



Fontes de fósforo e saturação por bases na produção de capim marandu em latossolo amarelo

Sources and match saturation in production in yellow grass marandu latosol

Jessivaldo Rodrigues Galvão¹, Rita de Cassia Zacarielo Tofoli², Pedro Paulo da Costa Alves Filho³, Daniel Pereira Pinheiro⁴, Rosemiro dos Santos Galate⁵

RESUMO - A maioria das pastagens cultivadas na Amazônia, e principalmente na região nordeste do Estado do Pará estão implantadas em solos com baixos teores de nutrientes, especialmente P, S, Ca e Mg; acidez elevada, toxidez de Al, baixos valores de soma de bases, saturação por bases e CTC. Todos esses fatores diminuem o crescimento e desenvolvimento das plantas, necessitando de calagem e adubação com fertilizantes fosfatados. Este trabalho teve por objetivo avaliar a produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada em Latossolo Amarelo distrófico em resposta à aplicação de diferentes fontes de fósforo e níveis de saturação por bases. O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em arranjo fatorial 4 x 4. Os tratamentos consistiram da aplicação de corretivo da acidez que elevou a saturação por bases para os níveis de 20%, 45,4%, 67,4% e 78,2%; e duas fontes de fósforo (superfosfato triplo, fosfato reativo, respectiva combinação 1:1 de superfosfato triplo com fosfato reativo, e tratamento controle). A elevação dos níveis de saturação por bases e a aplicação das fontes de fósforo, aumentaram a massa seca da parte aérea da gramínea, se destacando o tratamento com superfosfato triplo como fontes de fósforo na saturação por bases de 48%, como mais promissor.

Palavras-chave – fertilidade, *Brachiaria brizantha*, calagem, fosfatagem.

ABSTRACT - The soil of most sown pastures in Amazonia is highly acidic and has little available phosphorus, requiring liming and P fertilization. The purpose of this study was to evaluate the production of *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, grown in Hapludox with different P sources and saturation levels. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized, 4 x 4 factorial design, with four replications. The treatments consisted of liming inducing different levels of base saturation (20%, 45,4%, 67,4% e 78,2%) and fertilization with four P sources (triple superphosphate, reactive phosphate, triple superphosphate, and reactive phosphate), plus one control treatment. All tested saturation levels and P sources increased the shoot dry matter accumulation, reaching highest yields with the application of triple superphosphate + reactive phosphate at 45% base saturation.

Keywords – fertility, *Brachiaria brizantha*, liming, phosphate.

*Autor para correspondência

Recebido em 02/09/2014 e aceito em 20/09/2014

¹Engenheiro Agrônomo Doutor em Ciências Agrárias, com ênfase em Agroecossistemas Amazônicos. lotado no Instituto de Ciências Agrárias. E-mail: jessigalvao@yahoo.com.br

² graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia(2001) e mestrado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia(2006)

³ Possui graduação em andamento pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2011). Atualmente é estudante da Universidade Federal Rural da Amazônia.

⁴ Professor Assistente I da Universidade Federal Rural da Amazônia

⁵ Professor Associado I da Universidade Federal Rural da Amazônia

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, os dados do Censo Agropecuário de 2006 indicam um rebanho bovino com 31.936.849 cabeças que corresponde a 18,61% do rebanho nacional. O Estado do Pará, localizado na Amazônia Oriental, detém 13.726.598 cabeças, ou 8% do rebanho nacional e 43% do rebanho da Região Norte (IBGE, 2010). O sistema de produção pecuária nas diferentes regiões do Estado do Pará varia em função das inovações tecnológicas, sendo que nas microrregiões da região nordeste do estado é praticada uma pecuária caracterizada por áreas de pastagens cultivadas com gramíneas forrageiras, com baixa a média produtividade cultivadas em solos com baixa fertilidade (MATTOS *et al.*, 2010).

