

Efeitos de diferentes biofertilizantes e modos de aplicação na nodulação do feijão caupi

Luíz Paulo Figueredo Benício¹, Vinicius Almeida Oliveira², André Fróes de Borja Reis³, Aloísio Freitas Chagas Júnior⁴, Saulo de Oliveira Lima⁴

Resumo – O feijão-caupi constitui-se em um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural, é uma cultura com baixo rendimento, por isso faz-se necessário estudos de técnicas para melhorar sua produtividade. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes biofertilizantes e modos de aplicação na nodulação do feijão caupi. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 4x2+1+1, cujos os tratamentos foram: quatro tipos de biofertilizantes, aplicados de duas formas, via solo e via foliar. Ainda utilizou-se um tratamento adicional (adubação mineral com N) e uma testemunha (apenas semente inoculada). As avaliações ocorreram em duas épocas, aos 55 e 70 dias. Após a semeadura, as variáveis utilizadas foram número de nódulos, peso seco de nódulos e clorofila total. A aplicação via solo proporcionou maior nodulação que as foliares. Os biofertilizantes apresentaram comportamento diferente na nodulação do feijão caupi e os níveis de clorofila apresentaram relação com a nodulação.

Palavras chave: Clorofila, fixação biológica, micronutrientes, nitrogênio, *Vigna unguiculada*.

Effects of different application methods and biofertilizers on nodulation of cowpea

Abstract - The cowpea is in one of the main components of diet in the North and Northeast regions of Brazil, especially in rural areas, is a crop with low yield, so it is necessary to study techniques to improve your productivity. This study evaluated the effects of different modes of application and biofertilizers on nodulation of cowpea. The experiment was conducted at the Federal University of Tocantins, Campus Gurupi. We used a randomized design (CRD) in a factorial scheme 4x2 +1 +1, whose treatments were four types of bio-fertilizers, applied in two ways, via soil and leaf. Although we used an additional treatment (mineral fertilization with N) and control (only inoculated seed). Assessments were made at two times, 55 and 70 days. After sowing, the variables used were number of nodules, nodule dry weight and total chlorophyll. The application to the soil that gave greater leaf knotting. The biofertilizers showed different behavior in the cowpea nodulation and chlorophyll levels were associated with nodulation.

Keywords: Chlorophyll, biological fixation, micronutrients, nitrogen, *Vigna unguiculate*.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculada* (L.) Walp.) é extremamente rústica, tolerante a altas temperaturas, à seca, com boas condições para adaptação e expansão de áreas

explorada. É cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste. É a principal cultura de subsistência do semi-árido sendo fornecedor de proteínas de baixo custo, notadamente, para as populações carentes. Quase toda sua produção vem do

Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas

plântio em regime de sequeiro onde tem expressiva área cultivada (Melo, 1999).

Entretanto, a cultura apresenta baixa produtividade média, e uma das causas é a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente o N. As leguminosas são capazes de fixar quantidades de N que contribuem na melhoria da fertilidade do solo e no aumento da produção (Benício et al., 2011), o que pode reduzir os problemas causados pela falta de N.

O aumento da eficiência do processo de nodulação e conseqüentemente da Fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das formas de aumentar a produtividade da cultura (Franco et al., 2002). Além disso, melhorando-se o desempenho simbiótico, pode-se, da mesma forma que ocorre com a soja, dispensar a necessidade do uso de adubos nitrogenados para obtenção de maiores rendimentos (Rumjanek et al., 2005).

A nodulação e a FBN são influenciadas por fatores edafoclimáticos que podem trazer benefícios ou prejuízos ao processo. A disponibilidade de nutrientes está entre os principais fatores edáficos que influenciam a FBN com destaque para o P, o K e o Mo (Gualter et al., 2008).

A literatura ainda é carente de estudos sobre os biofertilizantes. No meio agrônômico, biofertilizante, frequentemente, se refere ao efluente, resultante da fermentação aeróbia ou anaeróbia de produtos orgânicos puros ou complementados com

minerais que podem ser usados na agricultura para vários fins. O biofertilizante pode ser aplicado tanto via solo quanto foliar. A sua utilização aumenta os teores de P, Ca, Mg e K no solo, e também pode ser considerado fonte de N para a planta. Além de conter macronutrientes, os biofertilizantes também possuem teores consideráveis dos micronutrientes boro, cobre, cloro, ferro, molibidênio, manganês e zinco, sendo grande alternativa para nutrição de plantas (Collard et al., 2001).

Com isto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de diferentes biofertilizantes e modos de aplicação na nodulação do feijão caupi.

