

FOSFATO NATURAL DE ARAD E CALAGEM E O CRESCIMENTO DE *Brachiaria brizantha* EM LATOSSOLO AMARELO SOB PASTAGEM DEGRADADA NA AMAZÔNIA¹

Elaine Maria Silva GUEDES²
Antonio Rodrigues FERNANDES³
Eduardo do Valle LIMA⁴
Marco André Piedade GAMA⁵
André Luiz Pereira da SILVA⁶

RESUMO: A degradação das pastagens na Amazônia tem se constituído um problema de grande impacto ambiental, pois tem levado ao aumento do desmatamento das áreas de florestas nativas. Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a produção de matéria seca da parte aérea, de raiz e o perfilhamento da *Brachiaria brizantha*, em função de doses de fosfato natural Arad na presença e ausência da calagem, bem como a eficiência agrônômica, em um Latossolo Amarelo sob pastagem degradada da Amazônia. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia. O solo utilizado foi coletado numa área com pastagem de Braquiarião com mais de 15 anos de uso. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado num esquema fatorial 4x4x2, com três repetições e um tratamento adicional com fonte solúvel (superfosfato triplo), sendo os fatores quatro doses de fósforo (0; 50; 100 e 150 mg dm⁻³ de P₂O₅), usando como fonte de P o fosfato natural Arad (33% de P₂O₅), na ausência e na presença de calcário durante quatro cortes. As doses do fosfato natural Arad apresentaram efeitos significativos na produção de massa seca da parte aérea e da raiz e no número de perfilhos. O fosfato natural de Arad foi mais eficiente para produção de massa seca do que superfosfato triplo a partir do segundo corte da forrageira, com ou sem a correção do solo.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Fosfato Reativo, Braquiarião, Eficiência Agrônômica, Correção do Solo.

¹ Aprovado em 28.08.09 para publicação.

² Engenheira Agrônoma, doutoranda do PPG em Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 13418-900, Piracicaba (SP). E-mail: elaine.guedes@usp.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Instituto de Ciências Agrárias/UFRA. Av. Tancredo Neves, 2501 – 66077-530. Belém (PA). E-mail: antonio.fernandes@ufra.edu.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da UFRA. Unidade Descentralizada de Parauapebas – UDP (UFRA/Carajás). Centro Universitário de Parauapebas – CEUP, s/nº, Quadra Especial. 68515-000 – Parauapebas (PA). E-mail: eduardo.valle_lima@yahoo.com.br.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjnto da UFRA.

⁶ Mestrando do Programa de pós-graduação em Manejo do Solo e Água – Universidade Federal da Paraíba – UFPB. E-mail: andretverde@bol.com.br.

ARAD NATURAL PHOSPHATE AND LIME APPLICATION AND *Brachiaria brizanta* GROWTH IN OXISOL UNDER DEGRADED PASTURES OF THE AMAZON

ABSTRACT: Pasture degradation in the Amazon has become a major environmental problem as it increased deforestation. This research evaluated dry matter production of the aerial part and roots and tillering of *Brachiaria brizanta* under Arad natural phosphate levels with and without lime application, as well as agronomic efficiency. The research was developed in a greenhouse at the Institute of Agrarian Sciences of the Federal Rural University of the Amazon in Oxisol under degraded pastures of the Amazon. The soil was collected in an area of Signal-grass pasture that had been utilized for more than 15 years. The experimental design was randomized, in a 4x4x2 factorial arrangement, with three repetitions and one additional treatment with soluble source. The factors were: four phosphorus levels (0; 50; 100 and 150 mg kg⁻¹ of P₂O₅) using Arad natural phosphate (33% of P₂O₅) as a natural source of P, with and without liming throughout four cuts. Arad natural phosphate levels presented significant effect in the dry matter of the aerial part and roots, as well as in the tillering. Arad Natural phosphate application increased dry mass production of the aerial part and roots, and the number of Braquiarião tillers. Arad natural phosphate began to present more efficiency than triple superphosphate to dry matter production at the second cut, regardless of soil correction.

INDEX TERMS: Reactive Phosphate, Signal-grass, Agronomic Efficiency, Soil Correction.

