

PRODUÇÃO E MORFOLOGIA DA LEGUMINOSA JAVA SUBMETIDA A ADUBAÇÃO FOSFATADA

Edna Maria Bonfim-Silva¹, Tonny José Araújo Silva¹, Carlos Eduardo Avelino Cabral², Janaína Maira Gonçalves³, Marcel Thomas Job Pereira³

1. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis
(embonfim@pq.cnpq.br)
2. Pós-Graduando em Agricultura Tropical na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá
3. Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

Dentre os cultivares de leguminosa forrageira no Brasil encontra-se a Java, lançada em 2004, obtida por meio do cruzamento artificial de duas cultivares de *Macrotyloma axillare*, Archer e Guatá. Objetivou-se avaliar a produção e morfologia da leguminosa Java em resposta a doses de fósforo em solo de Cerrado. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram doses de fósforo (P_2O_5): 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mg dm⁻³. As variáveis avaliadas foram: número de folhas, comprimento e diâmetro de colmo, produção da parte aérea, raízes e nódulos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão a 5% de probabilidade. A massa seca da parte aérea e raízes e de nódulos tiveram resposta significativa à adubação fosfatada. A produção de massa seca da parte aérea e raízes ajustaram-se a modelo quadrático de regressão em que as maiores produções foram observadas nas doses de fósforo de 222 e 223 mg dm⁻³, respectivamente. Já a produção de massa seca de nódulos ajustou-se ao modelo linear de regressão sendo observada a maior produção na maior dose de fósforo. A maior produção de parte aérea, raízes e nódulos ocorre na dose de P_2O_5 de 221,6, 223,4 e 250 mg dm⁻³, respectivamente. As doses de fósforo que proporcionam máximo número de folhas, comprimento e diâmetro de caule são 238,3, 167,1 e 173,5 mg dm⁻³, respectivamente. A maior produção e adequada morfologia ocorre entre as doses de fósforo de 167 e 238 mg dm⁻³. A adubação fosfatada promove nodulação em solo de Cerrado sem inoculação.

PALAVRAS-CHAVE: características estruturais, características produtivas, forrageira, fósforo, *Macrotyloma axillare*

PRODUCTION AND MORPHOLOGY OF JAVA LEGUMES SUBMITTED TO PHOSPHORUS

ABSTRACT

Among the cultivars of forage legumes in Brazil is Java, launched in 2004, obtained by crossing two varieties of artificial *Macrotyloma axillare*, Archer and Guatá. The

objective was to evaluate the production and morphology in response to legume Java phosphorus levels in Cerrado soil. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Mato Grosso, Campus Rondonopolis. The experimental design was completely randomized with six treatments and four replications. The treatments were doses of phosphorus (P_2O_5): 0, 50, 100, 150, 200 and 250 $mg\ dm^{-3}$. Variables evaluated were: number of leaves, length and stem diameter, production of shoots, roots and nodules. The results were subjected to analysis of variance and regression test at 5% probability. The dry weight of shoots and roots and nodules had significant response to fertilization. The dry weight of shoots and roots to fit a quadratic regression model in which the highest yields were observed at doses of phosphorus of 223 to 222 $mg\ dm^{-3}$, respectively. The production of dry weight of nodules was adjusted to the linear regression model was observed to higher production at the highest dose of P_2O_5 . The higher production of shoots, roots and nodules occurs at a dose of phosphorus of 221.6, 223.4 and 250 $mg\ dm^{-3}$, respectively. The doses of phosphorus that provide maximum number of leaves, length and diameter are 238.3, 167.1 and 173.5 $mg\ dm^{-3}$, respectively. The higher production and adequate morphology occurs between doses of phosphorus of 167 to 238 $mg\ dm^{-3}$. Phosphate fertilization enables nodulation in Cerrado soil without inoculation.