Na maioria das áreas, esses solos são classificados como Latossolos, classe predominante na Região Amazônica, com baixos teores P, S, Ca, Mg e K, acidez elevada, baixos valores de soma de bases e de saturação por bases, e alto teor de Al tóxico, que diminuem o crescimento e desenvolvimento das plantas (FALCÃO; SILVA, 2004; LEHMANN *et al.*, 2001).

Entre os nutrientes considerados limitantes para pastagens cultivadas na Amazônia, está o fósforo (P) (DIAS-FILHO, 2011), importante no crescimento e atividade do sistema radicular, perfilhamento das gramíneas, valor nutritivo da forragem, e fundamental para as plantas na absorção de nitrogênio em condições de baixa disponibilidade deste nutriente (SANTOS *et al.*, 2009). Assim, se torna necessário a reposição deste nutriente por meio da adubação fosfatada (PINHEIRO *et al.*, 2014).

A eficiência da adubação fosfatada pode depender da reatividade das fontes, as quais são enquadradas em baixa, média e alta solubilidade (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V, 1999).

O fosfato natural reativo (FR) é classificado como fosfato de baixa solubilidade, e nos últimos anos ele tem sido muito utilizado na adubação de pastagens, pois pode aumentar a produção de forragem de *Brachiaria brizantha* quando comparado a fontes de P₂O₅ mais solúveis, como por exemplo o superfosfato triplo (alta solubilidade) (GUEDES *et al.*, 2009). Entretanto, trabalhos comparando estas diferentes fontes de P₂O₅ relatam que as maiores produções de forragem de *B. brizantha* ocorrem com a utilização do superfosfato triplo (SFT) por apresentar maior teor de P solúvel (COSTA *et al.*, 2008; MACIEL *et al.*, 2007; LIMA, FIDELIS; COSTA, 2007). Entretanto, estes mesmos autores verificaram que ação combinada de FR+SFT também promoveram incrementos na produção de forragem de *B. brizantha*, pois a fonte mais solúvel (SFT) disponibilizaria imediatamente o P para as plantas, enquanto o FR seria solubilizado lentamente pela ação acidificante do solo, promovendo uma reserva de P em médio e longo prazos (SOUZA *et al.*, 2007).

Os solos tropicais representam um forte dreno para o fósforo solubilizado, devido à elevada capacidade de fixação desse nutriente, em função dos elevados teores de argilas não silicatadas, tais como os óxidos ou hidróxidos de Fe-Al (NOVAIS; SMITH, 1999), que associado à acidez elevada, diminuem a disponibilidade de fósforo.

Isso justifica a necessidade da aplicação de material corretivo da acidez, como o calcário (PÁDUA; SILVA; MELO, 2006).

Deste modo, a aplicação do fósforo associada à calagem pode influenciar na produção de forragem de *B. brizantha*, o que dependerá das características do solo, das quantidades de calcário e fontes de fósforo utilizadas e da tolerância das plantas às condições de acidez do solo. Porém no manejo da adubação é necessário verificar qual fonte de P, utilizada em condições de solo corrigido quanto à sua acidez, é a melhor do ponto de vista técnico-agronômico e econômico para obtenção de ótimos rendimentos de forragem, com menor custo de produção.