1 INTRODUÇÃO

As pastagens cultivadas no Brasil, em sua maioria, têm sido implantadas em áreas com baixa fertilidade natural, particularmente no Brasil Central e na Amazônia (DIAS-FILHO, 2007). A atividade pecuária ainda é uma das atividades econômicas mais importantes para a região amazônica. O rebanho amazônico de bovinos é concentrado principalmente nos estados de Mato Grosso, Pará, Tocantins e Rondônia, sendo esta região detentora de 33% do rebanho nacional e, os estados do Mato Grosso e Pará, responsáveis por cerca 59% do rebanho regional (PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL, 2006). A principal base de alimentação do gado têm sido as pastagens cultivadas com capim *Brachiaria brizantha*, por ser uma das gramíneas mais adaptadas às condições edafoclimáticas da região. No entanto, os índices de produtividade nessas condições são relativamente baixos,

em grande parte por influência da baixa fertilidade natural dos solos, aliada ao manejo inadequado, fazendo com que grande parte das pastagens se encontrem parcialmente ou totalmente degradadas.

É consenso entre produtores e pesquisadores que um dos maiores problemas no estabelecimento e manutenção de pastagens na Amazônia reside nos níveis extremamente baixos de fósforo disponível no solo. Tal realidade condiciona a necessidade de uso de elevadas doses de fósforo para uma produção satisfatória e sustentável, o que tem sido economicamente inviável para a maioria dos produtores. Dentre os nutrientes que mais limitam a produção das forrageiras, o P merece destaque, em virtude da pobreza dos solos neste nutriente e do importante papel que desempenha nas plantas, pois influencia o desenvolvimento do sistema radicular e o perfilhamento, assim sendo, sua deficiência

limita a capacidade de produção das pastagens (LOBATO; KORNELIUS; SANZONOWICZ, 1994; CECATO et al., 2004; ROSSI et al., 1997). Desta forma, essa problemática do P em grande parte dos solos brasileiros resulta em prejuízos à produção de plantas, com atraso no desenvolvimento das gramíneas forrageiras, fazendo com que o pasto tenha uma cobertura deficiente, favorecendo o estabelecimento de invasoras (ROSSI; MONTEIRO, 1999) e da erosão, levando à degradação das pastagens. Tal fato torna comum resposta positiva das espécies cultivadas à adubação fosfatada e à calagem nas regiões tropicais (GUSS; GOMIDE; NOVAIS, 1990).

Uma alternativa para diminuir a fixação ou a deficiência de P nos solos pode ser o uso de fontes alternativas de fosfatos reativos para recuperar o vigor das pastagens cultivadas na Amazônia, já que estes 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 P para as plantas com o transcorrer do tempo (KAMINSKI; PERUZO, 1997).

Segundo Korndörfer (1978), os fosfatos naturais, em geral, apresentam menor eficiência que os fosfatos solúveis em curto prazo; porém, a longo prazo, seu efeito residual é geralmente maior. Novais, Smyth e Nunes (2007) citam algumas condições favoráveis à dissolução dos fosfatos naturais no solo, uma delas é acidez. Porém, existem outras características intrínsecas do produto que estão relacionadas com a eficiência dos fosfatos naturais, como o grau de substituição isomórfica de fosfato por carbonato e flúor na rede cristalina do mineral e a superfície específica, que é determinada pela granulometria do material utilizado (KAMINSKI; PERUZO, 1997).

Portanto, alguns estudos têm sido desenvolvidos no sentido de estabelecer diferenças entre as forrageiras quanto às suas exigências. Da mesma forma, é importante avaliar as respostas das forrageiras ao uso de fontes e doses de fósforo, sendo a eficiência agrônômica um parâmetro que pode ser muito importante nesse aspecto. Camargo e Silveira (1998), trabalhando com vários fosfatos naturais, entre eles o Arad, observaram que esse fosfato proporcionou maiores produções de matéria seca do milho em dois cultivos sucessivos em casa de vegetação e uma eficiência agrônômica superior ao superfosfato triplo.

Assim sendo, o objetivo do presente trabalho é avaliar o crescimento da *Brachiaria brizanta* Stap. cv Marandu e a eficiência agrônômica do fosfato natural Arad, com e sem calagem em um Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de julho de 2004 a agosto de 2005. A espécie utilizada foi o capim Braquiarião (*Brachiaria brizantha* Stap., Cv Marandu). O solo foi coletado no município de São Domingos do Capim/PA, a uma profundidade de 0 a 20 cm, numa área com pastagem degradada do capim Braquiarião, com mais de 15 anos de estabelecimento. Ressalta-se, também, que nesta área de pastagem cultivada nunca foi realizada calagem ou adubação. O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo, distrófico, textura arenosa na camada superficial (EMBRAPA. CNPS, 1999). Amostras do solo foram coletadas para caracterização química antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos de um Latossolo Amarelo distrófico, sob pastagem degradada, no município de São Domingos do Capim/PA.