KEYWORDS: structural characteristics, productive characteristics, forage, phosphorus, *Macrotyloma axillare*

INTRODUÇÃO

A identificação de espécies da família leguminosa com potencial para utilização como coberturas permanentes de solo é uma prática relevante, visto que a leguminosa pode promover benefícios múltiplos como a proteção do solo contra erosão e fixar carbono e nitrogênio atmosféricos transferindo-os para o solo (ESPINDOLA et al., 1997). As leguminosas, como forrageiras, desempenham papel relevante na produção animal, exercendo funções importantes em virtude de ser uma elevada fonte protéica na suplementação dos animais e de sua capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico para o solo. Estas características resultam em aumento quantitativo e qualitativo na produção de alimento que será disponibilizado ao animal. Os fenos de leguminosas são sensivelmente superiores aos de gramíneas em proteína e cálcio. Seu valor nutritivo tem também influenciado favoravelmente no desempenho dos animais (VILELA, 1983; ROTZ, 1995).

O nível de fertilidade dos solos é um dos fatores que determinam a produção de forragem, especialmente das leguminosas. O fósforo é um dos nutrientes com maior deficiência em solos tropicais e, conforme RESENDE et al. (1999), essencial para o desenvolvimento vegetal de espécies pioneiras. A grande maioria das espécies vegetais, quando em sua fase inicial de desenvolvimento, necessita de maior suprimento de fósforo pelo reduzido desenvolvimento do sistema radicular. Por isso, as leguminosas dependem da simbiose como fonte de nitrogênio e necessitam de altas quantidades de fósforo no solo para suprir a necessidade dos nódulos. No entanto, a maioria dos solos tropicais necessita de fornecimento de fósforo por apresentarem deficiências deste e sofre efeito da atividade da nitrogenase pelo dispêndio energético promovido pela atividade da fixação biológica de nitrogênio (STRALIOTTO et al., 2002).

O fósforo depois do nitrogênio é o elemento mais limitante para a produtividade da biomassa em solos tropicais e subtropicais. MALAVOLTA et al. (1974) consideram o fósforo o mais importante elemento para as pastagens, após o nitrogênio; esse nutriente desempenha papel principal nos períodos iniciais da vida das plantas, quando estas necessitam de elevada disponibilidade no solo. Os solos brasileiros são, na sua maioria, deficientes de fósforo, em consequência da alta fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de fósforo disponível, principalmente, em solos onde há predomínio de minerais sesquióxidos (NOVAIS & SMYTH, 1999).

O estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional de bovinos, ultrapassando 27 milhões de cabeças (IBGE, 2009), no qual grande parcela é manejada em pastagens estabelecidas em solo de Cerrado, com predomínio de Latossolos. Dessa forma, torna-se necessário o estudo da adubação fosfatada de forrageiras nesta classe de solo, uma vez que ocorre limitação com relação a disponibilidade desse nutriente. Dessa forma, objetivou-se avaliar a produção e morfologia da leguminosa Java em resposta a doses de fósforo em solo de Cerrado.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido por 45 dias em casa de vegetação na Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011. Foi utilizado o Latossolo Vermelho, proveniente de área de Cerrado nativo, coletado em uma profundidade de 0-20 cm, passado em peneira com malha de 5 mm de abertura. Os resultados apresentados na análise química foram: V = 9,8%; pH (em CaCl_2) = 4,0; P = 1,2 mg dm^{-3} ; K = 40 mg dm^{-3} ; Ca = 0,2 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = 0,1 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al = 1,6 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e MO = 24,8%.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo doses de fósforo (P_2O_5): 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mg dm^{-3} e quatro repetições. A espécie utilizada no estudo foi a leguminosa híbrida *Macrotyloma axillare*, popularmente conhecida como Java. Foi realizado o cálculo de necessidade de calagem pelo método por saturações por bases, elevando-a para 40%. O solo foi incubado com calcário por 20 dias, sendo mantido a 60% da sua máxima capacidade de retenção de água. A capacidade máxima de retenção de água do solo ou capacidade de campo foi determinada em laboratório em vasos do mesmo volume utilizado no experimento, em três repetições. Os vasos foram preenchidos com terra fina seca ao ar, pesados e colocado sem bandejas plásticas. Adicionou-se água até dois terços da altura dos vasos, para que a mesma saturasse o solo por capilaridade, de modo a retirar todo oxigênio contido em seus poros. Após a saturação do solo os vasos foram retirados da bandeja e colocados sobre um suporte para se observar a drenagem da água não retida. Ao cessar a drenagem, os vasos foram novamente pesados e por diferença obteve-se a capacidade de campo.