Este trabalho avaliou a produção de forragem do ponto de vista técnico-agronômico e econômico de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada sob diferentes fontes de fósforo e níveis de saturação por bases.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a junho de 2005, em condições de casa-de-vegetação no campus da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará. Utilizou-se no experimento amostras de um solo classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico, textura franco-arenosa, coletado na camada de 0-0,20 m de profundidade, em propriedade rural denominada sítio Tatulândia, localizado no km 15 da rodovia PA 150, Abaetetuba, Pará, Brasil. O resultado da análise química do solo, apresentou: pH (H₂O) = 4,82; P (Mehlich-1) = 1,77 mg dm⁻³; K⁺ (Mehlich-1) = 0,11 cmol_c dm⁻³; Na⁺ (Mehlich-1) = 0,04 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² (em KCl 1 mol L⁻¹) = 0,52 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² (em KCl 1 mol L⁻¹) = 0,65 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (em KCl 1 mol L⁻¹) = 1,03 cmol_c dm⁻³; H+Al (em Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹) = 5,37 cmol_c dm⁻³; e a partir dos resultados foram calculadas a Soma da bases trocáveis (SB) = 1,32 cmol_c dm⁻³, CTC_{total} = 6,69 cmol_c dm⁻³ e Saturação por bases (V%) = 19,73%. Quanto à interpretação dos resultados da análise química do solo, verificou-se: pH (H₂O) acidez elevada; P, K⁺, Ca⁺², Na⁺, SB e V% baixo; Mg⁺² e CTC médio, Al³⁺ e H+Al alto (RIBEIRO; GUIMARÃES, ALVAREZ V, 1999). O resultado da análise granulométrica, determinado pelo método da pipeta, apresentou 144 g kg⁻¹ de argila, 164 g kg⁻¹ de silte e 692 g kg⁻¹ de areia. O solo coletado foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira com malha de 4 mm, em seguida, colocado em vasos plásticos, com volume de 5 dm³.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de saturação por bases (V%): 20% (original do solo), obtenção dos níveis de 45,4%, 67,4% e 78,2% utilizando como fonte uma mistura de carbonato de cálcio (CaCO₃ p.a) e carbonato de magnésio (MgCO₃ p.a), na relação estequiométrica de 3:1. As doses de corretivo aplicadas tinham o objetivo inicial de elevar a V% para os níveis de 60%, 80% e 100%, mediante a aplicação das doses equivalentes a 2,71 t ha⁻¹, 4,04 t ha⁻¹, e 5,37 t ha⁻¹ do corretivo, respectivamente, calculadas conforme (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V, 1999).

O corretivo foi incorporado ao solo de cada vaso, permanecendo incubado por um período de 45 dias, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo para que no solo ocorresse a reação química do corretivo. Após esse período foi adicionada as fontes de P_2O_5 de acordo com os tratamentos estabelecidos, na dosagem de $100 \text{ mg } P_2O_5 \text{ kg}^{-1}$ de solo, que corresponde à aplicação de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

As fontes de P_2O_5 utilizadas foram: fosfato reativo de Arad (FR) e superfosfato triplo (SFT), dispostas em quatro tratamentos: Sem aplicação de fertilizante (controle); FR; SFT; e combinação das duas fontes, SFT + FR. O superfosfato triplo foi escolhido por apresentar a maior parte do fósforo solúvel em água (41%) e pronta disponibilidade, enquanto o fosfato reativo de Arad por apresentar menor teor de P solúvel (10-12%) e disponibilizar o P lentamente para a solução do solo (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V, 1999).

Em todos os vasos foi aplicada uma adubação com micronutrientes, na dosagem de 1 mg de B; 1 mg de Cu; 0,1 mg de Mo; e 2,5 mg de Zn, por kg de solo, respectivamente nas formas de H_3BO_3 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ e $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Devido à baixíssima concentração de P no solo foi aplicado $10 \text{ mg de } P_2O_5 \text{ kg}^{-1}$ de solo no tratamento controle, na forma de SFT, a fim de assegurar a produção de biomassa suficiente para as análises químicas necessárias ao experimento.

Após a incorporação das fontes de P_2O_5 e adubação com micronutrientes foi efetuada a semeadura de *Brachiaria brizantha* cv Marandu (capim-marandu), com quinze sementes por vaso, e após o desbaste foi deixado apenas quatro plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida a 70% do volume total de poros do solo, mediante pesagens diárias dos vasos, ajustando o peso com água destilada.