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus de Gurupi-TO, em casa de vegetação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 4x2+1+1. Os tratamentos foram quatro tipos de biofertilizantes, dois tipos de aplicação, um tratamento adicional 50 kg ha⁻¹ de N e uma testemunha (somente inoculação). Os biofertilizantes utilizados foram: T1: (Amino Peixe Natural, biofertilizante comercial a base de pescados marinhos, indicado para aplicações foliares); T2: (Amino Peixe Raízes, biofertilizante comercial a base de pescados marinhos, indicado para aplicações via solo); T3: (Biofertilizante caseiro a base de leite, melão de cana, urina de vaca e esterco bovino); T4:

(Efluente de fossa séptica). Os biofertilizantes foram aplicados de duas formas, via solo e via foliar.

Os tratamentos T1 e T2 são biofertilizantes produzidos com pescados frescos marinhos e melão de cana, por processo natural de fermentação enzimática filtrado em filtro de 0,22µm. É classificado pelo MAPA como fertilizante orgânico “Classe A”, pois sua matéria prima é de origem animal e vegetal sem compostos sintéticos. Quanto à natureza física é classificado como “suspensão homogênea”. Possui uma densidade de 1,08 kg L⁻¹, seu índice salino é de 10% e apresenta garantias

Tabela 1. Análise química do solo utilizado.

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC(T)	SB	CTC(t)
0,82	0,66	0,16	0,04	1,76	2,68	0,92	0,96
K	P(mel)	V	m	Matéria Orgânica		pH	
38,48	0,3	34,18	4,06	24,6	5,92	5,11	

No ato da semeadura as sementes foram inoculadas com a estirpe BR 3267 recomendadas pela Embrapa Agrobiologia. Foram colocadas seis sementes por recipiente, para posterior desbaste deixando a três plantas. A primeira aplicação via foliar ocorreu 13 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas apresentavam a primeira folha trifoliolada, e foram repetidas semanalmente até a avaliação.

As variáveis analisadas foram número de nódulos, massa seca de nódulos e clorofila

mínimas de 1,20% de nitrogênio, 2,00% de fósforo, 8,00% de potássio e 8,00% de carbono orgânico total. São utilizados como fonte de nutrientes ou como complemento nutricional para as plantas.

Para aplicação via solo os biofertilizantes foram diluídos em água na concentração de 4% e misturados ao solo, deixando-os em pousio por 30 dias conforme recomendação do fabricante de T1 e T2. As plantas foram semeadas em sacos de polietileno preto 30x15 cm preenchidos com terra de um Latossolo Vermelho-Amarelo cuja análise química encontra-se na Tabela 1.

total. As avaliações procederam-se em duas épocas, a primeira aos 55 DAS e a segunda aos 70 DAS no início do florescimento, período em que os nódulos iniciam sua senescência (Hungria et al., 1994). As raízes foram lavadas e armazenadas em sacos de papel. Após a lavagem das raízes, procedeu-se a separação e a contagem dos nódulos. Após a contagem os nódulos foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa de ventilação forçada (24 horas a 55°C), e após a secagem foram pesados para determinação da

massa seca. Aos 70 DAS, no ato da segunda avaliação, foi determinado o teor de clorofila total das plantas de feijão caupi, utilizando o aparelho clorofiLOG CFL 1030 do fabricante Falker.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos foram comparados pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e as médias pelo teste de Tukey a 5%. Para as análises estatísticas utilizou-se o software ASSISTAT.

Para todas as variáveis analisadas observou-se interação biofertilizante x modo de aplicação ($P < 0,01$).

Na Tabela 2 encontram-se os valores do número de nódulos e peso seco de nódulos na época 1. Observando os dados da primeira época, pode-se observar que a aplicação via solo para todos os biofertilizantes apresentou maior número de nódulos e maior peso seco de nódulos, ao passo que as aplicações foliares dos biofertilizantes proporcionaram uma menor nodulação nas plantas de feijão caupi. Dois fatores podem ser as prováveis causas destes resultados. Primeiro, o biofertilizante aplicado via solo favoreceu o aumento da atividade microbiana no solo, fazendo assim com que este tratamento obtivesse número e massa de nódulos maiores que a aplicação foliar. A utilização de produtos orgânicos no solo, que contêm microrganismos como, por exemplo, os biofertilizantes, têm mostrado efeitos positivos sobre a fixação biológica de N

(Sarmiento, 2006). O segundo fator, as aplicações foliares semanais podem ter fornecido N frequentemente às plantas, fazendo com que elas não necessitassem da associação simbiótica para a obtenção de N. Araújo et al, (2007), fazendo aplicações foliares de biofertilizante em plantas de pimentão, concluíram que este atendeu as exigências nutricionais da planta. A capacidade de fixação de N_2 pelas bactérias de vida livre depende da composição do meio, pH do solo, temperatura e a presença de nitrogênio combinada com a concentração de micronutrientes (Mantilla et al., 2010). Portanto, as aplicações foliares de biofertilizantes contribuíram para a elevação dos níveis de nutriente no meio, causando a redução da nodulação.

