



CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE AMENDOIM INOCULADAS COM RIZÓBIO ISOLADO DE FEIJÃO CAUPI

Claudia Cardoso dos Santos¹, Salomão Lima Guimarães², Lorraine do Nascimento Farias¹, Edna Maria Bonfim-Silva²; Analy Castilho Polizel²

1. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Mato Grosso campus de Rondonópolis - Brasil. (santosclaudiac@hotmail.com)
2. Professor Doutor do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Universidade Federal de Mato Grosso campus de Rondonópolis - Brasil. (slguimaraes@ufmt.br)

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

O nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento das plantas e o aumento da produtividade agrícola, sendo a fixação biológica desse nutriente a principal fonte de adição natural para o sistema solo-planta. Objetivou-se pelo presente estudo avaliar plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função da inoculação de estirpes de rizóbio isoladas de feijão caupi (*Vigna unguiculata*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 14 tratamentos, sendo 10 isolados de rizóbio, 2 testemunhas nitrogenadas (com recomendação de 25 mg dm⁻³ e de 50 mg dm⁻³), 1 testemunha (isenta de inoculação e de nitrogênio, porém, com fósforo, potássio e micronutrientes) e 1 testemunha absoluta (sem inoculação e adubação), em quatro repetições. Avaliou-se altura de plantas, índice SPAD, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de nódulos e número de nódulos. Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey por meio do software estatístico Sisvar. Houve significância para o número de nódulos com as estirpes R1, R2, R3, R4, R5, R7, R9 e para massa de nódulos com a estirpe R5. Para as variáveis, altura de plantas, índice SPAD, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz não houve significância. A fixação biológica do nitrogênio em plantas de amendoim inoculado com estirpes de feijão caupi apresentam maior número e massa de nódulos quando comparados aos tratamentos com e sem aplicação da adubação nitrogenada.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação, *Arachis hypogaea* L., fixação biológica, nodulação.

INITIAL GROWTH OF THE PEANUT PLANT INOCULATED WITH RHIZOBIA FROM COWPEA

ABSTRACT

Nitrogen is one essential nutrient for plant growth and increased agricultural productivity and biological fixation of this nutrient the main source of natural addition to the soil-plant system. The objective of the present study to evaluate peanut plants (*Arachis hypogaea* L.) depending on the inoculation of rhizobia strains isolated from cowpea (*Vigna unguiculata*). The experimental design was completely randomized

with 14 treatments , with 10 rhizobia , nitrogen 2 witnesses (with recommendation of 25 mg dm⁻³ and 50 mg dm⁻³) , 1 control (free of inoculation and nitrogen , however, with phosphorus, potassium and micronutrients) and 1 absolute control (no inoculation and fertilization) , with four replications. We evaluated plant height, SPAD index, dry weight of shoot, root dry weight, dry weight of nodules and nodule number. The results were subjected to analysis of variance at 5% probability and the means were compared by Tukey test using the statistical software Sisvar. There was significance to the number of nodes with R1, R2, R3, R4, R5, R7, R9 and strains for nodule mass with the R5 strain. For variables, plant height, SPAD index, dry weight of shoot and root dry weight was not significant. Biological nitrogen fixation in peanut plants inoculated with strains of cowpea have a higher number and mass of nodules when compared to treatments with and without nitrogen application.

KEYWORDS: Fertilization, *Arachis hypogaea* L., biological nitrogen fixation, nodulation.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio desempenha importante função no mecanismo indutor de crescimento das plantas, contribuindo significativamente no processo de produção agrícola. De acordo com MARCONDES et al. (2010) a fixação biológica desse nutriente, tem como a principal fonte natural, os solos. Segundo WEBER & MIELNICZUK (2009) é requerido em grandes quantidades pelas culturas, sendo comum nos sistemas agrícolas ocorrer perda de nitrogênio do sistema solo-planta.

As leguminosas de importância agrícola são responsáveis pelo fornecimento de grande parte do nitrogênio utilizado na agricultura. Na agricultura brasileira, o amendoim tem se destacado por ser de fácil manejo, ciclo curto, além das várias formas em que é utilizado. É amplamente cultivado em áreas de renovação de pastagem e de canaviais (MARCONDES et al., 2010), e recuperação de áreas degradadas (NOGUEIRA et al., 2012) e impactadas por mineração (MERGULHÃO et al., 2009).