Em todos os vasos, foi efetuada uma adubação nas doses de $210 \text{ mg de N kg}^{-1}$ e $255 \text{ mg de K kg}^{-1}$ de solo, logo, a aplicação de N correspondeu a 420 kg ha^{-1} e a de K de 510 kg ha^{-1} . Utilizaram-se como fontes a uréia e o cloreto de potássio, respectivamente, parceladas em três aplicações. A primeira aplicação foi realizada doze dias após o semeio, após as plântulas emitirem o segundo folíolo, posteriormente a segunda e a terceira aplicação foram realizadas após o primeiro e segundo corte da parte aérea do capim-marandu.

Os cortes da parte aérea foram realizados a 6 cm acima da superfície do solo, com o primeiro corte realizado aos 46 dias após a emergência das plântulas, e os demais, 35 dias após cada corte, totalizando três cortes. O material vegetal coletado da parte aérea de capim-marandu, foi lavado com água destilada e colocado em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5^\circ\text{C}$), até atingir peso constante. Em seguida foi determinada a massa seca de parte aérea, utilizando uma balança eletrônica de precisão. O material vegetal da parte aérea colhido nos três cortes, após secagem foi somado constituindo a produção de massa seca acumulada (MSA) obtida em três cortes de avaliação.

Os dados obtidos de MSA foram submetidos à análise de variância, e nos casos de significância ($p < 0,05$), procedeu-se ao estudo de análise de regressão e realizada

a derivação das equações, para determinação dos valores de produção máxima de MSA (ponto máximo físico). O programa estatístico utilizado para o auxílio das análises foi o SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

Como a produção máxima de MSA pode não representar o nível mais econômico em determinado nível de V%, realizou-se o cálculo dos incrementos decrescentes para definir o valor pontual de V% mais econômico. Esse ponto coincide onde o incremento dos custos relacionados aos corretivos (já aplicados) se equipara aos incrementos dos ganhos em valor da produção de MSA (RAIJ, 1991).

O valor de V% econômico foi calculado conforme descrito em trabalho realizado por Natale *et al.* (2011), com base na derivada da equação de regressão entre os níveis de saturação por bases do solo e a produção máxima de MSA, tornando-a igual à relação de troca, ou seja, $dy/dx = b + 2ax =$ relação de troca. A dose econômica (x') é então calculada por: $x' = \frac{b - \text{relação de troca}}{2 \cdot (-a)}$. A relação de troca apresentada

na equação foi obtida com a seguinte relação de equivalência: preço do kg de calcário/preço kg de boi vivo. O preço do kg de calcário (R\$ 0,40) foi obtido utilizando o preço de mercado encontrado nos estabelecimentos comerciais da região nordeste do estado do Pará, no mês de junho de 2013. O preço do kg do animal vivo (R\$ 5,99) foi obtido por meio da cotação de preços da @ = 15 kg (R\$ 88,00) paga na região Nordeste do Estado do Pará no mês de junho de 2013 (SCOTCONSULTORIA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de P_2O_5 utilizadas e os níveis de saturação por bases do solo (V%), influenciaram ($p < 0,05$) a produção de massa seca acumulada (MSA) das plantas de *Brachiaria brizantha* cv Marandu (capim-marandu). As equações de produção que representam a resposta da produção de MSA em função dos níveis de saturação por bases em cada fonte de P_2O_5 ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático (Figura 1).

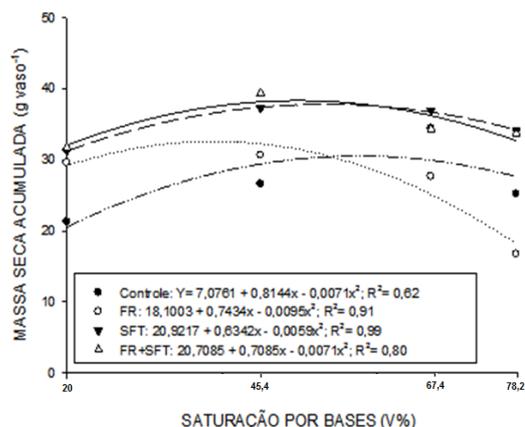


Figura 1 - Produção de massa seca acumulada (MSA) de parte aérea de capim-marandu cultivado em diferentes níveis de saturação por bases e fontes de P_2O_5 .