pH (H ₂ O)	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	V
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			coml _c dm ⁻³				%
5,2	13,23	0,64	0,02	-	0,57	0,48	0,33	3,16	25,3

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado num esquema fatorial 4x4x2, com três repetições e um tratamento adicional com 50 mg de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo (SFT), para avaliação do índice de eficiência agrônômica. Os fatores se constituíram de quatro doses do fosfato natural Arad (0; 50; 100 e 150 mg dm⁻³ de P₂O₅), quatro cortes e dois níveis de saturação por bases, o natural do solo (sem calagem) e outro corrigido para 45%, devido à brachiária apresentar boa tolerância à acidez do solo. As doses de fósforo foram definidas a partir das quantificadas que vêm sendo utilizadas pelos produtores na região, que variam de 300 a 400 kg ha⁻¹ de Arad e 100 a 120 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo. Considerou-se o fósforo total de cada fonte como sendo o Arad 33% de P₂O₅ e o superfosfato triplo 44% de P₂O₅.

Utilizou-se calcário dolomítico com PRNT=65%, CaO=26% e MgO=13%. A calagem foi estimada pelo método de saturação por base (CRAVO; BRASIL, 2007), sendo que se utilizaram 1.282 kg ha⁻¹ para atingir a saturação desejada. Foram utilizados vasos plásticos furados com capacidade de 5 kg de solo, em que o calcário foi completamente misturado ao solo. Após a realização da calagem, o solo permaneceu por um período de incubação de 30 dias, com a umidade mantida a 70% da capacidade de campo, aferido diariamente por pesagens. Depois, o solo foi retirado dos vasos e realizadas aplicações dos tratamentos contendo as doses do fosfato natural, o qual foi completamente

misturado ao solo, e feito o semeio de 40 sementes em cada vaso. O tratamento adicional (SPT), para avaliação da eficiência agrônômica, foi constituído de uma dose de 50 mg de P₂O₅, também misturado ao solo antes do semeio. No tratamento testemunha (zero de fosfato natural Arad), realizou-se a adubação mínima com 10 mg kg⁻¹ de P₂O₅ na forma de SFT, para garantir o desenvolvimento da planta até o final do período experimental. Dez dias após a emergência, realizou-se o desbaste e foram deixadas três plantas uniformes e bem distribuídas por vaso. Logo após o desbaste, aplicou-se adubação básica em forma de solução, sendo esta constituída dos seguintes reagentes p.a. e quantidades: 50 mg dm⁻³ de N, 50 mg dm⁻³ de K, 50 mg dm⁻³ de S, 0,8 mg dm⁻³ de B, 5 mg dm⁻³ de Zn, 1,5 mg dm⁻³ de Cu e 0,15 mg dm⁻³ de Mo, na forma de ureia, K₂SO₄, KCl, H₃BO₃, ZnCl₂, FeCl₃.6H₂O, MnCl₂.4H₂O, CuCl₂.2H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, respectivamente. Foram aplicados ainda 150 mg de N e 150 mg de K por dm⁻³ de solo, parcelados em três aplicações, também em solução, logo após cada corte da pastagem. Realizaram-se quatro cortes com auxílio de uma tesoura de poda, sendo o primeiro efetuado aos 45 dias a 6 cm acima do solo, para facilitar a rebrota subsequente; já os cortes seguintes foram a cada 40 dias.

O material vegetal da parte aérea, em todos os cortes, foi separado em colmos e folhas, postos em sacos de papel para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante e pesados em balança

de precisão. Foi quantificado o número de perfilhos/vaso, a massa seca da parte aérea em cada corte e, ao final do período experimental, a massa seca de raízes.

O índice de eficiência agronômica (IEA) proposto por Barnes e Kamprath (1975) é calculado por meio da relação percentual entre a produtividade propiciada pelas fontes de P, aplicadas na mesma dose, subtraindo-se de ambas a produtividade do tratamento sem adubação fosfatada, sendo calculada da seguinte fórmula:

$$IEA\% = (Y2 - Y1) / (Y3 - Y1) \times 100$$

Onde:

Y1 - Produção da testemunha (O de Arad);

Y2 - Produção da fonte testada (ARAD) na dose padrão de fósforo de 50 mg dm⁻³ de P₂O₅;

3 - Produção da fonte de referência (SFT) na mesma dose de 50 mg de P₂O₅.