A cultura do amendoim tem sido utilizada em rotação de culturas com a cana de açúcar (AMBROSANO et al., 2010), em consórcio com milho (CORREIA et al., 2012) e em sistemas forrageiros (CASSAL et al., 2013; AZEVEDO JUNIOR et al., 2012), sendo referenciada para a produção de biodiesel, devido à alta pureza encontrada no óleo (SANTOS et al., 2012; ALENCAR et al., 2011).

Para o adequado desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do amendoim, há a necessidade de aplicação de nitrogênio em quantidades relativamente altas, quando comparado às outras culturas sendo que mais de 70% do nitrogênio absorvido pelas plantas são exportados da lavoura pelos grãos e vagens, o que a torna uma cultura dependente da fixação biológica do nitrogênio (SILVA, 2007).

A inoculação do amendoim no Brasil não é uma prática comum, embora esforços tenham sido realizados no sentido de encontrar estirpes eficientes para a cultura. De acordo com MARCONDES et al. (2010) a estirpe de *Bradyrhizobium* spp. SEMIA 6144 é recomendada para a inoculação dessa leguminosa.

A planta de amendoim é comumente nodulada por *Bradyrhizobium* spp. (YANG & ZHOU 2008), porém, há relatos de que bactérias de crescimento rápido, do gênero *Rhizobium*, também possam nodular as raízes dessa leguminosa (IBÁÑEZ et al., 2008). SANTOS et al. (2005) referenciam que entre as cultivares de amendoim adaptadas as condições edafoclimáticas das regiões produtoras do Brasil, destacam-se a Tatu, destinada para o mercado interno.

Desse modo, considerando a importância do processo de fixação biológica do

nitrogênio, objetivou-se avaliar o crescimento inicial de plantas de amendoim, cv. IAC Tatu em função da inoculação com estirpes de rizóbio isoladas de feijão caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso - campus de Rondonópolis (16°27'46"S ; 54°34'49"W), no período de 30 de agosto a 27 de setembro de 2011 (Figura 1). O solo utilizado foi proveniente de área de cerrado classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).



FIGURA 1. Vista geral do experimento na casa de vegetação, plantas de amendoim cv. IAC Tatu aos 25 dias após a germinação.

Os resultados da análise física e química do solo amostrado na área experimental foram: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,1$; M.O. = $22,7 \text{ g dm}^{-3}$; P = $2,4 \text{ mg dm}^{-3}$; K = $28,0 \text{ mg dm}^{-3}$; Ca = $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$; Al = $1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V = 6,5%, e as características granulométricas do solo: areia = 549 g kg^{-1} ; argila = 367 g kg^{-1} ; silte = 84 g kg^{-1} .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 14 tratamentos constituídos de 10 isolados de *Rhizobium* spp. provenientes de plantas de feijão caupi, 2 testemunhas nitrogenadas com a recomendação mínima de 25 mg dm^{-3} e máxima de 50 mg dm^{-3} , 1 testemunha (isenta de inoculação e nitrogênio, porém, com adubação fosfatada, potássica e micronutrientes) e 1 testemunha absoluta (sem inoculação e adubação) em quatro repetições.

O solo coletado foi peneirado em malha de 4 mm e acondicionado em vasos plásticos com capacidade para $0,7 \text{ dm}^{-3}$ de solo. A cultivar de amendoim utilizada foi a IAC Tatu, de película vermelha, porte ereto e ciclo curto (87 a 90 dias após emergência).

A semeadura ocorreu no dia 30 de agosto de 2011, a uma profundidade média de 2,5 cm, utilizando-se seis sementes por vaso. A umidade do solo foi mantida a 60% da máxima capacidade de retenção de água no solo.

Após a germinação foi realizado o desbaste das plantas, deixando três plantas por vaso. Os rizóbios utilizados foram isolados de plantas de feijão caupi e foram multiplicados em meio de cultura 79 (semissólido) com os seguintes compostos: manitol, K_2HPO_4 , $MgSO_4$, NaCl, extrato de levedura. O pH da solução foi ajustado para 6,8. Cada parcela experimental recebeu a aplicação de 1 ml do caldo bacteriano, sendo posteriormente os vasos cobertos por uma fina camada de solo.

