de fosfato natural estão localizadas nos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo, sendo que nos estados de Pernambuco, Maranhão e Santa Catarina encontram-se minas menores (SOUZA,1996).

Novais, Smyth e Nunes (2007) citam algumas condições favoráveis à dissolução dos fosfatos naturais no solo, uma delas é acidez.

Alguns fosfatos naturais de maior reatividade como o de Gafsa e o do Norte Carolina, têm-se mostrado tão ou mais eficientes no fornecimento de fósforo para as plantas de ciclo curto quanto às formas mais solúveis, como os superfosfatos (KAMINSKI; PERUZZO,1997).

Conforme Lopes (1999), fosfatos naturais aplicados a lanço e incorporados em solos com pH em água até 5,5 têm sua eficiência aumentada com o passar do tempo e com o revolvimento do solo nas operações de aração e gradagem. Sob outro ponto de vista, Novais (1999) sugere que a maior solubilização de fosfatos naturais em condições de solos argilosos e com pH ácido não favorece a planta, uma vez que o dreno preferencial do fósforo nessas condições seria o próprio solo. Assim sendo, a aplicação localizada de fosfatos naturais no sulco de plantio nesse tipo de solo levaria a uma condição em que as raízes da planta seriam o principal dreno envolvido na solubilização e absorção do fósforo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso em casa de vegetação, Campus de Rondonópolis-MT, Brasil (54°34' de longitude oeste e 16°27' latitude sul). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, com estação seca de inverno. O período de condução foi de Fevereiro à Junho de 2013. A espécie utilizada foi *Brachiaria Brizantha* cv. Piatã, cultivada em Latossolo Vermelho de Cerrado (Figura 1).



**Figura 1** – Vista geral do experimento em desenvolvimento inicial (A), segundo corte aos 60 dias após sementeira (B), terceiro corte aos 90 dias após sementeira (C) e curva de crescimento do segundo corte (D).

O solo foi coletado na profundidade de 0-20 cm em área sob vegetação de cerrado, peneirado em malha de 4 mm para instalação do experimento. Para a caracterização química e granulométrica o solo foi

peneirado em malha de 2 mm de acordo com metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química e granulométrica de LATOSSOLO VERMELHO na camada de 0-20 cm

pH	P	K	Ca	Mg	Al	MO	V	m	Areia	Silte	Argila
	mg dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>			g kg <sup>-1</sup>	%		g kg <sup>-1</sup>		
4,1	1,1	47	0,2	0,1	1,0	19,7	6,9	70,4	575	50	375

A calagem do solo foi realizada com calcário dolomítico com PRNT de 80,3% com elevação da saturação por bases para 50%.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Campus universitário de Rondonópolis da Universidade Federal do Mato Grosso. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Foram avaliadas a altura de plantas, o teor de clorofila, número de folhas, número de perfilhos, massa seca de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca de colmos, relação folha/colmo, massa seca de raiz e pH do solo.

O fosfato natural foi incorporado ao solo, permanecendo incubado por trinta dias antes do plantio. A irrigação foi realizada tomando-se como base o método gravimétrico e mantendo a umidade do solo a 80% da capacidade máxima de retenção de água durante todo o período experimental.

Para se obter o potencial germinativo das sementes adquiridas da cultivar, realizou-se teste de germinação em câmara de germinação. Este teste consistiu em se selecionar 100 sementes da cultivar e acondicioná-las em uma fina camada de algodão, alojada no fundo de uma placa de Petri. Esta camada de algodão foi então embebida em água destilada e as placas identificadas e acondicionadas na câmara de germinação, em temperatura de 25°C por sete dias. Durante o período de germinação, o algodão era novamente umedecido, caso fosse necessário. Após sete dias, foi contado o número de sementes que germinaram em cada placa. Mediante o teste de

germinação decidiu-se semear diretamente no solo 20 sementes de por vaso, a aproximadamente um centímetro de profundidade.

Foram realizadas adubações com nitrogênio e potássio com as doses de 200 e 150 mg dm<sup>-3</sup> utilizando as fontes de uréia e cloreto de potássio respectivamente. O N e K foram reaplicados a cada corte com a mesma dose como adubação de manutenção.

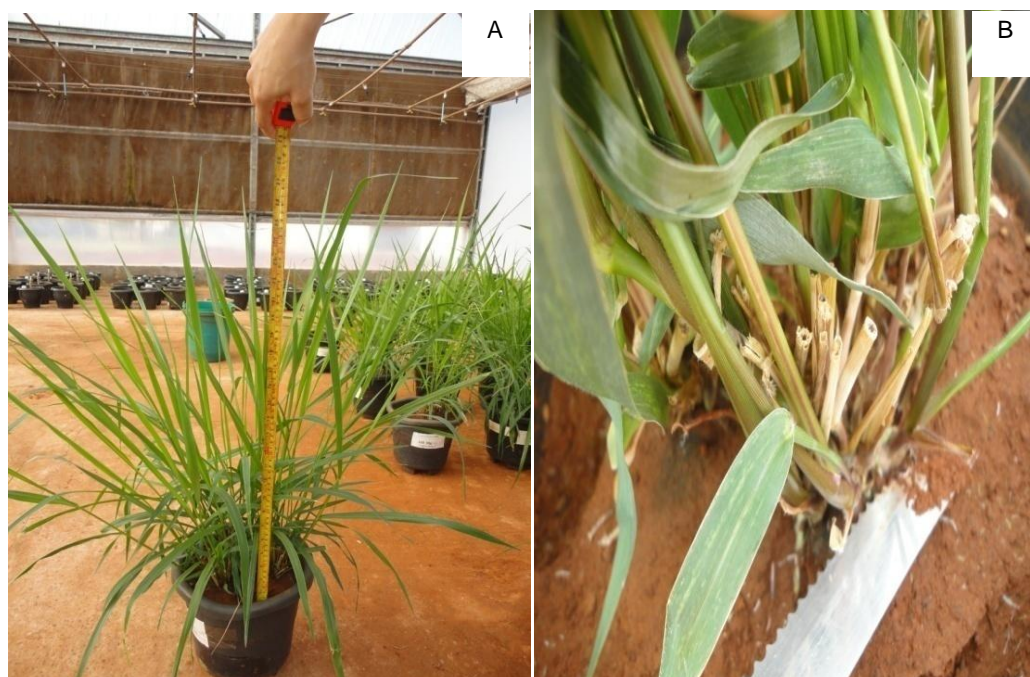
O desbaste das plantas foi realizado aos 15 dias após a semeadura, momento em que as plantas apresentavam 10 cm de altura média. O tamanho a homogeneidade e a posição das plantas nos vasos foram utilizados como critérios nesta prática, restando no final cinco plantas por vaso. Após o desbaste, realizou-se a adubação com micronutrientes: boro, cobre, zinco e molibdênio, cujas fontes foram respectivamente: ácido bórico, cloreto de cobre, cloreto de zinco e molibdato de sódio, nas doses 1,39, 2,61, 2,03 e 0,36 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente (BONFIM-SILVA et al., 2007).

Foram realizados três cortes da parte aérea das plantas, com intervalo de 30 dias sendo esses a 5 cm do colo da planta para o primeiro e segundo cortes, e rente ao colo da planta no terceiro corte (Figura 2 B), conforme descrito por Bonfim-Silva e Monteiro (2006).

Anterior a cada corte foram medidas as alturas das plantas do solo até a curvatura do dossel forrageiro, com o auxílio de uma trena graduada, obtendo a média das plantas por vaso (Figura 2 A). Realizou-se também a contagem do número de folhas e perfilhos em cada avaliação. O índice de determinação indireta do teor de clorofila foi realizado com o ClorofiLOG CFL 1030 um medidor portátil do teor de clorofila. Foram efetuadas 5 leituras por unidade experimental, nas folhas diagnósticas recém-expandidas com lígula visível nas três avaliações (BONFIM-SILVA; MONTEIRO, 2010).

No primeiro e segundo corte, o material vegetal foi colhido separando-se em lâminas e colmos para posterior determinação de suas massas. No terceiro corte, além da massa seca da parte aérea, realizou-se, também, a coleta das raízes das plantas. Essas foram separadas da parte aérea com auxílio de tesoura e lavadas com água corrente sob peneira de 1,00 e 0,25 mm, para retirada da terra (Figura 3).