Todas as variáveis estudadas, número de perfilhos, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes, foram submetidas à análise de variância e análises de regressão, ajustando-se às equações para as variáveis analisadas, sendo selecionadas as equações com maior coeficiente de determinação (R²) dentre as significativas pelo teste F, em função das doses de fósforo, pelo programa estatístico SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses do fosfato natural de Arad promoveram alterações significativas (P<0,01) na massa seca da parte aérea (MSPA) e no perfilhamento, não havendo efeito significativo da calagem e da interação doses do fosfato x calagem (Figuras 1A, B e 2A, B).

Para a produção de MSPA, com ou sem calagem, as respostas da forrageira às doses de P foram melhor representadas por equações

polinomiais quadráticas crescentes (Figura 1 A, B). Franco (2003) também encontrou respostas quadráticas e significativas com capim Tifton 85 à adubação fosfatada em dois períodos de crescimento, tendo sido o fosfato de Arad responsável pelas maiores produções no segundo cultivo, da mesma forma que Lima, Fidelis e Costa (2007) observaram incrementos positivos e significativos da braquiaria, também com fontes reativas. No entanto, Rossi e Monteiro (1999); Ferreira et al. (2008) encontraram respostas lineares à aplicação do P na forma solúvel, quando aplicaram P na forma de SPT com a maior dose de 150mg de P₂O₅. Isto representa a diferença, em termos de respostas, da gramínea quando se aplica uma fonte reativa ou solúvel.

Comparando-se as curvas de cada corte, observam-se reduções da produção a partir do terceiro corte nos tratamentos que receberam calagem, enquanto que, naqueles cuja saturação por bases foi mantida natural (sem calagem), a redução se deu a partir do segundo corte (Figuras 1A e B). No tratamento sem calagem, pela própria condição ácida da terra utilizada nos vasos, provavelmente 45 dias após a aplicação do fosfato natural e da emergência das plantas (momento em que se realizou o primeiro corte), ocorreu dissolução suficiente do fosfato de Arad para uma boa produção de MSPA, verificada apenas no primeiro corte. Nos tratamentos que receberam calagem, a melhor manutenção dos níveis de crescimento, com a adubação fosfatada até o segundo corte, ocorreu possivelmente pelo efeito benéfico da calagem, apesar da menor reatividade do fosfato natural; porém, em quantidades suficientes para um bom crescimento, em função da menor acidez.

Por outro lado, a redução do crescimento com os cortes da forrageira pode ser relacionada à decapitação dos meristemas a partir do primeiro corte que reduz a

produtividade, por comprometer a rebrota subsequente do capim, uma vez que a adubação é um fator responsável pela elevação precoce dos meristemas apicais das gramíneas (COSTA; MONERAT; GOMIDE, 1983; FONSECA et al., 1997; HOFFMANN et al., 1995).

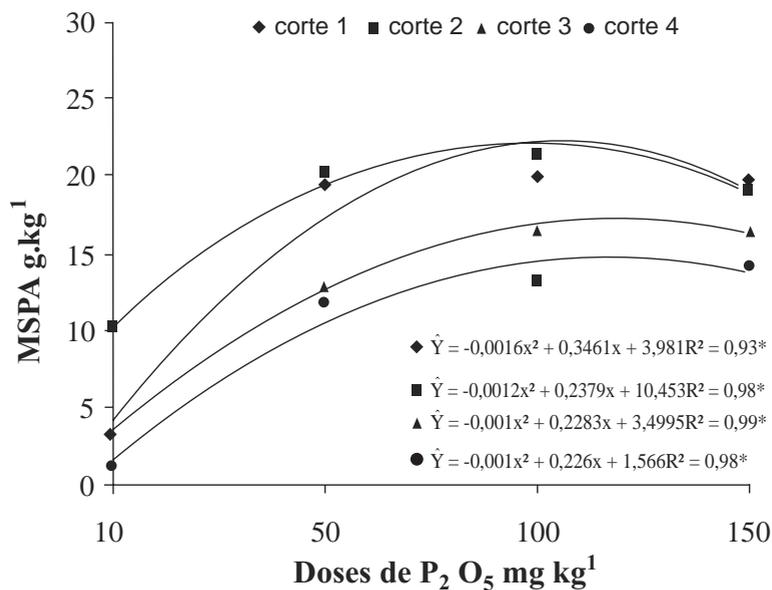
Não houve efeito isolado da calagem para o crescimento da forrageira, o que pode ser atribuído à adaptabilidade da espécie em se desenvolver em solos com certo grau de acidez (Tabela 1), mesmo tendo sido adicionado 10 mg kg⁻¹ de P₂O₅ como fonte solúvel. No entanto, a maior produção de massa seca da parte aérea obtida, quando o solo recebeu calagem, foi com a dose de 100 mg kg⁻¹ de P₂O₅, diferentemente do solo sem calagem, em que a maior produção ocorreu na maior dose de P (150 mg kg⁻¹ de P₂O₅). Portanto, no solo há uma relação positiva entre adubação fosfatada e aplicação de calcário, na qual o aumento de um insumo provoca melhor eficiência de utilização do outro pelas plantas (ERNANI et al., 2000), favorendo a produção. Oliveira, Oliveira e Corsi (2004), avaliando o efeito residual de fontes de P na presença e ausência da calagem, na recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram resposta positiva e significativa da calagem para produção de