Todos os tratamentos, exceto a testemunha absoluta (sem adubação e sem inoculação), receberam adubação fosfatada e potássica, respectivamente: 400 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de K_2O . Aplicaram-se micronutrientes como boro, cobre, zinco, manganês e molibdênio, nas respectivas quantidades e fontes: 2 kg ha⁻¹ de BO_3 ; 2 kg ha⁻¹ de $CuCl_2 (H_2O)$; 6 kg ha⁻¹ de $ZnCl_2$; 6 kg ha⁻¹ de $MnSO_4 (H_2O)$ e 0,4 Kg ha⁻¹ de MoO_3 .

Aos 28 dias após a emergência das plantas foi necessário realizar os cortes, devido à antecipação do ciclo da cultura. O crescimento do amendoim foi monitorado por meio da mensura da altura das plantas, área foliar e diâmetro do caule, em intervalos regulares durante o ciclo da cultura.

A contagem dos nódulos foi realizada manualmente. As variáveis analisadas foram altura de plantas, índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), massa seca parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de nódulos e número de nódulos de plantas de amendoim inoculadas com *Rhizobium* spp. isoladas de plantas de feijão caupi.

As avaliações do teor de clorofila foram realizadas por meio do medidor portátil Clorofilog-1030, sendo efetivada uma leitura por planta. A altura foi obtida com o auxílio de uma régua graduada da superfície do solo até o ápice da última folha completamente expandida. Após as avaliações realizaram-se os cortes das plantas ao nível do solo do vaso.

As raízes das plantas foram lavadas para remoção do solo para extração e contagem dos nódulos. Ao término da contagem todo o material foi acondicionado em sacos de papel identificados e submetidos à secagem em estufa de ar com circulação forçada por um período de 72 h e temperatura constante de 65° C até atingir massa constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey e transformados para raiz quadrada ($X^{0,5}$) por meio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O amendoim cv. IAC Tatu no crescimento inicial estabeleceu associações com as bactérias do gênero rizóbio isoladas de plantas de feijão caupi, com efeito significativo somente para número de nódulos e massa seca de nódulos. Para altura de planta (AP), índice SPAD, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) das plantas de amendoim, não houve diferença significativa (Tabela 1).

TABELA 1. - Altura (AP), índice SPAD, massa seca parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca de nódulos (MSN) e número de nódulos (NN) de amendoim cv. IAC Tatu.

| Fonte de variação | GL | Quadro Médio | | | | | |
|-------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | AP (cm) | Índice SPAD | g planta ⁻¹ | | Nº planta ⁻¹ | |
| | | | | MSPA | MSR | MSN | NN |
| Tratamento | 13 | 0,109891 ^{ns} | 0,267008 ^{ns} | 0,032150 ^{ns} | 0,022051 ^{ns} | 0,018212 ^{**} | 7,331386 ^{**} |
| Erro | 42 | 0,217498 ^{ns} | 0,240682 ^{ns} | 0,021630 ^{ns} | 0,024362 ^{ns} | 0,006413 ^{**} | 2,608085 ^{**} |
| Total corrigido | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Média | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| CV (%) | | 9,51 | 7,95 | 9,58 | 14,52 | 22,95 | 39,5 |

Os isolados R1, R2, R3, R4, R5, R7 e R9 produziram números de nódulos em maior quantidade, quando comparados aos isolados R6, R8, R10, aos tratamentos com a adubação de 25N e 50N, as testemunha (T) e testemunha absoluta (TA), que produziram números de nódulos em menores quantidades e não diferiram entre si (Figura 2).