Após o período de incubação foram aplicados os tratamentos, utilizando como fonte o superfosfato simples. Em seguida procedeu-se a semeadura, e depois de dois dias o desbaste, deixando quatro plantas por vaso. Foi também feita adubação básica com nitrogênio e potássio, com 50 mg dm^{-3} e 150 mg dm^{-3} , sendo utilizado como fonte uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

Após 45 dias de semeadura, foi realizado o corte da parte aérea a 2 cm do solo. As folhas foram separadas do caule e contadas. O comprimento e diâmetro do colmo foram medidos com régua graduada e paquímetro digital. Em seguida, o solo

foi peneirado para separação das raízes e coleta dos nódulos. A parte aérea, raízes e nódulos foram posteriormente acondicionados em sacos de papel e levados para secagem em estufa a 65 °C até massa constante.

As variáveis avaliadas foram: número de folhas, comprimento e diâmetro de colmo, massa seca da parte aérea, raízes e nódulos. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de regressões lineares e quadráticas a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de número de folhas apresentou diferença significativa quanto às doses de fósforo aplicadas, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão. O máximo de número de folhas foi observada na dose de fósforo de 238,3 mg dm⁻³ apresentando um incremento de 81,88% de produção em relação a ausência de adubação fosfatada. A deficiência de fósforo afeta o crescimento da planta e provoca menor emissão e crescimento de folhas, com menor área foliar, o que limita a captação da radiação solar e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados. Isso afeta a emergência das raízes, reduzindo a capacidade de absorção de nutrientes e menor tolerância ao déficit hídrico.

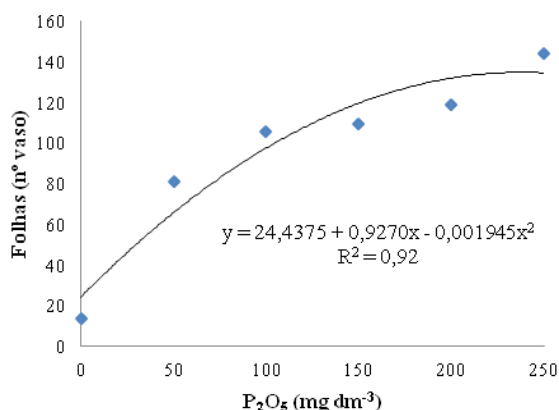


FIGURA 1. Número de folhas de plantas de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅).

Houve diferença no resultado do comprimento de caule quanto às doses de fósforo, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 2). A máxima eficiência estimada para a adubação fosfatada no comprimento de caule foi observada na dose de fósforo de 167,1 mg dm⁻³ obtendo um incremento na produção de 83,4% comparando-se ao tratamento com ausência de adubação fosfatada.

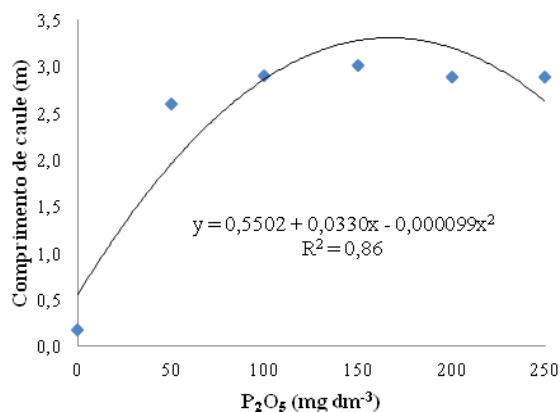


FIGURA 2. Comprimento de caule de plantas de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅)