As maiores produções de MSA foram obtidas com as fontes combinadas de fosfato reativo + superfosfato triplo (FR+SFT) seguida de superfosfato triplo (SFT). Para o FR+SFT a produção máxima de MSA (38,4 g) foi obtida com o valor de V% igual a 49,9%. Quanto à utilização da fonte SFT, a produção máxima de MSA (38,0 g) foi obtida com o valor de V% igual a 53,7%.

Ao utilizar apenas o fosfato reativo (FR) no valor de V% igual a 39,1 a produção máxima de MSA obtida

foi de 32,6 g. No tratamento controle a máxima produção de MSA (30,4 g) foi obtida com a V% de 57,4%.

Os níveis econômicos de saturação por bases (V%), calculados com base na derivada da equação de regressão entre os níveis de saturação por bases do solo e a produção de MSA, onde se obtêm a produção econômica máxima de MSA, produção de MSA obtida com o menor nível de V% e os incrementos na produção de MSA em função dos tratamentos estão apresentados na Tabela 1

Tabela 1 – Saturação por bases do solo (V%) que se obtêm a produção econômica máxima de MSA (A), produção econômica máxima de MSA (B), produção de massa seca acumulada com a V de 20% (C), aumento de produção (B-C), e porcentagem de incremento de capim-marandu com a utilização de diferentes fontes de P₂O₅.

| Tratamento | V% Econômica (A) | Produção econômica máxima de MSA (B) | Produção com V= 20% (C) | Aumento de produção (B-C) | Incremento |
|------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|------------|
| | % | g | g | | % |
| Controle | 52,6 | 30,3 | 7,1 | 23,2 | 326,8 |
| FR | 35,6 | 32,5 | 18,1 | 14,4 | 79,6 |
| SFT | 48,1 | 37,8 | 20,9 | 16,9 | 80,9 |
| FR+SFT | 45,2 | 38,2 | 20,7 | 17,5 | 84,5 |

Com a utilização das diferentes fontes de P₂O₅ os resultados de produção econômica máxima de MSA apresentaram comportamento semelhante aos obtidos para a produção máxima de MSA, seguindo a ordem decrescente: FR+SFT > SFT > FR > controle.

Com base na Tabela 1, pode-se verificar que a utilização das fontes FR+SFT ou SFT na V% igual a 20, apresentaram resultados próximos quanto à produção de MSA. Neste caso, do ponto de vista técnico onde a prática da calagem não seria realizada, a utilização de FR+SFT seria a opção de uso mais adequado, pois a fonte mais solúvel (SFT) disponibilizaria imediatamente o P para as plantas, enquanto o FR seria solubilizado lentamente por meio da ação acidificante do solo, formando uma reserva de P que será liberada gradualmente para as plantas (SOUZA *et al*, 2007). Com a utilização isolada do SFT em baixos valores de V%, em médio e longo prazos, ocorrerá o fenômeno da adsorção de fósforo, devido à precipitação em formas insolúveis com os óxido-hidróxidos de Fe e Al, tornando-se indisponível para absorção pelas plantas (ZANG, 2001).

Quando se avaliou a produção MSA de capim-marandu do ponto de vista econômico, o SFT aumentou 80,9% a produção de MSA quando se elevou a V% do menor nível (20%) para o valor de 48,1%. Ao se utilizar a combinação de FR+SFT o incremento na produção econômica de MSA foi de 84,5% quando se elevou a V% do menor nível para o valor de 45,2%. Ao se utilizar o FR observa-se que a produção econômica máxima de MSA foi obtida com um valor V% (35,6%) abaixo dos obtidos com o uso do SFT e FR+SFT, porém com incremento de 79,6% na produção econômica máxima de MSA.