**Figura 2** – Avaliação de altura de planta de capim-Piatã (A) e terceiro corte rente ao colo da planta (B).



**Figura 3** – Avaliação de raiz de capim-Piatã aos 90 dias após semeadura.

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificado, pesadas e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C, por 72 horas, até atingir massa constante (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F a 5% de probabilidade, e, quando significativo realizou-se o estudo de regressão para as doses de fósforo até 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

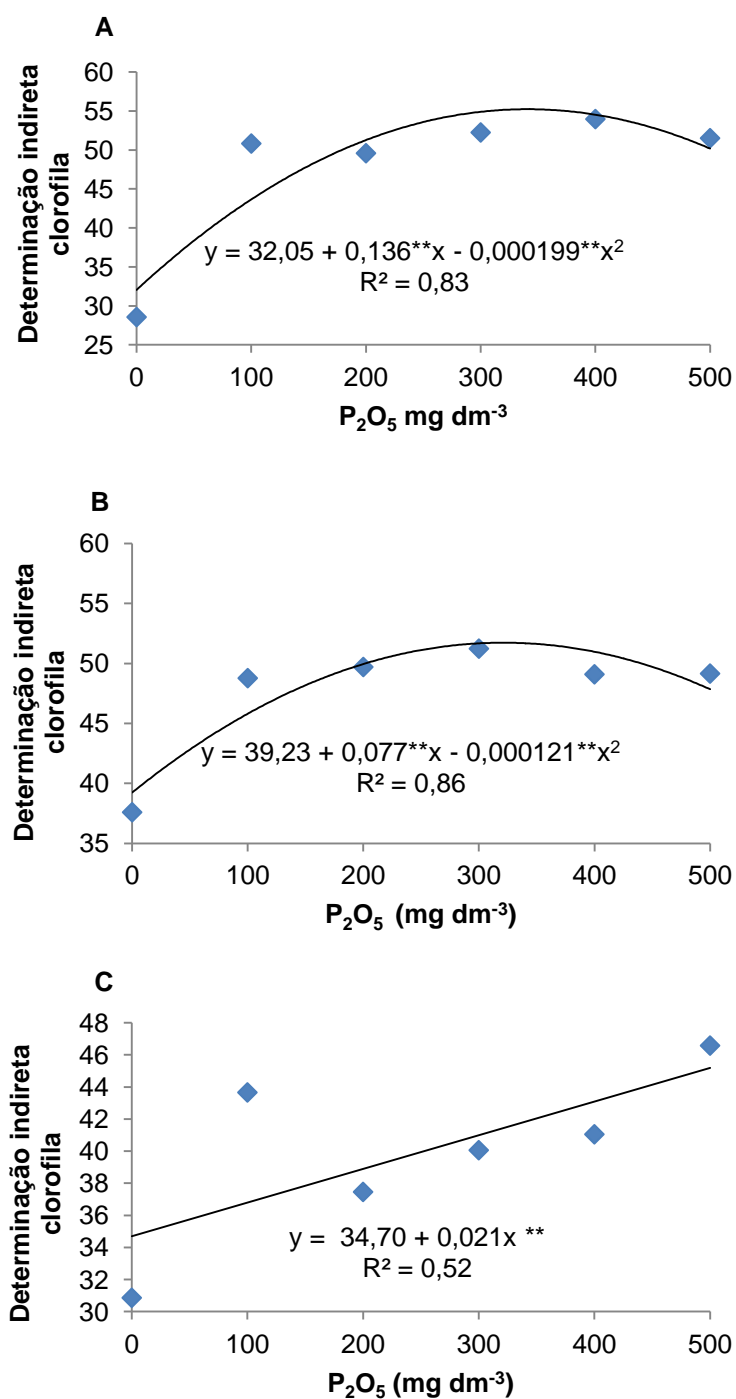
### 4.1 Determinação indireta do teor de clorofila

Para a determinação indireta do teor de clorofila, verificou-se ajuste ao modelo quadrático de regressão para os dois primeiros cortes em função das doses de fósforo aplicadas (Figura 4, A e B). O máximo valor de 55,28 para a dose de 341,71 mg dm<sup>-3</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi encontrado aos 30 dias após semeadura. Na segunda avaliação, realizada 30 dias após o primeiro corte, a leitura foi de 51,48 com a dose de 318,18 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já no terceiro corte, houve ajuste ao modelo linear de regressão dos valores de clorofila em função das doses de fósforo (Figura 4, C).

De acordo com Bonfim-Silva e Monteiro (2010), a leitura SPAD mede indiretamente o teor de clorofila através de sinais elétricos obtidos pela conversão da luz transmitida ao aparelho, sendo que esta luz é transmitida pela folha amostrada em dois comprimentos de onda (áreas do vermelho em 650 nm e em infravermelho, em 940 nm). Desta maneira, pode-se concluir que houve um alto incremento na produção de clorofila, em função das doses de adubação fosfatada, sugerindo que a absorção do fósforo favorece também a absorção do nitrogênio pela forrageira.

O efeito positivo na medida indireta da clorofila deve-se ao papel do fósforo na nutrição das plantas, o qual participando da molécula de ATP beneficia o processo ativo de absorção de nitrogênio (MALAVOLTA et al., 1998).

Almeida (1998) verificou, em forrageiras, incremento com ajuste quadrático da leitura SPAD, em função da aplicação de P. Assim, fica evidente a necessidade de relacionar a medida de clorofila com a disponibilidade de outros nutrientes, além do nitrogênio.



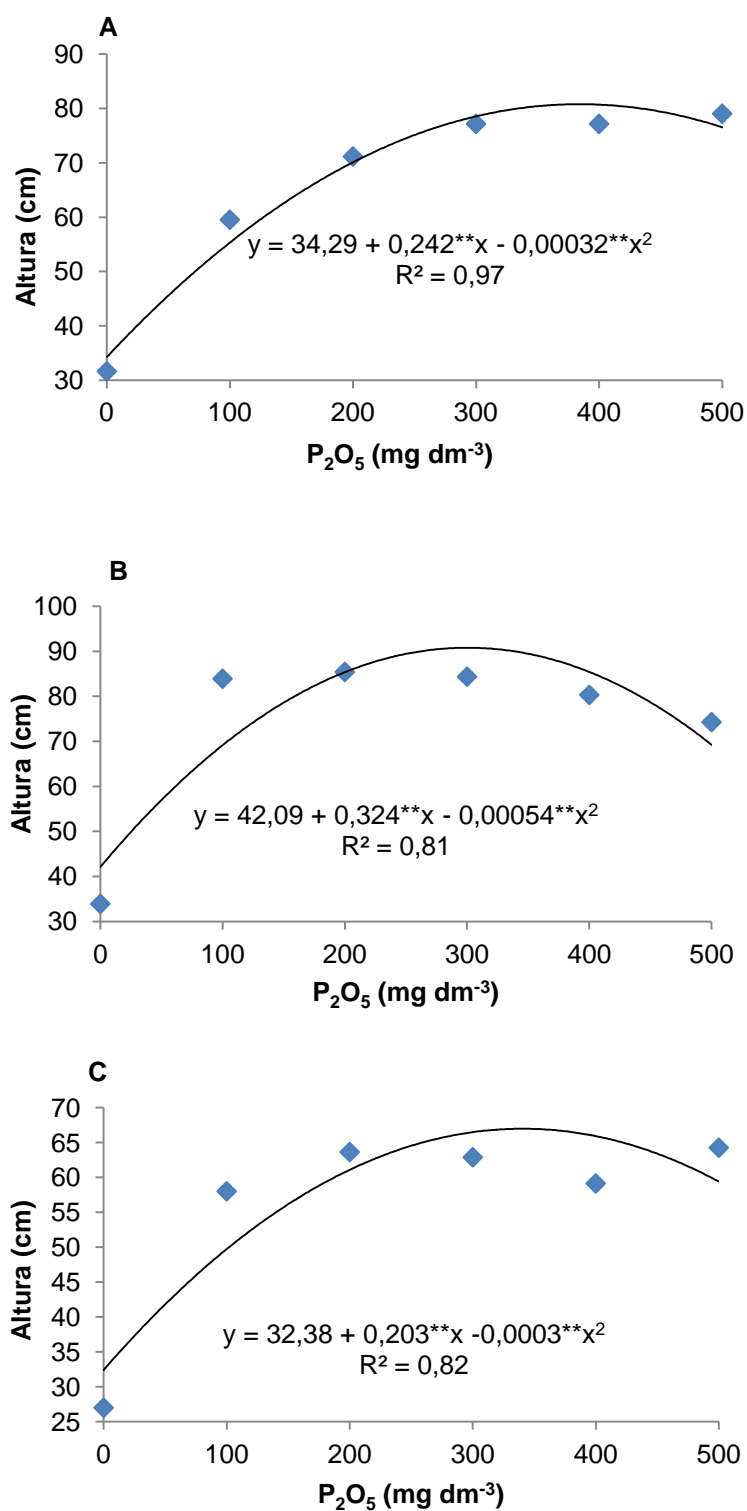
**Figura 4** - Determinação indireta do teor de clorofila no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado. \*\* Significativo a 1% de probabilidade.