forragem, sendo que, na presença de adubação fosfatada, o aumento de produção em decorrência da calagem não foi significativo.

A produção máxima de massa seca nem sempre corresponde à máxima eficiência econômica, então, a partir das equações de regressão, foram estimadas as doses que correspondem a 90% da maior produção física atingida, o que para pesquisas realizadas em casa de vegetação, segundo Alvarez (1996), equivalem à produção com máxima eficiência econômica. As doses de Arad que corresponderam a 90% da produção máxima na média dos quatro cortes foi de 88 e 87 mg kg⁻¹ de P₂O₅, sem e com calagem, respectivamente, evidenciando que a calagem não foi um fator limitante ao crescimento da gramínea para esse tipo de solo.

O número de perfilhos aumentou com as doses de fósforo, independente da condição de acidez do solo, sendo que, a partir do segundo corte, estes aumentos foram significativos (Figura 2A e B). As funções que melhor se ajustaram ao número de perfilho em função das doses de P foram quadráticas na presença e na ausência da calagem. Concordando com os resultados deste trabalho, Hoffmann et al. (1995) constataram aumentos significativos do número de perfilhos por planta, em função da adubação fosfatada.

Com calagem (A)



Sem calagem (B)

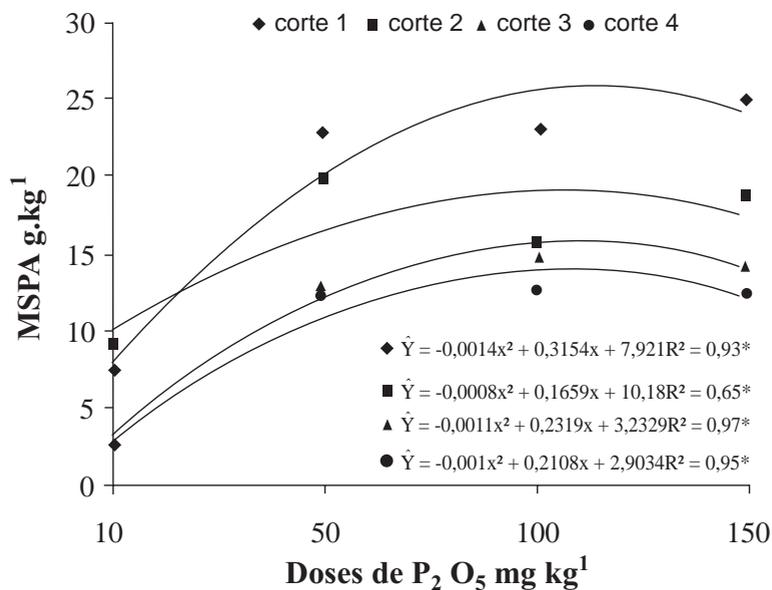
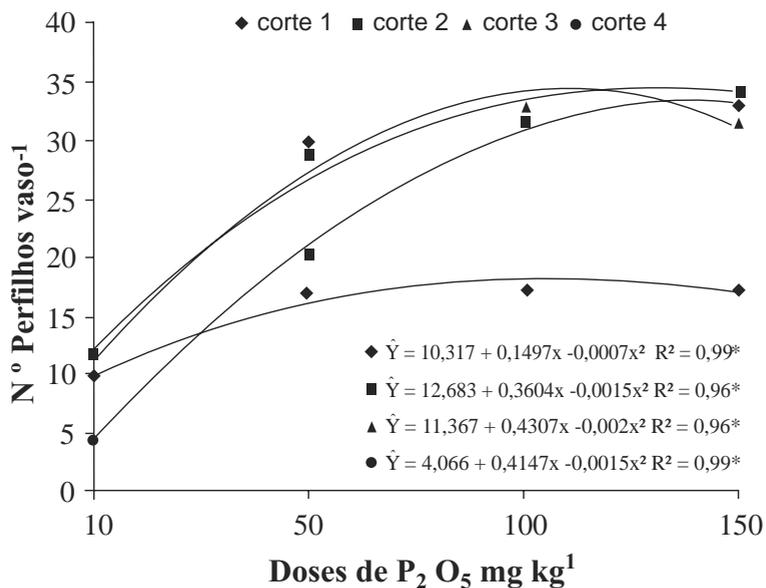