No tratamento controle, o aumento da V% ao nível de 52,6% resultou em incremento de 326,8% na produção econômica máxima de MSA. Deste modo, em situações onde a utilização de insumos mais caros, tais como os fertilizantes fosfatados, elevarem diretamente os custos de produção e o produtor rural tiver que optar pelo insumo de menor custo, poderá utilizar a prática da calagem com uma alternativa de melhoria mínima do ambiente edáfico para o cultivo da espécie forrageira.

A obtenção dos maiores valores de produção de

MSA, tanto a produção máxima quanto econômica máxima, observados pelo uso das fontes FR+SFT e SFT são explicados devido estas fontes apresentarem uma maior disponibilidade de P₂O₅ solúvel contido sob a forma de superfosfato triplo (41% de P₂O₅), e a ação da calagem promover a neutralização dos cátions de reação ácida da solução do solo, tais como o H⁺, Al⁺³ e Fe⁺³, que potencialmente precipitam as formas de fósforo (H₂PO₄⁻) disponíveis para as plantas (CHAVES; CHAVES; MENDES, 2007).

Se a opção for utilizar o FR, a V% do solo deve estar em torno de 35%, pois a elevação da saturação por bases acima deste nível não resultará em aumentos econômicos na produção de MSA e prejudicará a dinâmica do fósforo, pois como essa fonte de fósforo apresenta baixa solubilidade, com o aumento na V%, por meio da prática da calagem, aumentará o teor de Ca e pH do solo, podendo haver uma menor solubilização do fósforo, devido à formação de hidroxiapatita [Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂] e consequente indisponibilização do fósforo para a planta (LIMA; FIDELIS; COSTA, 2007; ZHANG *et al*. 2001).

No cultivo de *Brachiaria brizantha*, em condições de casa-de-vegetação, utilizando diferentes fontes de P₂O₅ (superfosfato triplo, fosfato reativo de Arad, fosfato reativo de Araxá e combinação de superfosfato triplo+fosfato reativo de Arad) em dois tipos de solos (Neossolo quartzarênico e Latossolo vermelho distroférico) no município de Lavras (MG), na dosagem de 200 e 350 mg/dm⁻³ de P, respectivamente, foram verificados aumentos significativos na produção de massa seca de parte aérea, com as maiores produções obtidas com a utilização das fontes mais solúveis como superfosfato triplo e superfosfato triplo+fosfato reativo de Arad (MACIEL *et al.*, 2007). Resultado semelhante foi obtido em um Latossolo vermelho distroférico em Lavras (MG) por Costa *et al.* (2008) que verificaram as maiores

produções de massa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha* obtidas ao final dos quatro cortes com a aplicação de superfosfato simples e a combinação superfosfato triplo + fosfato reativo. Em Latossolo vermelho distrófico no município de Gurupi (TO), Lima, Fidelis e Costa (2007) ao comparar o efeito do superfosfato triplo e fosfato natural reativo nas doses de 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ verificaram que o uso de superfosfato triplo garantiu maior produção de massa seca de *Brachiaria brizantha*, em comparação ao fosfato reativo, para quaisquer doses, iguais entre si, de P₂O₅ utilizadas entre as fontes. Por outro lado, em um experimento realizado em casa-de-vegetação, em Belém (PA) foi observado que a aplicação do fosfato natural de Arad (fosfato reativo) em Latossolo Amarelo distrófico foi

mais eficiente que o superfosfato triplo na produção de massa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha*, com (V%= 45) ou sem (V%= 25) a correção do solo (GUEDES *et al.*, 2009).

Com objetivo de quantificar os custos da utilização das fontes de P₂O₅ e quantidade de calcário para atingir os níveis econômicos, realizou-se uma estimativa dos custos financeiros para cada tratamento utilizado (Tabela 2). Para isto foi necessário realizar uma equação de regressão para estimar as doses de calcário a serem utilizados em função dos níveis econômicos da V% do solo, esta equação foi obtida com base nos resultados de análise de solo após o período de incubação do calcário (Figura 2).