Almeida (1998) verificou, em braquiárias, incremento com ajuste quadrático na medida indireta do teor de clorofila em função da aplicação de fósforo.

O ajuste a modelo linear para determinação indireta do teor de clorofila no terceiro corte em função das doses de fósforo, pode também ser explicado pelo decréscimo nos valores médios de altura de planta em relação ao segundo e terceiro corte. A concentração de nitrogênio nas folhas torna-se mais intensa quando há menor crescimento das plantas, o mesmo não ocorre quando há uma maior diluição deste devido às maiores valores de altura de planta.

#### **4.2 Altura de plantas**

Os valores observados para altura das plantas de capim Piatã nos três cortes realizados ajustaram-se a modelo quadrático de regressão em função das doses de fosfato natural aplicadas (Figura 5 A, B e C). Os valores encontrados para altura foram: 80,04; 90,69 e 66,73 cm obtidos com as doses de 378,13; 300 e 338,33 mg dm<sup>-3</sup> no primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente.



**Figura 5** - Altura de capim Piatã no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural Bayóvar em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

Benício (2012) ao estudar doses de fósforo aplicadas em forma de rejeitos de rochas fosfáticas contendo 8% de fósforo ( $P_2O_5$ ) total, verificou, a altura máxima estimada em 106,06 cm obtidas com a dose de 306,62 mg  $dm^{-3}$  aos 75 dias de crescimento.

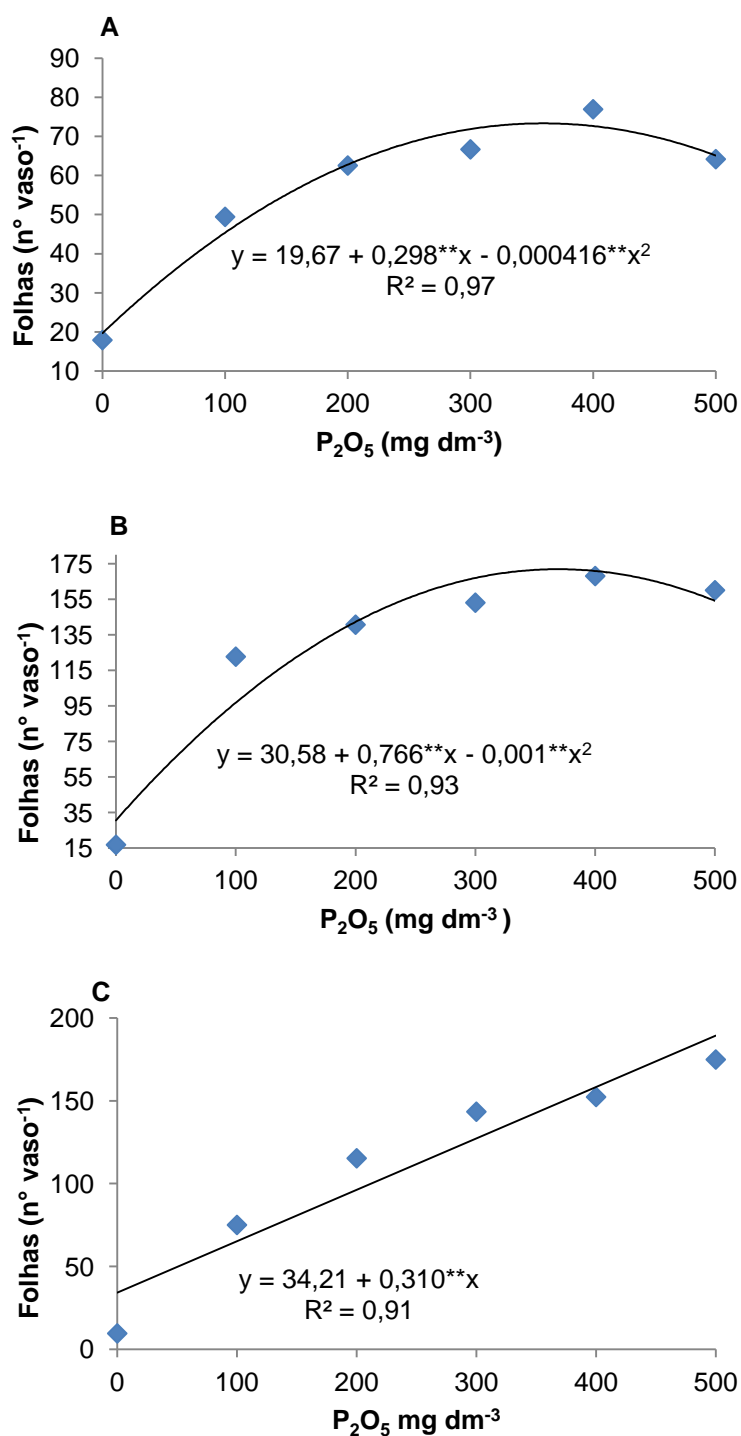
A altura média do pasto das plantas de braquiária é um importante fator indicativo para estabelecer a lotação contínua, o momento de entrada e saída dos animais dos piquetes e os períodos de descanso e ocupação dos pastos no método de pastejo com lotação rotacionado. Os resultados encontrados no presente trabalho confirmam o efeito positivo do fósforo para a altura de forrageiras conforme descrito por BENETT et al., 2009.

Ao longo dos três períodos de crescimentos do capim houve respostas positivas à altura das plantas em função da adubação com fosfato natural reativo. Esses resultados reafirmam a importância de níveis adequados de fósforo na produção agrícola em solos de cerrado, conforme literatura de DRUDI e BRAGA, 1990.

### 4.3 Número de folhas

As avaliações para o número de folhas ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão nos dois primeiros cortes (Figura 6 A e B). A maior produção de folhas do capim Piatã no primeiro corte foi observada na dose de fósforo 358,17 mg  $dm^{-3}$  com o número máximo de folhas estimado de 73,03 folhas vaso<sup>-1</sup>. No segundo corte foi encontrado a máxima produção de folhas com 177 folhas vaso<sup>-1</sup> para a dose de 383 mg  $dm^{-3}$  ( $P_2O_5$ ).

No terceiro corte, o número de folhas (Figura 6 C) ajustou-se a modelo de regressão linear, estimando-se um acréscimo de 0,31 folhas por unidade de  $P_2O_5$  adicionada.



**Figura 6** - Número de folhas no primeiro (A), segundo (B) e terceiro cortes (C) do capim Piatã em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.