Para o número de nódulos, o biofertilizante T3 proporcionou uma maior nodulação, seguido por T2 e T4, ambos diferindo de T1. Quando comparados à testemunha pelo teste Dunnett, esses três tratamentos não diferiram desta. Já o tratamento adicional (aplicação de N) proporcionou a menor nodulação como era esperado. A utilização de biofertilizantes juntamente com a inoculação favorece a nodulação em feijão caupi, ao passo que a fertilização mineral de N prejudica o processo (Andrade et al, 2009).

Para o peso dos nódulos, assim como ocorreu com o número de nódulos, a aplicação via solo foi superior. O T1 foi o

tratamento que proporcionou maior peso seco de nódulos, tendo em vista que este tratamento foi o que obteve menor número de nódulos. Embora neste trabalho não tenha sido quantificada a fixação de N₂, esta observação é importante, pois de acordo com

Xavier et al, (2007) o tamanho dos nódulos indica eficiência relativa. Os menores valores de massa seca de nódulos foram obtidos com a adubação mineral de N.

Tabela 2. Número de nódulos e peso seco de nódulos em plantas de feijão caupi aos 55 dias após a semeadura, sob diferentes biofertilizantes aplicados via foliar e via solo.

ÉPOCA 1					
NÚMERO DE NÓDULOS					
	T1	T2	T3	T4	MÉDIAS
SOLO	62 *	86 ^{ns}	136 ^{ns}	82 ^{ns}	92 a
FOLIAR	30 *	46 *	18 *	20 *	28 b
MÉDIAS	46 B	66 AB	77 A	51 AB	
Adicional	11*	C.V (%)		29,96	
Testemunha	107				
PESO SECO DE NÓDULOS (mg)					
	T1	T2	T3	T4	MÉDIAS
SOLO	310,66 *	244,66 *	210 *	109,33 ^{ns}	218,66 a
FOLIAR	36,66 *	48,33 *	11,53 *	4,41 *	25,21 b
MÉDIAS	173,66 A	146,50 AB	110,76 B	56,82 C	
Adicional	1,83*	C.V (%)		23,44	
Testemunha	143,33				

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

* Significativo em relação a testemunha, a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo em relação a testemunha, a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Na Tabela 3 encontram-se os dados de número de nódulos e peso seco de nódulos da segunda avaliação realizada aos 70 DAS.

Nos resultados da segunda época, pode-se observar que o número de nódulos aumentou em relação à primeira época, mostrando o aumento da nodulação durante o ciclo fenológico da planta. Santos et al. (2009) encontraram um aumento significativo no número de nódulos em feijão fava de 45 para 60 dias após a semeadura. Os autores

ainda concluíram que neste período próximo a floração é que ocorre os maiores picos de nodulação.

Para o tipo de aplicação, assim como na primeira época, a aplicação via solo proporcionou a maior nodulação. Os tratamentos T4 seguido por T3 obtiveram maior número de nódulos, mas não diferiram da testemunha. O fato de T1 e T2 apresentarem menor número de nódulos provavelmente se deu pelo fato destes

tratamentos não atenderem às necessidades de certos nutrientes para boa nodulação conforme descrito por Saboya et al. (2008); Schwengber et al. (2010).

O peso seco de nódulos em relação à primeira época diminuiu devido ao fato de que o número de nódulos das aplicações via solo também foram menores em relação à

primeira época. A provável causa para este resultado é que nos tratamentos via solo os nódulos tenham entrado em senescência primeiro que nos tratamentos com aplicação foliar. No estágio de floração e início de formação de vagens inicia-se o processo de senescência dos nódulos (Hungria et al., 1994).

Tabela 3. Número de nódulos e peso seco de nódulos em plantas de feijão caupi aos 70 dias após a semeadura, sob diferentes biofertilizantes aplicados via foliar e via solo.