Entre os muitos nutrientes exigidos pela planta, o fósforo é um dos mais importantes, pois o metabolismo celular e o crescimento vegetal são significativamente afetados quando este se apresenta em baixa disponibilidade (RAGHOTHAMA, 1999). Como resultado, os sintomas de deficiência de fósforo inclui a diminuição do comprimento de caule, o que influencia diretamente no porte da planta. SOUTO et al. (2009), em estudo com adubação fosfatada em plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp), observaram que o comprimento de caule das plantas tiveram valores mais elevados em função da adubação fosfatada, confirmando que este parâmetro é um bom indicador de desenvolvimento da cultura.

O diâmetro do caule apresentou diferença significativa, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 3). O maior diâmetro de caule foi observado na dose de fósforo de 173,5 mg dm⁻³. Comparando-se o maior diâmetro de caule com ausência de adubação observou-se um incremento de 55,40% da máxima produção. Para CARNEIRO (1995), mudas que apresentam um maior diâmetro do caule possuem um maior equilíbrio no crescimento da parte aérea. SOUTO et al. (2009), estudando a adubação fosfatada em feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp), perceberam que o diâmetro do caule teve efeito significativo quanto à adubação fosfatada, corroborando com os resultados observados nesse trabalho.

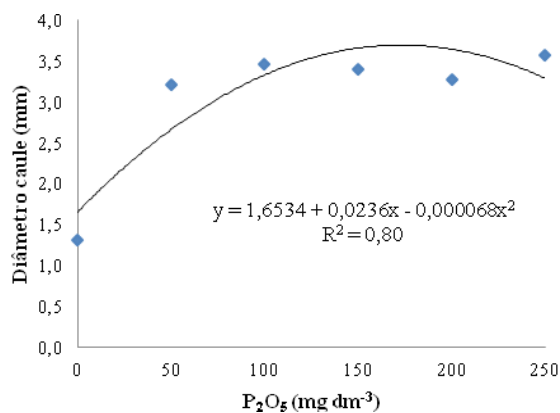


FIGURA 3. Diâmetro de caule de plantas de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅)

A leguminosa Java apresenta sua emissão de folhas em uma dose posterior ao comprimento e diâmetro de caule, o que é desejável, tendo em vista que as folhas de leguminosas apresentam elevado teor de proteína, e pode ser utilizada para a nutrição de ruminantes.

Houve diferença significativa para produção de massa seca da parte aérea da Java em meio às doses de fósforo aplicadas, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 4). As maiores produções de massa seca de parte aérea foram observadas nas doses de fósforo de 221,6 mg dm⁻³. Comparando-se a máxima produção de parte aérea com a ausência de adubação observou-se um incremento de 90,93% da máxima produção.

A resposta positiva na produção de massa seca de leguminosas forrageiras em função do uso de fósforo no estabelecimento é esperada, principalmente em casos onde os valores de fósforo no solo são baixos, como ocorre nos solos de Cerrado (CANTARELLA et al., 2002; SOUZA et al., 2004). Estudos feitos por KROLOW et al. (2004), com trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L. cv. Kyambro) constataram o aumento na produção de massa seca de parte aérea em função das doses de fósforo.

O fósforo é um dos macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, por atuar nas funções vitais básicas, envolvido em inúmeras atividades biológicas das mesmas, como na formação dos ácidos nucleicos e fosfolipídeos e também no fluxo e estoque da energia por meio das moléculas de ATP e NADPH. Este elemento é, ainda, indispensável à fotossíntese e à respiração, além de diversas funções celulares, influenciando todo o ciclo do desenvolvimento vegetal, podendo favorecer o amadurecimento precoce das culturas (STAUFFER & SULEWSKI, 2004; NOVAIS et al., 2007).