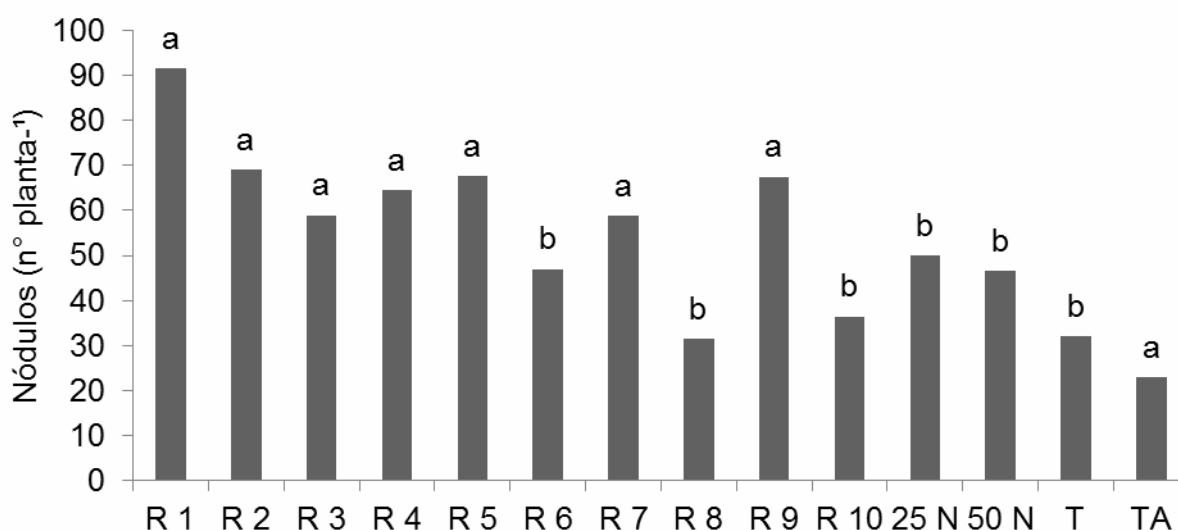


FIGURA 2. Número de nódulos de plantas de amendoim cv. Tatu sob inoculação de rizóbio (R), adubação nitrogenada (N), testemunha (T) e testemunha absoluta (TA) aos 28 dias após a semeadura.

Os isolados R1; R2; R3; R4; R5; R7 e R9 proporcionaram às raízes das plantas de amendoim maior número de nódulos, possivelmente o estabelecimento desses isolados pode ter sido facilitado pelo baixo número de rizóbios nativos no solo, o que pode ser observado pela baixa nodulação da testemunha absoluta.

STRALIOTTO (2002) estudando a inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro observou que o indicativo de boa nodulação pode ser observado pela formação de nódulos por planta, os quais devem ser superiores a 20 nódulos ativos e de cor vermelha. No presente estudo observa-se que em todos os tratamentos o número de nódulos foi superior a esse valor indicado por STRALIOTTO (2002), com maiores produções nos tratamentos inoculados com rizóbio, exceto para o R6, R8 e R10.

O número de nódulos por planta de amendoim pode variar de 39 a 53 (LOPES et al., 1972). Desse modo, observa-se que na presente pesquisa o número de nódulos entre os tratamentos inoculados com rizóbios variou de 31,5 a 91,5; evidenciando o efeito positivo na nodulação das plantas de amendoim por meio dessas bactérias.

SANTOS et al. (2005) estudando os isolados de rizóbios nativos da região do Nordeste na efetividade da fixação de nitrogênio em cultivares de amendoim, observou que o genótipo IAC Tatu induziu a formação de grande quantidade de nódulos, além de produzir maior massa nodular em todos os isolados testados.

Os resultados do presente estudo são corroborados por SANTOS et al. (2005) ao observarem que os tratamentos sem inoculação, com e sem adição de nitrogênio apresentaram menor quantidade de nódulos, quando comparados com as plantas inoculadas com rizóbios.

Quanto à massa seca de nódulos, os tratamentos com adubação nitrogenada correspondentes a 25 e 50 mg dm⁻³ de nitrogênio, não diferiram da testemunha (sem inoculação e adubação de N) e da testemunha absoluta. Dentre todos os tratamentos, observou-se maior massa seca de nódulos (0,158 g planta⁻¹) no isolado R5, sendo que para os demais tratamentos não houve diferença significativa (Figura 3).