Figura 1 - Efeito de doses de fosfato natural de Arad com calagem (A) e sem calagem (B) na produção de massa seca da parte aérea (MSPA) da *Brachiaria brizantha* de quatro cortes, cultivada em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia.

Com calagem (A)



Sem calagem(B)

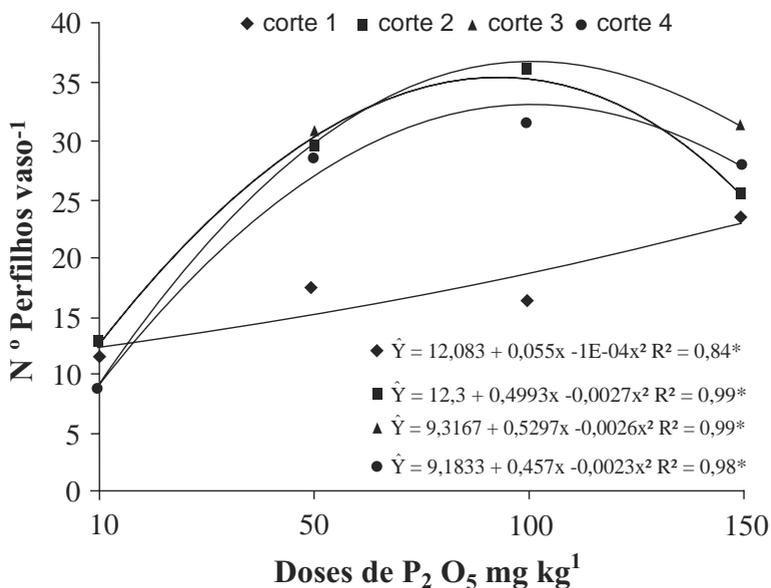


Figura 2 - Efeito de doses de fosfato natural de Arad, com calagem (A) e sem calagem (B), no perfilhamento da *Brachiara brizantha* em quatro cortes, cultivada em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia.

O perfilhamento máximo foi atingido no segundo corte (85 dias após emergência). Isto pode está relacionado ao maior tempo de contato do fosfato natural com o solo, aumentando a disponibilidade de P. Segundo Rizzo et al. (2006), para uma pastagem recém-implantada, fazendo uso do fosfato natural, é necessário também a aplicação de P solúvel, que auxilia o perfilhamento e o estabelecimento inicial.

O aumento do número de perfilhos com a adição de fósforo é condizente com as informações da literatura. Guss, Gomide e Novais (1990), pesquisando também em casa de vegetação, observaram aumento do perfilhamento em quatro cultivares de braquiária. De acordo com Ferrari Neto (1991), o P, quando omitido, é o nutriente que mais reduz o perfilhamento das gramíneas forrageiras. Já Werner e Haag (1972) e Guss, Gomide e Novais (1990) enfatizam a importância do P para o estabelecimento inicial das forrageiras, em função do maior desenvolvimento de raízes e perfilhamento. Nas pastagens degradadas da Amazônia, as gramíneas forrageiras respondem à adubação fosfatada, em que um dos maiores desafios para quem trabalha com manejo de pastagem é a manutenção de níveis adequados de P disponível no solo (DIAS-FILHO, 2007).

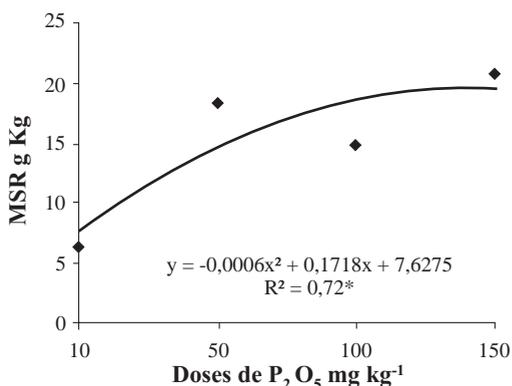
A massa de matéria seca de raízes de braquiarão foi influenciada significativamente

pelos doses de fosfato ($P < 0,01$), sendo que, nos tratamentos com calagem, houve um ajuste linear crescente, enquanto que a curva de resposta sem correção do solo foi quadrática (Figura 3).