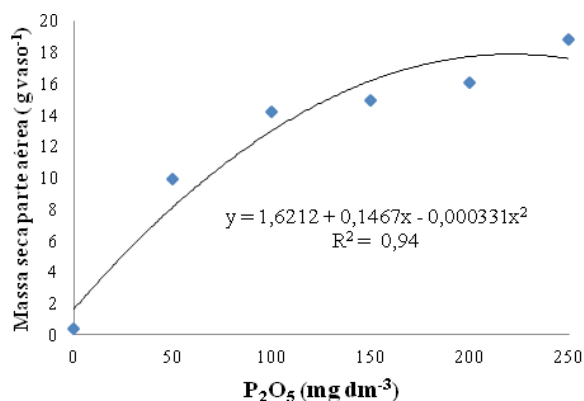


FIGURA 4. Produção de massa seca parte aérea de plantas de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅)

Houve diferença significativa para massa seca de raiz quanto às doses de fósforo aplicadas, onde se observa ajuste quadrático de regressão (Figura 2). A maior produção de raízes observada foi na dose de fósforo de 223,4 mg dm⁻³, sugerindo assim que as doses de fósforo foram limitantes na produção de raízes, o que pôde ser refletido no porte vegetativo das plantas. Corroborando com os

resultados de KROLOW et al. (2004), com trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L. cv. Kyambro) quanto ao aumento na produção de massa seca de raiz em função das doses crescentes de fósforo.

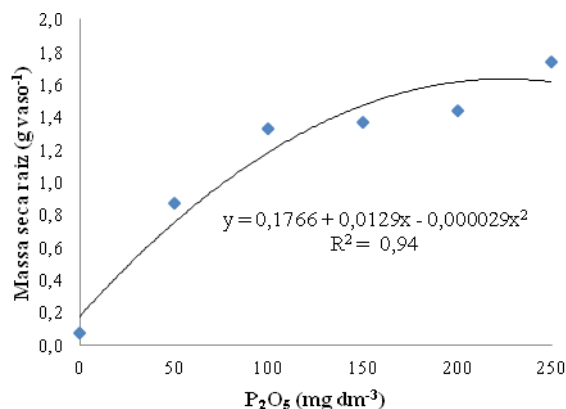


FIGURA 5. Produção de massa seca de raiz de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅)

MACHADO et al. (1999) afirmaram que o fósforo é um dos nutrientes mais limitantes à nutrição de plantas em condições tropicais, e assim, a baixa disponibilidade do nutriente costuma ocasionar decréscimo na produção de forragem. TIBAU (1984) observaram que o fósforo tem grande importância no desenvolvimento e ativação das raízes, o que reflete diretamente na produção das culturas. A limitação do sistema radicular pode acarretar no não suprimento das necessidades nutricionais da planta, além de haver maior pré-disposição ao déficit hídrico.

Houve diferença para produção de massa seca de nódulos da *Macrotyloma axillare* sob as doses de fósforo aplicadas, ajustando-se ao modelo linear de regressão (Figura 6). A maior de massa seca de nódulos foi observada na dose de fósforo de 250 mg dm⁻³ resultando em um acréscimo de 87,27% em relação a dose com ausência de adubação fosfatada.

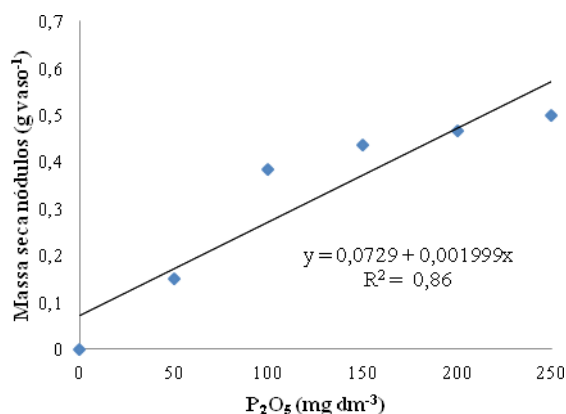


FIGURA 6. Massa seca de nódulos de Java submetida a doses de fósforo (P₂O₅)