Tabela 2 - Quantidades, preços e custos de corretivo e fertilizantes fosfatados a serem aplicados na implantação de 1,0 hectare de pastagem de capim-marandu.

| Fonte De P | V | Quantidade de CaCO ₃ a ser aplicada | Preço de CaCO ₃ | Custo CaCO ₃ (A) | Quantidade de fertilizante comercial a ser aplicado ⁽¹⁾ | Preço do fertilizante comercial | Custo Fertilizante (B) | Custo Total (A+B) |
|------------|------|--|----------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|------------------------|-------------------|
| | % | t/ha | R\$/t | R\$/ha | kg/ha | R\$/kg | R\$/ha | RS |
| Controle | 52,6 | 3,02 | 400 | 1.208,00 | - ⁽²⁾ | - | - | 1.208,00 |
| FR | 35,6 | 1,51 | 400 | 604,00 | 2.000 | 0,99 | 1.980,00 | 2.584,00 |
| SFT | 48,1 | 2,62 | 400 | 1.048,00 | 487,80 | 1,88 | 917,06 | 1.828,48 |
| FR+SFT | 45,2 | 2,36 | 400 | 944,00 | FR=1.000 + SFT=243,90 | SFT= 0,99 + FR = 1,88 | 1.448,53 | 2.392,53 |

Custo de insumos: 1,0 t de calcário (PRNT= 90%) = R\$ 400,00; 50 kg FR= R\$ 49,00; 50 kg SFT = R\$94,00. ¹Aplicação de 200 kg P₂O₅ ha⁻¹; ⁽²⁾ = sem aplicação de P₂O₅.

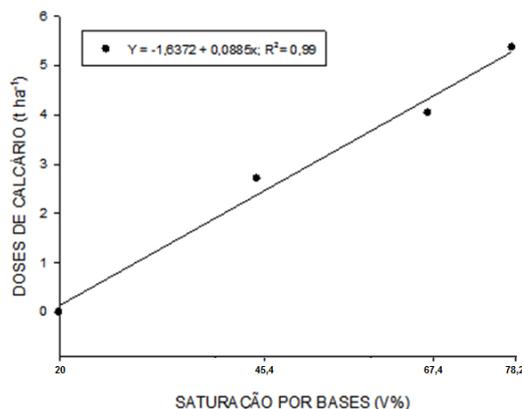


Figura 2 - Estimativa de doses de calcário em função dos níveis atingidos de saturação por bases do solo 45 dias após calagem em amostras de Latossolo Amarelo distrófico.

Com base nos cálculos realizados e apresentados na Tabela 2, verificou-se que aplicação do SFT na V% de 48,1% apresentou o menor custo total, quando comparado aos demais tratamentos. Isto decorre do fato, desta fonte apresentar um maior teor de P₂O₅ solúvel (41%) quando comparado ao FR (10%), que propicia que um menor volume de adubo seja aplicado, porém com uma elevada concentração de P₂O₅, atendendo a demanda exigida de fósforo. Assim, há necessidade da aquisição de uma quantidade menor de SFT.

Por mais que o FR tenha um preço de venda menor que o SFT, há necessidade da aplicação de grande quantidade deste adubo para que se atenda a mesma demanda de P₂O₅ se fosse utilizada o SFT, o que aumenta

os custos de aquisição deste adubo. Outro ponto a ser destacar em termos práticos, é que para aplicação de FR+SFT, será necessário mão-de-obra e/ou máquinas na propriedade para realização da mistura, o que certamente consumirá tempo e custos para realização desta mistura.

Por fim, observa-se que o valor de saturação por bases de 45% para a obtenção da produção máxima do ponto de vista técnico e econômico, esteve um pouco acima do resultado encontrado por Premazzi e Santos (2002), que verificaram que a máxima produção de *Brachiaria brizantha* cv Marandu cultivada em vasos contendo amostras de um Latossolo Vermelho distroférrico (Nova Odessa-SP) foi obtida quando a saturação por bases atingiu o valor de 43%. Por outro

lado, essa saturação por bases de 45% esteve dentro do valor recomendado por Ribeiro, Guimarães, Alvarez V (1999), para o Estado de Minas Gerais.