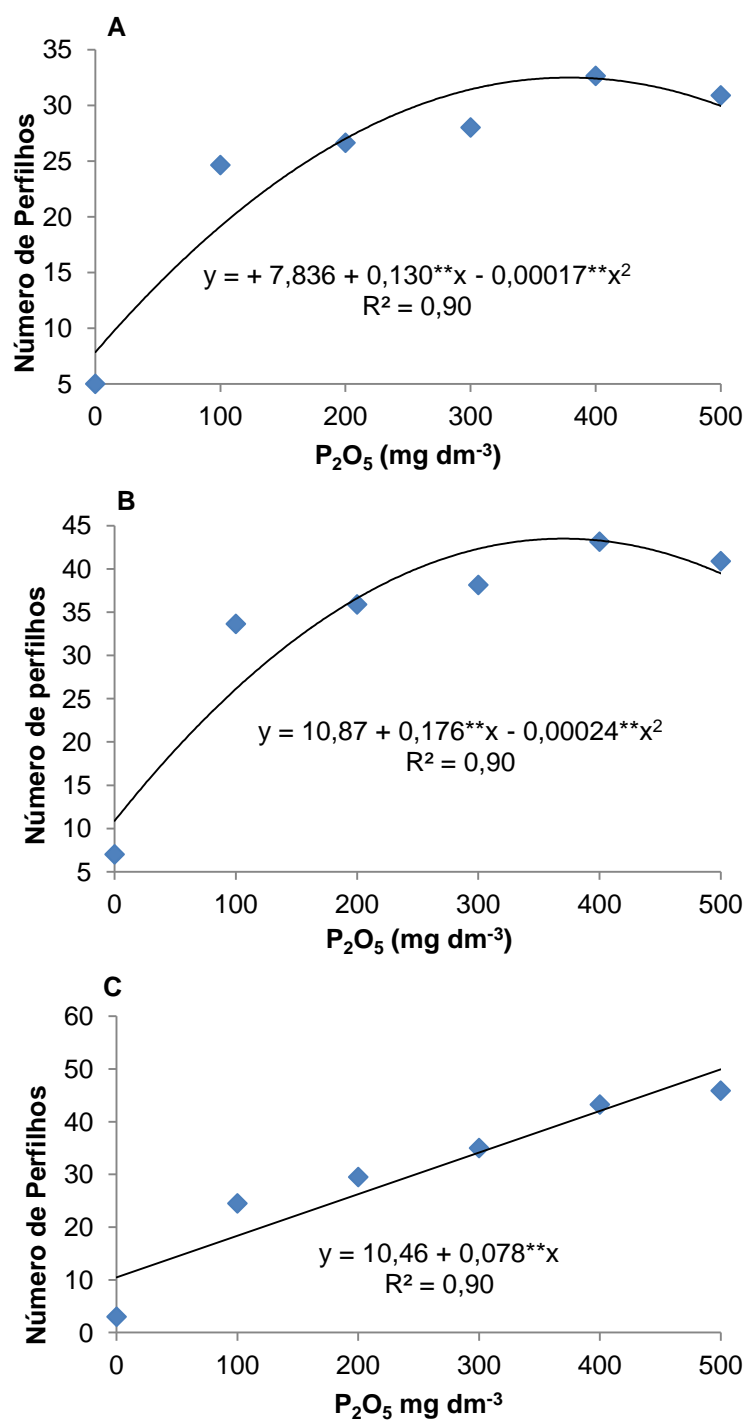
#### 4.4 Número de perfilhos

O número de perfilhos ajustou-se a modelo quadrático de regressão nos dois primeiros cortes realizados em intervalos de 30 dias (Figura 7 A e B). Estimados-se valores de 33 e 43 perfilhos vaso<sup>-1</sup> para as doses de fósforo de 382,35 e 366,67 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

No segundo corte, a eficiência do fosfato natural reativo já pôde ser perceptível, contribuindo para o maior número de perfilhos. Essa resposta da gramínea forrageira corrobora com os resultados observados por Soares e Macedo (1988), onde afirmam que, com o decorrer do tempo, as fontes menos solúveis de fósforo tendem a aumentar a produção pelo aumento de sua reatividade e por apresentarem maior efeito residual.

No terceiro corte da gramínea forrageira o número de perfilhos ajustou-se a modelo linear de regressão (Figura 7 C), estimando-se um acréscimo de 0,078 perfilhos por unidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A maior dose de fósforo permitiu um incremento de 79,05% na produção de perfilhos em relação à ausência da adubação fosfatada.

O aumento do número de perfilhos com a aplicação de fósforo é condizente com os resultados obtidos por Guss et al. (1990), os quais ao avaliarem as doses 45, 90, 180, 360 e 720 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo sobre o estabelecimento de quatro cultivares de Braquiária e observaram que o número estimado de perfilhos correspondente a 90% do perfilhamento máximo foi de 28; 52; 69 e 70 perfilhos vaso<sup>-1</sup> obtidos com aplicação de 309; 282; 335 e 318mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, para a *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. humidicola*, respectivamente.



**Figura 7** – Número de perfilhos no primeiro (A), segundo (B) e terceiro corte (C) do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural Bayóvar em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

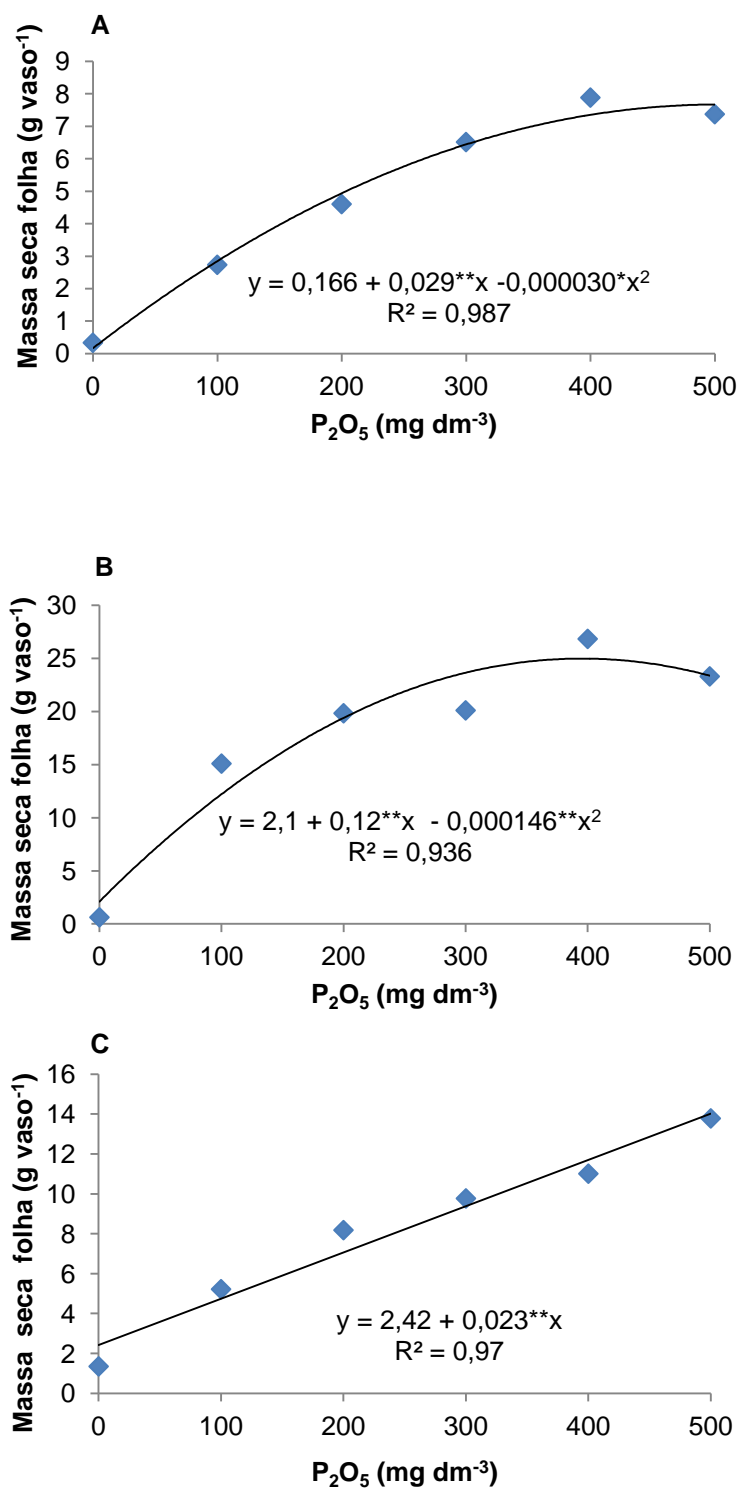
Mesmo sendo de menor solubilidade a fonte de fósforo utilizada conseguiu suprir as necessidades da planta para que esta formasse perfilhos em todas as avaliações realizadas. Considerando que o fósforo desempenha um papel importante no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas, a sua deficiência reduz a taxa de crescimento inicial e o estabelecimento das forrageiras, além de limitar sua capacidade produtiva e persistência das pastagens (LIRA et al., 1994).