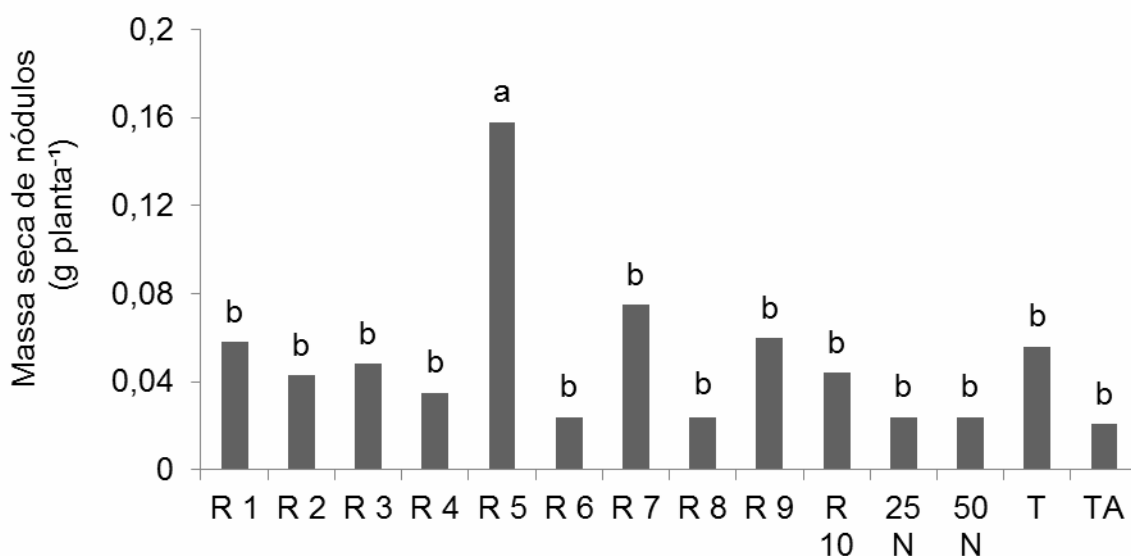


FIGURA 3. Massa seca de nódulos de plantas de amendoim cv. Tatu sob inoculação de rizóbio (R), adubação nitrogenada (N), testemunha (T) e testemunha absoluta (TA) aos 28 dias após a semeadura.

Nos isolados R1, R2, R3, R4, R6, R7, R8, R9, R10, e nos tratamentos com adubação nitrogenada (25N, 50N), e a testemunha (T) e testemunhas absolutas (TA) foi observado massa seca de nódulos em menor quantidade quando comparado ao tratamento R5. Porém, observando a baixa massa seca de nódulos dos isolados R1, R2, R3, R4, R6, R7, R8, R9, R10, quando comparada ao tratamento de isolado R5, de acordo com ARAÚJO et al. (2007) as variáveis número e massa seca de nódulos são indicativos de nodulação.

Os tratamentos com aplicação de nitrogênio e sem adição de inoculante

apresentaram massa nodular menor, quando comparados aos tratamentos inoculados, exceto os tratamentos R6 e R8, evidenciando assim, que a adição de nitrogênio não favoreceu o aumento na massa nodular. Por outro lado, o tratamento com inoculação e adubação de N, produziu massa em maior quantidade ($0,056 \text{ g planta}^{-1}$) que os tratamentos com N ($0,024 \text{ g planta}^{-1}$, para ambos os tratamentos com N).

Os autores HUNGRIA & BOHRER (2000) relataram que a massa seca dos nódulos é uma variável importante na avaliação da nodulação por rizóbios em virtude da melhor correlação com o desempenho simbiótico.

Quanto o processo de fixação biológica do nitrogênio, o resultado de número e massa seca de nódulos são parâmetros indiretos que avaliam esse processo (PEIXOTO et al., 2010) Desse modo, ressalta-se que, por meio desse estudo é possível observar que as plantas de amendoim cv. IAC Tatu foram capazes de nodular com todos os isolados de rizóbio de feijão caupi.