O fósforo propicia um maior desenvolvimento radicular, pois, em condições ótimas de P na planta, há maior produção de fotoassimilados que são redistribuídos para as raízes, aumentando o seu crescimento (MARSCHNER, 1983). Entretanto, ao contrário de outros nutrientes que geralmente são mantidos em níveis mais ou menos estáveis, a disponibilidade de P, na camada superficial do solo, frequentemente diminui de maneira drástica com o tempo (DIAS-FILHO, 2007), mesmo com grande eficiência em absorver e utilizar o P nativo do solo, a braquiária também apresenta elevado potencial de resposta à adubação com P (SOUSA; MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2004).

O maior crescimento do sistema radicular e de forma linear com a associação de calcário e fosfato de Arad pode ser justificado pelo fato de a calagem eliminar os íons de hidrogênio e neutralizar o alumínio, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento radicular, e pelo fósforo ter um papel fundamental na estimulação do crescimento radicular (MALAVOLTA, 2006).

Com calagem (A)



Sem calagem (B)

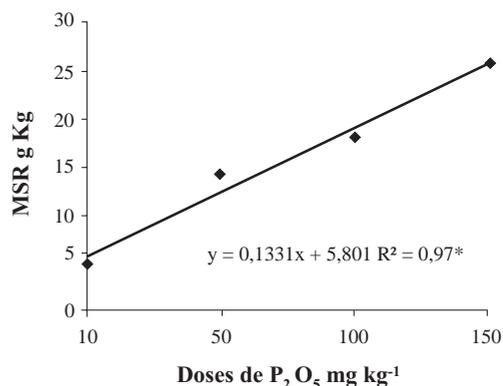


Figura 3 - Efeito de doses de fosfato natural de Arad com calagem (A) e sem calagem (B) na produção de massa seca das raízes da *Brachiaria brizantha*, cultivada em um Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia.

Na avaliação do índice de eficiência agrônômica (IEA) do fosfato natural de Arad, verificou-se que houve variação em função da calagem (Tabela 2). Por ocasião do primeiro corte foram obtidos índices baixos de eficiência, 29% e 11% inferior ao superfosfato triplo., com e sem calagem, respectivamente. Porém, a partir do segundo corte, o fosfato natural foi mais eficiente tanto na ausência quanto na presença da calagem. De acordo com Leon, Fenster e Hammond (1986), os fosfatos de Gafsa e Arad foram incluídos no grupo de alta eficiência agrônômica, e, com o passar do tempo, os fosfatos naturais são mais eficientes do que superfosfato triplo, que, apesar da solubilidade imediata (facilitando o processo de fixação), tem menor efeito residual, além

dos custos mais elevados para o produtor. Goerdet, Sousa e Rein (1986) afirmam que, devido à sua origem geológica, o Arad libera o fósforo de sua estrutura cristalográfica em um menor tempo que os fosfatos de rochas nacionais.

A maior eficiência do fosfato natural ao longo do período experimental comprova o efeito residual benéfico a médio e longo prazo e a sua importância para as gramíneas, forrageiras por serem perenes, sugerindo que a fração não prontamente solúvel em água do fosfato reativo estava sendo eficientemente aproveitada pela forrageira. Resultado semelhante foi constatado por Franco (2003) e por Camargo e Silveira (1998), na cultura do milho.

Tabela 2 - Índice de Eficiência Agrônômica (IEA), dado em %, do fosfato natural de Arad, tendo o superfosfato triplo (SFT) como fonte de referência em quatro cortes da *Brachiaria brizantha*, em um Latossolo Amarelo sob pastagem degradada da Amazônia.

	IEA (%)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Com calagem	71	109	114	118
Sem calagem	89	107	102	109

4 CONCLUSÃO

A aplicação do fosfato natural de Arad aumentou a produção de massa seca da parte aérea e de raízes e o perfilhamento do braquiarião.