Bonfim-Silva et al. (2012) ao avaliarem as características morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob adubação fosfatada utilizando como fonte de fósforo ( $P_2O_5$ ) o fosfato natural reativo Bayóvar nas doses de 0 à  $250 \text{ mg dm}^{-3}$ , verificaram aumento linear no perfilhamento das gramíneas.

Pereira (1997), avaliando a influência da adubação fosfatada e nitrogenada sobre a produção do capim Marandu, relatou que o adubo fosfatado superfosfato simples teve maior efeito sobre o número de perfilhos em relação ao adubo nitrogenado, evidenciando a importância do fósforo no perfilhamento.

#### **4.5 Massa seca de folhas**

A massa seca de folhas ajustou-se a modelo quadrático nos dois primeiros cortes da gramínea forrageira em função das doses de fósforo (Figura 8 A e B). No terceiro corte a produção de massa seca de folhas de capim Piatã ajustou-se a modelo linear de regressão (Figura 8 C).



**Figura 8** – Massa seca de folhas no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\* ; \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade respectivamente.

Franco (2003) encontrou respostas quadráticas de massa seca de folhas do capim Tifton 85 adubado com fosfato Arad em dois períodos de crescimento. Foloni et al. (2008) testando fosfato de rocha para diferentes gramíneas de cobertura também observaram o ajuste a modelo quadrático de regressão para *Brachiaria brizantha*, onde sua maior produtividade foi de  $29,9 \text{ g vaso}^{-1}$  de massa seca de folhas utilizando a dose de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  $300 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Os resultados obtidos do presente estudo estão de acordo com os observados por Rossi e Monteiro (1999), que verificaram efeito significativo das doses de fósforo em solução nutritiva utilizando fonte solúvel de fósforo na produção de matéria seca dos capins *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. "Colonião", mantendo um aumento linear de produção com o aumento das doses de fósforo.

Costa et al. (2008) avaliando a resposta de diferentes fontes de fósforo aplicadas em Latossolo Vermelho distroférico utilizando a *Brachiaria brizantha* como planta indicadora, verificaram que a produção total de massa seca e o acúmulo de fósforo foram mais eficientes com fontes de maior solubilidade, dentre estas o fosfato natural reativo.

O aumento da produtividade da *Brachiaria brizantha* em resposta à adubação fosfatada reforça a importância desses nutrientes para o aumento da produção de massa seca dessa forrageira (PATÊS et al., 2008). Os fertilizantes fosfatados também proporcionam produções significativas de matéria seca (LIRA et al., 1994).

#### 4.6 Massa seca de colmo

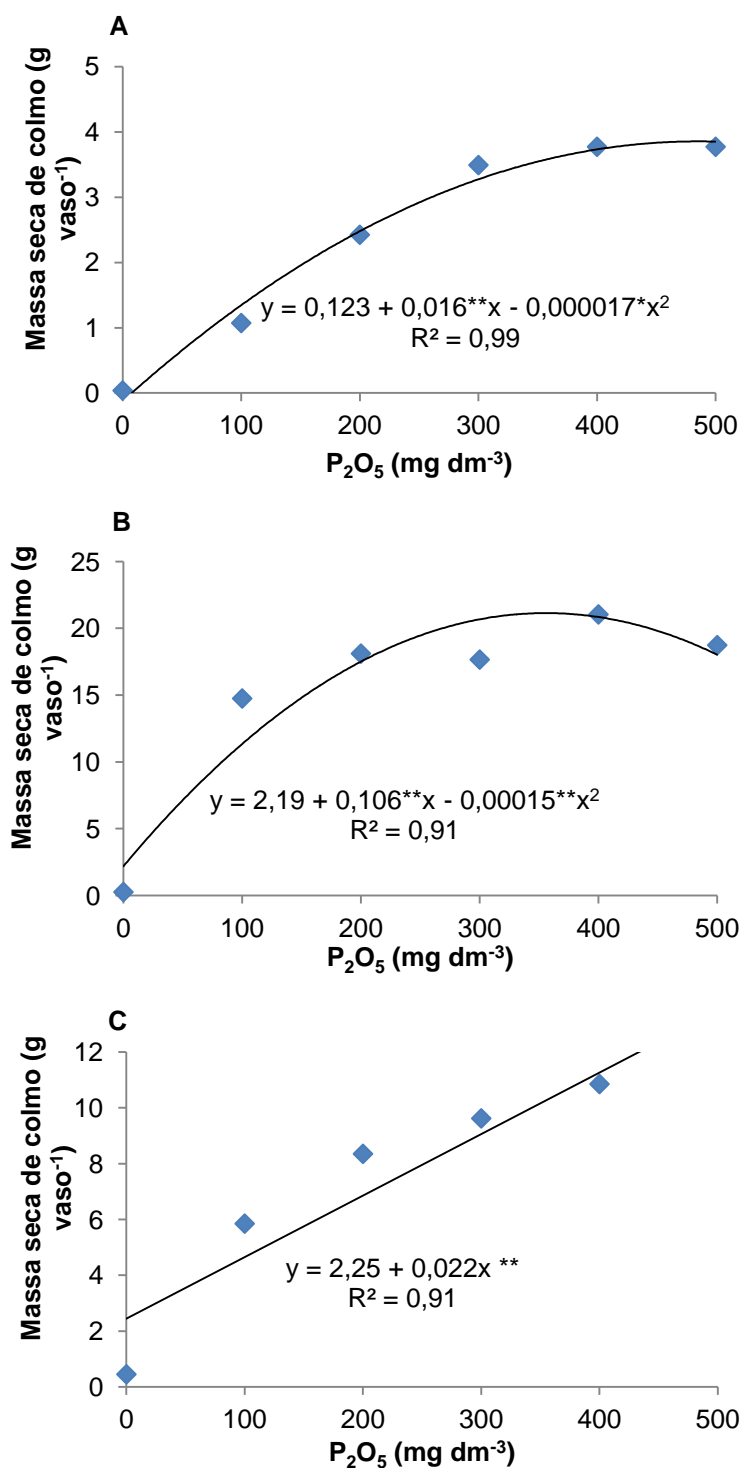
A produção de massa seca de colmos seguiu o mesmo comportamento da produção de massa seca das folhas do capim nos três cortes. No primeiro e segundo cortes, as produções de massa seca dos colmos ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 9, A e B).

No terceiro a produção de massa seca de colmo ajustou-se a modelo linear de regressão (Figura 9 C), estimando-se um acréscimo de 0,022g por unidade de  $P_2O_5$  adicionada. O incremento de 17,34% foi obtido com a maior dose em relação a ausência da adubação com fosfato natural.

A melhor dose de fósforo para massa seca de colmo foi de 470,59 mg  $dm^{-3}$  com o peso máximo de colmo estimado de 4,55 g vaso<sup>-1</sup> obtida no primeiro corte da gramínea. No segundo corte foi observado o maior valor de massa seca de colmo com peso de 20,91 g vaso<sup>-1</sup> na dose de fósforo ( $P_2O_5$ ) de 353,33 mg  $dm^{-3}$ .

Forni et al. (2000) observaram efeito linear para massa seca de colmo ao estudarem estratégias de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio utilizando as gramíneas forrageiras Tanzânia e Mombaça.

A produção de massa seca de colmos mais bainha é um componente relevante para a produção de forragem, por ser um órgão armazenador das substâncias orgânicas nas gramíneas, o que pode interferir na capacidade de rebrotação dos capins (BONFIM-SILVA, 2005).



**Figura 9** – Massa seca de colmo no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\*; \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade respectivamente.