CONCLUSÃO

O crescimento inicial das plantas de amendoim cv. IAC Tatu é influenciada pela inoculação com bactérias do gênero *Rhizobium* spp., isoladas de feijão caupi, na produção de número de nódulos e massa seca de nódulos, indicando a possibilidade de substituição parcial da adubação nitrogenada no manejo dessa cultura.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; SOARES, N. F. F.; CARVALHO, M. C. S.; PEREIRA, K. F. Efeito do processo de ozonização na qualidade dos grãos e do óleo bruto de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v.15(2), p.154, 2011.

AMBROSANO, E. J.; AZCÓN, R.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A.; MURAOKA, T.; Trivelin, P. C. O.; ROSSI, F.; GUIRADO, N.; UNGARO, M. R. G.; TERAMOTO, J. R. S. Produção de biomassa e presença de fungos micorrízicos arbusculares em culturas utilizadas em rotação com a cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.67(6), p.692, 2010.

ARAÚJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N_2 no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, n.4, p.535-540, 2007.

AZEVEDO JUNIOR, R. L.; OLIVO, C. J.; MEINERZ, G.R.; AGNOLIN, C. A.; DIEHL, M.S.; MORO, G.; PARRA, C. L. C.; QUATRIN, M. P.; Horst, T. Produtividade de sistemas forrageiros consorciados com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v.42(11), p.2043, 2012.

CASSAL, V. B.; GARCIA, E. N.; MONKS, P. L. Estabelecimento do amendoim forrageiro e dinâmica de espécies em vegetação campestre no litoral sul, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.43(1), p.132, 2013.

CORREIA, N. M., FUZITA, W. E.; DANIEL, B. Cultivo consorciado de milho com

amendoim forrageiro e calopogônio e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33(2), p.575, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, n. 02, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; BOHRER, T. R. J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, p.45-52, 2000.

IBÁÑEZ, F.; TAURIAN, T.; ANGELINI, J.; TONELLI, M.L.; FABRA, A. Rhizobia phylogenetically related to common bean symbionts *Rhizobium giardinii* and *Rhizobium tropici* isolated from peanut nodules in Central Argentina. **Soil Biology and Biochemistry**, v.40, p.537-539, 2008.

LOPES, E. S.; TELLA, R.; ROCHA, J. L. V.; IGUE, T. Inoculação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Bragantia**, v.31, p.xxvii-xxxiv, 1972.

MARCONDES, J.; FERRAUDO, A. S.; SCAQUITTO, D. C.; ALVES L. M. C.; LEMOS, E. G. M. Efetividade na fixação biológica do nitrogênio de bactérias nativas isoladas de plantas de amendoim. **Ciência & Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 21-32, Jaboticabal, 2010.

MERGULHÃO, A. C. E. S.; FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; MAIA, L. C. Hospedeiros e ciclos sucessivos de multiplicação afetam a detecção de fungos micorrízicos arbusculares em áreas impactadas por mineração gesseira. **Revista Árvore**, v.33(2), p.227, 2009.

NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. M.; MARTINS, C. A. S.; BERNARDES, C. O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.8, n.14, p. 2121, 2012.

PEIXOTO, M. S. F. P.; PEIXOTO, C. C.; SAMPAIO, L. S. V.; SAMPAIO, H. S. V.; SOUZA, R. A. S.; ALMEIDA, J. R. C. Ação do herbicida alachlor na microbiota do solo, nodulação e rendimento de plantas de amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 2, p. 60 – 70, 2010.

SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; FREITAS, A.D.S.; VIEIRA, I.M.M. B.; SOUTO, S. M.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Efetividade de rizóbios isolados de solos da região Nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 301-307, 2005.

SANTOS, R. C., FREIRE, R. M. M., LIMA, L. M., ZAGONEL, G. F., COSTA, B. J. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agronômica**, v.43(1), p.72, 2012.

SILVA, M.F. **Efetividade da inoculação com *Bradyrhizobium* spp. em amendoim cultivado em solo da Zona da Mata de Pernambuco**, Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2007.

STRALIOTTO, R. A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro. Embrapa, CNPAB. **Agrobiologia**. Seropédica, RJ. 6 p. 2002.

WEBER, M. A & MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33(2), p.429, 2009.

YANG, J. K., & ZHOU, J. C. Diversity, phylogeny and host specificity of soybean and peanut bradyrhizobia. **Biology and Fertility of Soils**, 44:843-851, 2008.