CONCLUSÕES

1. A saturação por bases do solo (V%) deverá ser corrigida de acordo com a fonte de fósforo a ser utilizada.
2. As V% adequadas são: 35% para o FR; 48% para o SFT; e 45% para a composição FR+SFT.
3. O superfosfato triplo garante maior produção econômica de forragem e menor custo quando comparado à aplicação isolada do fosfato reativo ou combinação de fosfato reativo + superfosfato triplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. de. B.; MENDES, J. da. S. Adsorção de fósforo em materiais de latossolo e argissolo. **Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 104-111, 2007. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/466>>. Acesso em: 25/3/2014
- COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; SILVA, T. O.; SILVA, T. R. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1419-1427, 2008. doi:10.1590/S1413-70542008000500010
- DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. Belém: Edição do Autor, 2011. p. 215
- FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p. 337-342, 2004. doi:10.1590/S0044-59672004000300001
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. doi:10.1590/S1413-70542011000600001
- 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 brizantha* em latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 52, p. 117-129, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path%5B%5D=129>>. Acesso em: 25/3/2014.
- LEHMANN, J.; CRAVO, M. S.; MACÊDO, J. L. V.; MOREIRA, A.; SCHROTH, G. Phosphorus management for perennial crops in central Amazonia upland soil. **Plant and Soil**, v. 237, p. 309-319, 2001. doi:10.1023/A:1013320721048
- 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. doi:10.5216/pat.v37i2.1834
- 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. Marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 227-233, 2007. doi:10.5216/cab.v8i2.1345
- MATTOS, C. A. de.; SANTANA, A. C.; PINTO, W. S.; CARDOSO, A. J. G.; COSTA, N. L. Características socioeconômicas e ambientais dos sistemas de produção da pecuária do Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 53, n. 2, p. 150-158, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path%5B%5D=4>>. Acesso em: 25/3/2014.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Dose econômica de calcário na produtividade de caramboleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1297-1302, 2011. doi:10.1590/S0100-29452011000400030
- NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Editora UFV, 1999. 399p.
- PINHEIRO, D. P.; LIMA, E. DO V.; FERNADES, A. R.; SANTOS, W. M. DOS; LEITÃO-LIMA, P. DA S. Productivity of Marandu grass as a function of liming and phosphate fertilization in a Typic Hapludult from Amazonia. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 57, n. 1, p. 49-56, 2014. Disponível em: <[http://www.periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path\[\]=1196&path\[\]=433](http://www.periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path[]=1196&path[]=433)>. Acesso em: 20/3/2014.
- PÁDUA, T. R. P.; SILVA, C. A.; MELO, L. C. Calagem em Latossolo sob influência de coberturas vegetais: neutralização da acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 869-878, 2006. doi:10.1590/S0100-06832006000500013
- PREMAZI, L. M.; MATTOS, H. B. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em duas espécies de gramíneas tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 59, n. 2, p. 125-136, 2002. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/bia/article/view/8832>>. Acesso em: 25/3/2014.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do Solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.

- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009. doi:10.1590/S1516-35982009000400009
- SCOT CONSULTORIA. **Cotações do boi – gordo: preço da arroba do boi gordo e da vaca gorda em 16 estados e 31 praças**. Scot Consultoria - SP, 2013.
- Disponível em:
<www.scotconsultoria.com.br/cotações/boi-gordo/?ref=smn>. Acesso: 09 julho 2013.
- SOUZA, D. M.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. p. 205-274.
- ZANG, M.; ALVA, A. K.; LI, Y. C.; CALVERT, D. V. Aluminum and iron fractions affecting phosphorus solubility and reactions in selected Sandy soils. **Soil Science**, v. 166, n. 12, p. 940-941, 2001.