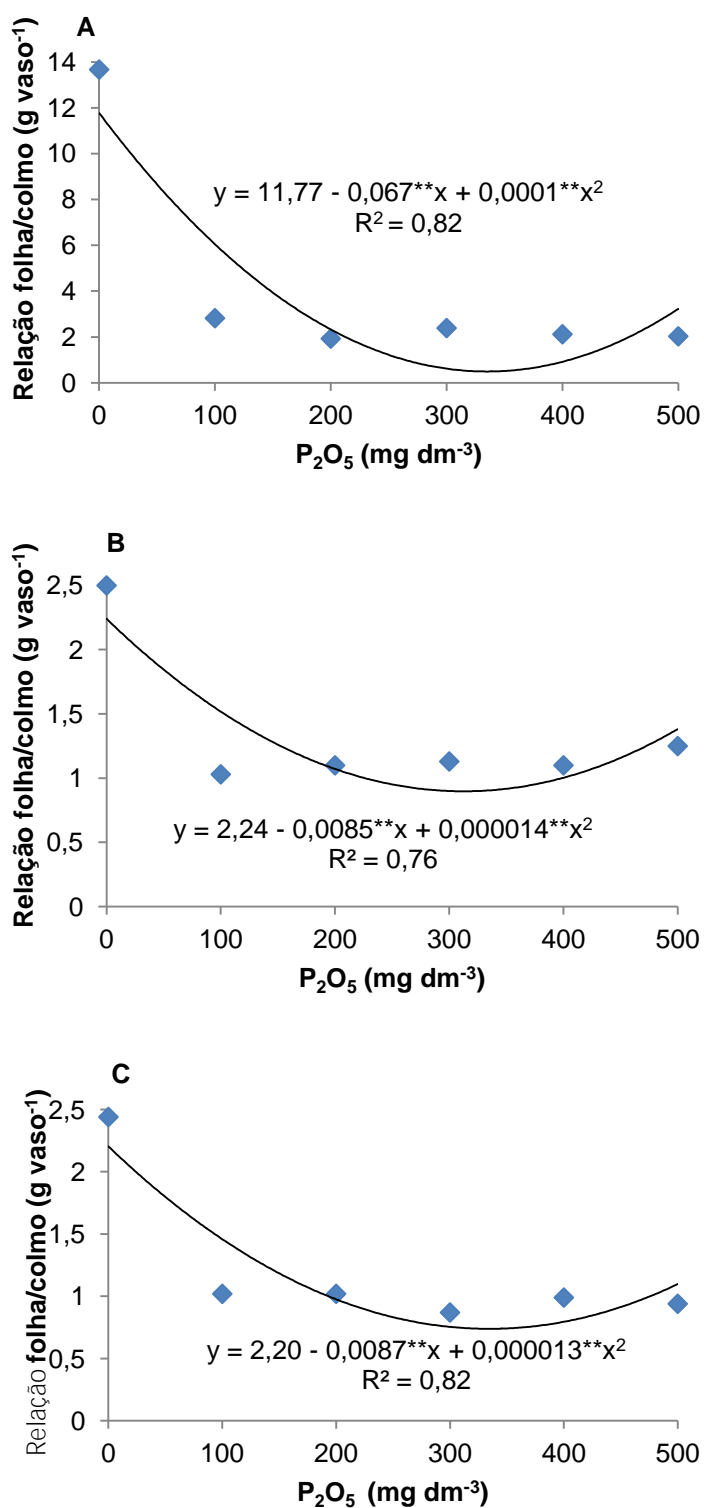
#### 4.7 Relação folha/colmo

Os resultados do presente estudo para a relação folha/colmo no primeiro, segundo e terceiro cortes ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 10 A, B e C). Os pontos de mínima relação folha/colmo do capim Piatã foram de 0,55; 0,95 e 0,74 para as doses de 335; 303,57 e 334,62 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, observados no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. A redução nessa variável ocorreu devido ao efeito da adubação fosfatada que maximizou o desenvolvimento do capim Piatã resultando em aumento na massa de colmo.

As maiores relações folha/colmo foram observadas nos tratamentos com ausência da adubação fosfatada, tal fato pode ser explicado devido ao menor alongamento de colmo.

Pinto et al. (1994), embora com diferentes forrageiras, estabeleceram uma relação folha/colmo de 1,0. Os resultados encontrados no ponto de mínima relação folha/colmo não alcançaram essa relação, o que contribui para decréscimo da eficiência de pastejo. Em contrapartida, as médias observadas para as demais doses ficaram acima do valor estabelecido para a relação folha/colmo de 1,0.





**Figura 10** – Relação folha/colmo do capim Piatã no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado.

\*\* Significativo a 1 de probabilidade.

Em gramíneas de hábito de crescimento ereto, como o capim Piatã, o alongamento do colmo incrementa a produção forrageira, porém interfere na estrutura do pasto, comprometendo a eficiência de pastejo em decorrência do decréscimo na relação folha/colmo, que, segundo Euclides et al. (2000), tem relação direta com o desempenho dos animais em pastejo. A relação folha/colmo é considerada uma das características estruturais de suma importância, pois, junto com a altura de dossel indicam a eficiência de uso da forragem (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

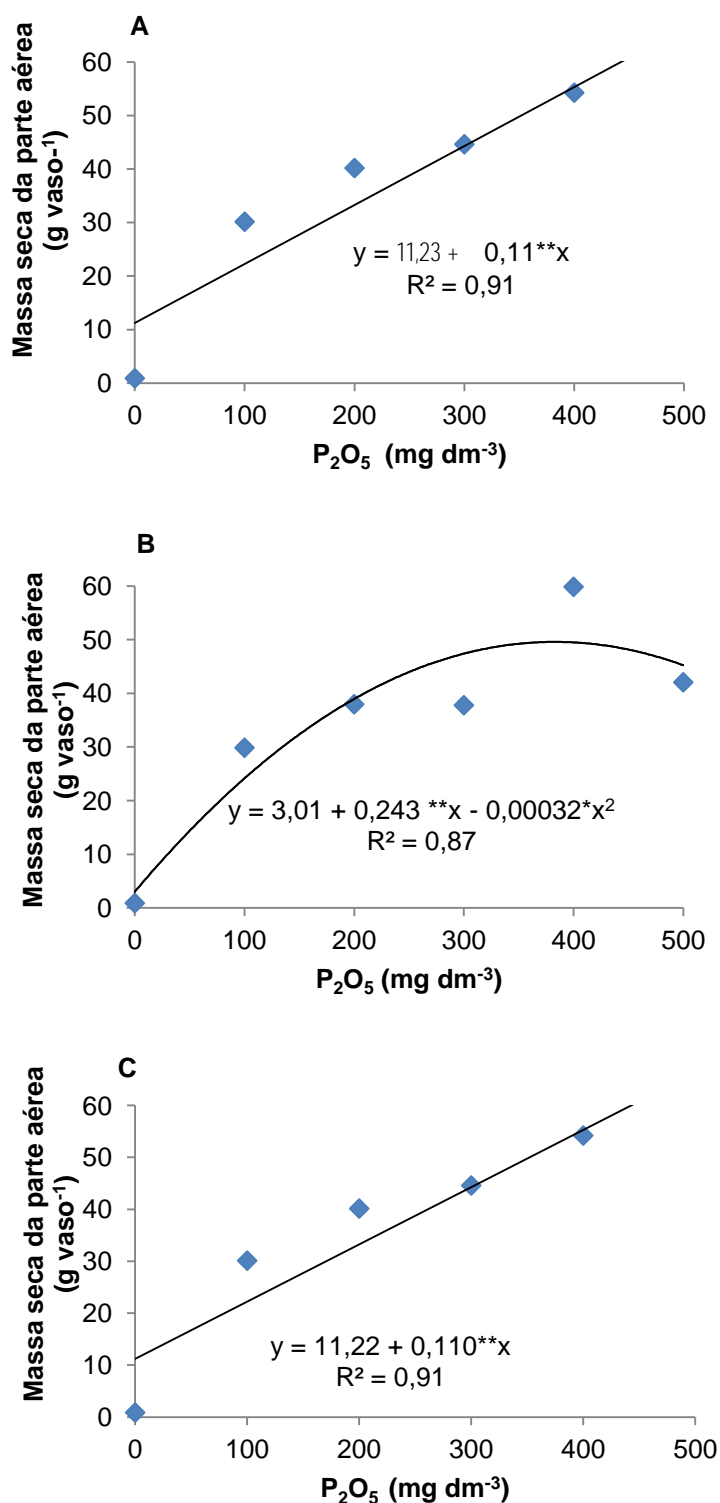
Segundo Bonelli et al. (2011) a relação folha/colmo pode ser utilizada como um indicador do valor nutritivo da planta, plantas com maior relação apresentam maior valor nutritivo. As porções verdes da planta são as mais nutritivas da dieta e consumidas preferencialmente pelos animais (WILSON; T'MANNETJE, 1978).