O fosfato natural de Arad foi mais eficiente que o superfosfato triplo, a partir do segundo corte da forrageira, com ou sem a correção do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V.H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Ed.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.615-645.
- BARNES, J.S.; KAMPRATH, E.J. *Availability of North Carolina rock phosphate applied to soils*. Raleigh: North Carolina State University. Agricultural Experiment Station, 1975. 23p. (Technical Bulletin, n. 229).
- CAMARGO, M. S.; SILVEIRA, R. I. Efeito de fosfatos naturais alvorada, catalão, patos e arad, na produção de massa seca de milho em casa de vegetação. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.55, p.509-519, 1998.
- CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C. et al. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu ("*Brachiaria brizantha*") (Hochst) Sapf cv. Marandu). *Acta Scientiarum*, v.26, n. 3, p.409-416, 2004.
- COSTA, G.C.; MONERAT, P.H.; GOMIDE, J.A. Efeito de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo em capim Jaraguá e Colonião. *Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia*, Viçosa (MG), v.21, p.1-10, 1983.
- CRAVO, M. S da.; BRASIL, E. M. Recomendação de adubação e calagem para os solos. In: CRAVO, M. S da.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.262.
- DIAS FILHO, M.B. *Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação*. 3.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.
- EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; CAMPOS, M. L. ; CAMILLO, R. J. Influência da combinação de fósforo e calagem no rendimento de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24 n. 3, p.537-544, 2000.
- FERRARI NETO, J. *Limitações nutricionais para o colonião(Panicum maximum Jacq) e braquiara(Brachiaria decumbens Staf.) em Latossolo da Região Noroeste do Paraná*. 1991. 126p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.
- FERREIRA, E.M.; SANTOS, A. C. dos; ARAUJO, L. C. de et al. Características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. "Mombaça" submetido a níveis crescentes de fósforo. *Ciência Rural*, v.38, n.2, p. 484-491, mar./abr. 2008.

- FONSECA, D. M. da; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. de. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas e forrageiras. I: casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21. p.21-27, 1997.
- 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.J; SOUSA, M.G de ; REIN, T.A. *Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforos*, Planaltina: Embrapa – CPAC, 1986. 23p.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. Exigências de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físicoquímicas distintas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa (MG), v. 19, n. 4, p. 278-289, jul./ago. 1990.
- HOFMANN, C. R.; FAQUIN, V.; GUEDES, G.A.A; EVANGELISTA, A.R. O nitrogênio e fósforo no crescimento da *Braquiaria* e do Colômbio em amostra de um Latossolo da Região Nordeste do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.79-86, 1995.
- KAMINSKI, J; PERUZO, G. *Eficácia dos fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo*. Santa Maria: Núcleo Regional da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 31p. (Boletim Técnico, n.3).
- KORNDÖRFER, G.H. *Capacidade de fosfatos naturais e artificiais fornecerem fósforo para plantas de trigo*. 1978. 66p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1978.
- LÉON, L.A.; FENSTER, W.E.; HAMMOND, L.L Agronomic potencial of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Perú and Venezuela. *Soil Science Society of America Journal*, v.50, p.798-802, 1986.
- 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 Agropecuaria Tropical*, v.37, n.2 p.100-105, jun. 2007
- LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. *Pastagens fundamentos da exploração racional*. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 155-188.
- MALAVOLTA. E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. General introduction to the mineral nutrition of plants. In: LAUCHLI, A.; BIELESKI, R. L. (Ed.) *Inorganic plant nutrition*. Berlin: Springer-Verlag, 1983. v.15, p.5-60.
- 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. A.; OLIVEIRA, W. S. O.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO. 26., 2004, Lages. *Anais...*Lages, 2004.
- PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL. Rio de Janeiro: IBGE, v.34, 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.
- RIZZO, E. A.; MESQUITA, E. E.; MESQUITA, L. P.; SCHENEIDER, F.; NERES, M. A.; ARAÚJO, J. dos S.; RIGOLON, R.; PETRY, L. Teores críticos de fósforo no solo para o estabelecimento de *Panicum maximum* cvs. Mombaça e Tanzânia-1 e *Brachiaria* SP. Híbrido mulato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2006, Recife. *Anais...* Recife: Associação Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).
- ROSSI, C.; MONTEIRO, F.A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins Braquiária e colônia. *Scientia Agrícola*, v. 56, n. 4, p. 1101-1110, 1999.
- ROSSI, C.; FAQUIN, V.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Calagem e fontes de fósforo na produção do braquiara e níveis críticos de fósforo em amostra de Latossolo dos Campos das Vertentes. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.26, n.6 p.1083-1089, 1997.
- SOUSA, D. M. G. de; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. *Fertilidade do solo para pastagens produtivas*; anais do 21º simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 101-138.
- WERNER, J.C.; HAAG, H.P. Estudos sobre nutrição mineral de alguns capins tropicais. *Boletim da Industria Animal*, Nova Odessa, v.29, p.191-245, 1972.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores* (SANEST). Pelotas: UFPel – Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.