O fósforo possui efeito marcante sobre a atividade da enzima nitrogenase, devido ao alto dispêndio energético promovido pela atividade de fixação biológica de nitrogênio ocorrente nas leguminosas. De acordo com PEREIRA & BLISS (1987) diversos experimentos tem sido conduzidos em campo e casa de vegetação visando avaliar o efeito dos níveis de fósforo na eficiência simbiótica e produtividade das plantas sob condições de simbiose. Um estudo realizado por KROLOW et al. (2004), com trevo-subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L. cv. Woogenellup) constatou o aumento linear na produção de nódulos em função das doses crescentes de fósforo aplicadas. Um experimento realizado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizando a cultivar carioca respondeu de forma similar aos aumentos no teor de fósforo no solo quanto ao número e peso de nódulos (ARAÚJO et al., 2002). Como a fixação biológica de nitrogênio é um processo de grande demanda energética, onde o fósforo tem um papel relevante no metabolismo energético das células, assim a deficiência de fósforo tem um impacto negativo no estado energético dos nódulos (ISRAEL, 1987; SA e ISRAEL,1991).

CONCLUSÃO

A maior produção e adequada morfologia para leguminosa híbrida Java ocorre entre as doses de fósforo de 167 e 238 mg dm⁻³. A adubação fosfatada promove nodulação da leguminosa sem inoculação em solo de Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.P. TEIXEIRA, M.G. LIMA, E.R. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n.1, p.183-189, 2002.

CANTARELLA, H.; CORREA, L.de A.; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. **Anais...** In: Simpósio Sobre Manejo De Pastagens. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens, 2002. Piracicaba: FEALG, 2002, P.99-132.

CARNEIRO, J.G.de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 p.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos,42).

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 3, p. 317-345, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2009**. < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/default.shtm>>. 16 Fev. 2010.

ISRAEL, D.W. Investigation of the role of phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation. **Plant Physiology**, v.84, n. 3, p. 835-840, 1987.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Efeito do fósforo e do potássio sobre o desenvolvimento e a nodulação de três leguminosas Anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2224-2230. 2004.

MACHADO, C. T. de T.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; MACHAD, A.L. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 109-124, 1999.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; MELLO, F. A. F. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727 p.

NOVAIS, R.F., SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. **Fósforo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B e NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007.

PEREIRA, P.A.A.; BLISS, F.A. Nitrogen fixation and plant growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at different levels of phosphorus availability. **Plant and Soil**, v.104, n. 1, p.79-84, 1987.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 665-693, 1999.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E. MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento Inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

ROTZ, C.A. Field curing of forages. In: MOORE, K.J. et al. (eds). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, 1995. p.39-66.

SA, T.M.; ISRAEL, D.W. Energy status and functioning of phosphorus-deficient soybean nodules. **Plant Physiology**, v.97, n. 3, p. 928-935, 1991.

STAUFFER, M.D; SULEWSKI, G. Fósforo essencial para a vida. **Anais...** In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 2003. Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p.1-11.

SOUTO, J.S.; OLIVEIRA, F.T.; GOMES, M.M.S.; NASCIMENTO, J.P.; SOUTO, P.C. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp). **Revista Verde**, v.4, n.1, p.135-140, 2009.

SOUZA, D.M.G.. DE; MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Manejo e adubação fosfatada em pastagens. **Anais...** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: fertilidade do solo para pastagens produtivas, 2004.Piracicaba: FEALQ,2004, p. 101-138.

STRALIOTTO, R. FERREIRA, M. E.; RUMJANEK, N. G. Genetic diversity of Rhizobia nodulating common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) isolated from brazilian tropical soils. **Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture**, v. 38, n. 1, p. 60, 2002.

TIBAU, A.C. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1984. 220p.

VILELA, D. **Feno**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.29-31, 1983.