Segundo esses autores, alta relação folha/colmo representa forragem com elevados teores de proteína, digestibilidade e consumo, além de conferir à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte. Em condições de pastejo, o consumo é influenciado pela disponibilidade de forragem e pela estrutura da vegetação como a relação folha/colmo.

#### **4.8 Massa seca da parte aérea**

Os resultados de produção para massa seca da parte aérea no primeiro e terceiro corte ajustaram-se a modelo de regressão linear (Figura 11 A e C) onde verificou-se um aumento de 96,68 e 98,60% na massa seca da parte aérea em comparação à ausência da adubação fosfatada, respectivamente.

No segundo corte houve ajuste ao modelo quadrático de regressão sendo a produção máxima obtida com a dose de fósforo de 379,69 mg dm<sup>-3</sup> (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) com 49,14 g vaso<sup>-1</sup> (Figura 11 B).

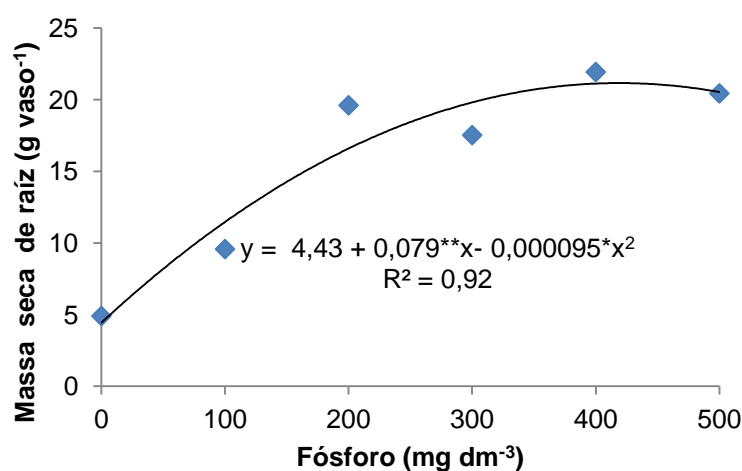


**Figura 11** – Massa seca da parte aérea no primeiro (A), segundo (B) e terceiro (C) corte do capim Piatã em função de doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado.

**\*\***; **\*** Significativo a 1 5 % de probabilidade respectivamente.

#### 4.9 Massa seca de raiz

A massa seca de raiz ajustou-se a modelo quadrático de regressão em função das doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) (Figura 12). A melhor dose de fósforo estimada para massa seca de raiz foi de 415,79  $mg\ dm^{-3}$  e de peso máximo de 20,85  $g\ vaso^{-1}$ .



**Figura 12** – Massa seca de raiz no terceiro corte em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado. \*\*, \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade respectivamente.

O fósforo proporciona aumento de raízes e desenvolvimento de plantas, melhorando a eficiência na utilização de água, pois tem um papel importante no desenvolvimento radicular e perfilhamento das gramíneas, principalmente na fase de implantação (REZENDE et al., 2010).

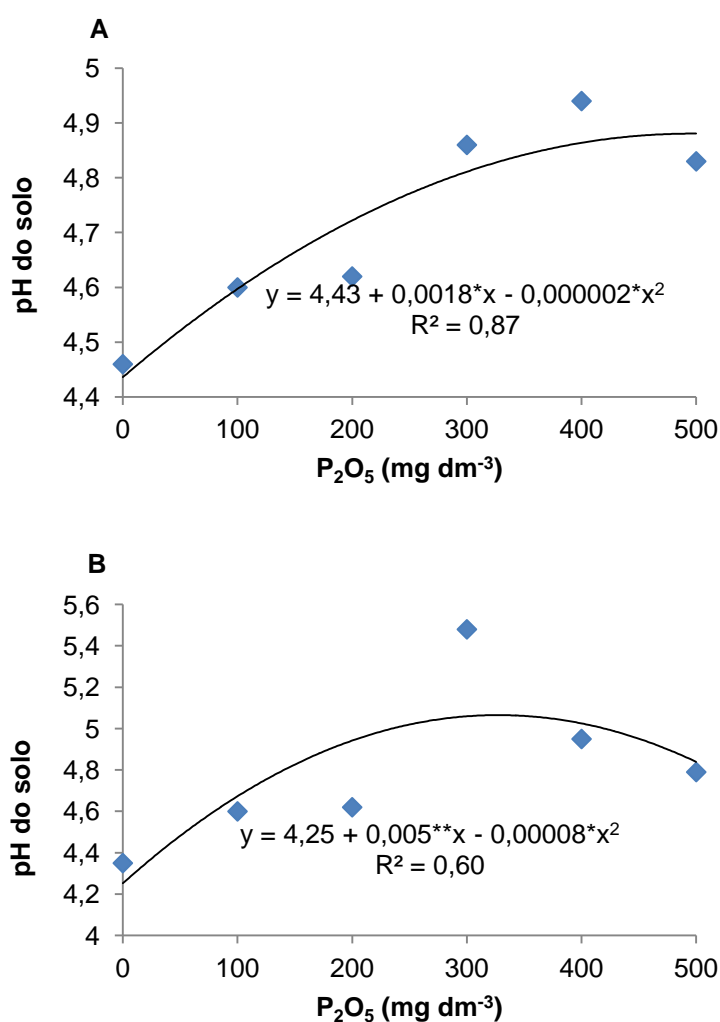
A baixa disponibilidade de fósforo limita o crescimento das plantas forrageiras, reduzindo a produtividade das pastagens, pois de acordo com Oliveira et al. (2007) e Foloni et al. (2008), o fósforo é o nutriente que, após o nitrogênio, mais limita a produção de forragem na sua ausência.

Segundo Cantarutti et al. (2002) para as gramíneas forrageiras, o fósforo é um dos nutrientes mais importantes no estabelecimento de uma pastagem, pois é responsável pelo desenvolvimento radicular devido a

intensa atividade meristemática, além de ser essencial para a divisão celular, pelo seu papel na estrutura dos ácidos nucléicos.

#### 4.10 pH do solo

O pH do solo não apresentou diferença significativa por ocasião do primeiro corte das gramíneas forrageiras. No entanto, por ocasião do segundo e terceiro corte o pH ajustou-se a modelo quadrático de regressão em função das doses de fósforo (Figura 13 A e B).



**Figura 13** – pH do solo no segundo (A) e terceiro (B) corte em função das doses de fósforo utilizando como fonte o fosfato natural em Latossolo Vermelho de Cerrado. \*\*, \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade respectivamente.

O maior valor de pH para o segundo corte foi de 4,84 obtido com a dose de  $450 \text{ mg dm}^{-3}$  de fósforo. No terceiro corte o maior valor estimado de pH foi de 5,03 com a dose de  $312,5 \text{ mg dm}^{-3}$  de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Os resultados observados no presente estudo apontam que as fontes de fosfato natural por possuírem quantidades significativas de cálcio e ajudam a eliminar os íons de hidrogênio e neutralizar o alumínio, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento radicular favorecendo o crescimento das plantas (MALAVOLTA; 2006).

## 5 CONCLUSÕES

O fosfato natural reativo Bayóvar apresenta resultados satisfatórios tanto para implantação (primeiro corte) quanto para o estabelecimento do capim Piatã (segundo e terceiro cortes);

A adubação com fosfato natural reativo Bayóvar nas doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) entre 300 e 400 mg  $dm^{-3}$  proporcionam as melhores respostas para o desenvolvimento e produção do capim Piatã cultivado em Latossolo Vermelho de Cerrado;

O Capim Piatã apresenta respostas positivas à aplicação do fosfato natural reativo como fonte de fósforo podendo ser uma alternativa para adubação fosfatada em Latossolo Vermelho de Cerrado.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. C. R. de. **Combinação de doses de fósforo e magnésio na produção e nutrição de duas braquiárias**. 1998. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

BARROW, N.J. Reaction of anions and cations with variable – charge soil. **Advances in Agronomy**, 1985. 38:183p.

BONELLI, E. A.; BOMFIM-SILVA.; E. M.; CABRAL.; C. E. A. CAMPOS, J. J.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; POLIZEL, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.3, p.264-269, 2011.

BENETT, C. G. S.; SILVA, K. S.; YAMASHITA, O. M.; FILHO, M. C. M. T.; GARCIA, M. P.; NAKAYAMA, F. T.; BUZETTI, S. Produção de *Brachiariabrizanthasob* doses crescentes de fósforo. **Omnia Exatas**, v.2, n.1, p.17-25, 2009.

BENÍCIO, L. P. F. **Rejeitos de rochas fosfáticas no desenvolvimento e no teor de nutrientes em *Brachiaria brizantha***. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2012.

BONFIM-SILVA, E. M. **Nitrogênio e enxofre na recuperação de pastagem de capim-Braquiária em degradação em Neossolo Quartzarênico com expressiva matéria orgânica**. Tese (Doutorado em Agrônoma) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, 2010.

BONFIM-SILVA, E. M.; SANTOS, C. C.; FARIAS, L. N.; VILARINHO, M. K.C.; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, T. J. A. Características morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com Fosfato natural reativo em solo de cerrado. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 166-171, maio-agosto, 2012.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, jul./ago. 2006.



BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T.J.A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p 909-317, 2007.

BRASIL, C ; MURAOKA, T. Comparação de extratores de fósforo em solos da Amazônia Central. In: **Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo**, 25, Vicoso, resumos expandidos SBCS/UFV, 1995, Vicoso, 1995. v. 2. p. 980-982.

CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; RESENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; BRAGA, J.M.; GOMEDE, J.A.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, v.64, n.11, p.257-271, 2002.

COSTA, S.E.V.G.A; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; SILVA, TO.; SILVA, T.R. Crescimento e nutriçã da Braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, 2008.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.4, p.121-138, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

DRUDI, A.; BRAGA, A. F. Níveis de fósforo, enxofre e micronutrientes na recuperação de pastagens degradadas em solos arenosos na região norte do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.3, p.1317-1322, 1990.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria. **Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA, 2006. 412p.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria. Embrapa apresenta o capim Piatã na Agrishow 2007 em Ribeirão Preto-SP. Disponível em <http://www.embrapa.br> acesso em 05 de outubro de 2013.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Piatã cultivar de *Brachiaria Brizantha* 2009**. Disponível em <http://www.snt.embrapa.br> acesso em 05 de outubro de 2013.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P. Animal performance and productivity of new ecotypes of *Brachiaria brizantha* in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Ireland; United Kingdom. **Offered papers**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 106.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V.; OLIVEIRA, M. P. Produção de forragem e características estruturais de três cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000 (supl.2).

FERREIRA, D.F. SISVAR um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p.36-41, 2008.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; JÚNIOR, J. A. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.1147-1155, 2008.

FONTES, M.P.F. e WEED, S.B. Phosphate adsorption by clays from Brazilian Oxisols: relationships with specific surface area and mineralogy. **Geoderma**, v. 72, p. 37-51, 1996.

FORNI, S. et al. Efeito de estratégias de adubação com NPK sobre a produção, qualidade e estrutura dos cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. Resumo 0702. CDROM.

FRANCO, H.C.J. **Avaliação agrônômica de fontes e dose de fósforo para o capim tifton-85**. 2003. 96p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - Campus Jaboticabal, Jaboticabal, 2003.

GOEDERT, W.; LOBATO, E. Eficiência agrônômica de fosfatos em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 15 n.3, p. 311-318, Brasília, 1980.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57

GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Florestais 1995. 23 p. (Documentos Florestais, 15).

GREMILLION, L.R., McCLELLAN, G. H. Evaluation of Phosphatic Raw Materials In: KHASAWNEH, F.E., SAMPLE, E.C. KAMPRATH, E. J. 9 (eds). **The Role of Phosphorus in Agriculture**. Madison, America Society Agronomic Inc.,1980. 43- 80p. Cap.3.

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; LIMA, E. V.; GAMA, M A. P.; SILVA, A. L. P. Fosfato natural de Arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizanta* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista Ciências Agrárias**, n. 52, p. 117-129, 2009

GUSS, A. et al. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físicoquímicas distintas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.4, p.278-289, 1990.

HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. **Advances in Agronomy**, 1984.37:249-315p.

HAYNES, R.J.; MOKOLOBATE, M.S. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.59, p. 47-63, 2001.

KAMINSKI, J. ; PERUZZO, G. Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Santa Maria : Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria, RS, 1997. **Boletim técnico 3**.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. Viçosa: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 829 - 837, 2006.

LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007.

LIRA, M.A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A.P.M. Estabilidade de resposta do capim Braquiária (*Brachiaria decumbens* ) sob níveis crescentes de

nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.1151-1157, 1994.

MACIEL, G. A. COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. capim-Marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 227-233, 2007.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo: EPU, 1985. p. 97-116

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.edição. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319 p.

MELLO, F. de A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: NOBEL, 1983. 400 p

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo na planta. In: NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. p. 255-270.

NOVAIS, R.F. **Utilização de fosfatos naturais de baixa reatividade**. In: RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G, ALVAREZ V., V.H., Eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.62-64.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, J. T. ; NUNES, F. N. . Fósforo. In: NOVAIS, R.F. DE; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa(MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550

OLIVEIRA, P.P.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, 2007.

PARFITT, R. L. Anion adsorption by soils and soil materials. *Adv. Agron.*, 30:1- 50, 1978. In: ALVAREZ V.,V. H. et al., *Enxofre : Módulo IX. Curso de Fertilidade e Manejo do Solo*. Editora UFV:Viçosa.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. ; OLIVEIRA, A.C.; FONCÊCA, M. P.; VELOSO, C. M. Produção e valor nutritivo do capim-

tanzâniafertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p.1934-1939, 2008.

PEREIRA, L.A.F. **Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção, a composição química e a rebrota do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf. cv. Marandu)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

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

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p

RAJAN, S.S.S.; WATKINSON, J.H.; SINCLAIR, A.G. Phosphate rocks for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.57, p.78-159, 1996.

REZENDE, A. V.; LIMA, J. F.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; FARIA JUNIOR, D. C. N. A.; BARBOSA, L. A. BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, 2010.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; ALVES, V. M .C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho cultivado em solo da região do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.3, p.453-466, 2006.

RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 2000. 369p.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F.A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colômbia. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4. p.1101-1110, 1999.

SAMPLE, E.C. et al., Reaction of phosphate fertilizers in soils. In: NOVAIS, R. F. DE; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. Viçosa – MG: UFV, DPS; 1999.

SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. (Coords.). The role of phosphorus in agriculture. Madison: **American Society of Agronomy**, 1980. p.361-410.

SANYAL, S.K.; De DATTA, S.K. Chemistry of phosphorus transformations in soil. *Adv. Soil Sci.*, 16:1-120, 1991. In: NOVAIS, R. F. DE; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. Viçosa – MG: UFV, DPS; 1999.

SANCHEZ, P.A.; UEHARA, G. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In: KHASAWNEH, F.E. et al. (Ed.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: ASA, 1980. p.471- 514.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p

SOARES, W.V. & M.C.M. MACEDO. 1988. Eficiência de fontes de fósforo para forrageiras em solos ácidos. p.57-64. In W.J. Goedert & F.A. Dias Filho (Eds). **Relatório bienal 1986/87** - Convênio Embrapa/Petrofertil. Brasília. 176 p.

SOUZA, E.C.A. **Uso agrônômico do fosfato natural**. 2. ed. rev. São Paulo: Unesp, 1996.

SOUZA, M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região de cerrado. In: **Anais...** do simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira, Piracicaba: Potafos/Anda, 2004

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. p. 367-382

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T. & CANTARELLA, H Forrageiras. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, **Instituto Agrônômico de Campinas, 1996. p.263-273** (Boletim Técnico, 100).

WILSON, J.R.; tMANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel grass and green panic leaves in swards. **Australian Journal Agricultural Research**, v.29, p.503-519, 1978.