ÉPOCA 2					
Número de nódulos					
	T1	T2	T3	T4	Médias
Solo	51 *	55 *	150 ^{ns}	143 ^{ns}	100 a
Foliar	99*	65 *	58 *	94 *	79 b
Médias	75 BC	60 C	104 AB	118 A	
Adicional	25 *	C.V (%)		20,27	
Testemunha	175				
Peso seco de nódulos (mg)					
	T1	T2	T3	T4	MÉDIAS
Solo	285,11 *	223 ^{ns}	124 ^{ns}	196,33 ^{ns}	207,11 a
Foliar	52,33*	68,66 *	40*	37,33 *	49,58 b
Médias	168,72 A	145,83 A	82 B	116,83 AB	
Adicional	9,50 *	C.V (%)		27,08	
Testemunha	163,22				

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

* Significativo em relação à testemunha, a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo em relação a testemunha, a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Na Figura 1 encontram-se os valores de clorofila total das plantas de feijão caupi. Pode-se observar que os tratamentos com aplicação via solo obtiveram maiores valores de clorofila total. Neste caso a maior nodulação nos tratamentos com aplicação via solo pode ter influenciado positivamente aumentando o acúmulo de N e

consequentemente os teores de clorofila. O maior conteúdo de N nas folhas contribui para o aumento no conteúdo de clorofila (Araújo et al., 2010). Outros trabalhos mostraram essa relação intrínseca entre o N nas folhas e a leitura da clorofila em feijão-comum (Didonet et al., 2005) e feijão-caupi (SILVA et al., 2010).

Para os diferentes biofertilizantes, apenas T3 e T4 aplicados via foliar diferiram da testemunha para o teste Dunnett. O T1 apresentou maior valor de clorofila total, podendo estar relacionado com o peso dos nódulos. Como foi dito o T1 apresentou nódulos maiores e mais pesados e, de acordo com Xavier et al. (2007), nódulos maiores apresentam maior eficiência na fixação de N.

O teor de clorofila total no tratamento com N mineral não diferiu da testemunha, mostrando que a somente a fixação biológica pode fornecer nitrogênio suficiente para as plantas de caupi. Segundo Zilli et al. (2009), a inoculação com estirpes eficientes pode suprir as necessidades de N da cultura do feijão caupi.

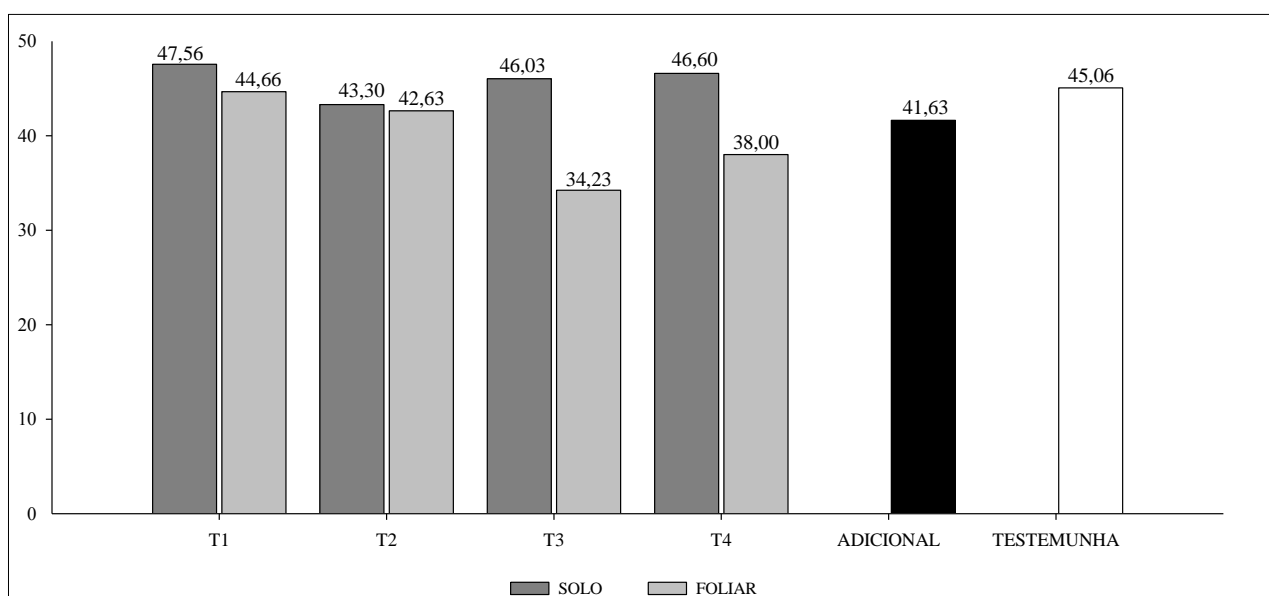


Figura 1. Clorofila total em plantas de feijão caupi sob diferentes biofertilizantes aplicados via foliar e via solo.

Diante dos resultados pode-se concluir que:

1. A aplicação foliar de biofertilizantes inibiu a nodulação das plantas de feijão caupi, enquanto as aplicações via solo não interferiram na nodulação.

2. Os diferentes biofertilizantes apresentaram resultados distintos na nodulação do feijão, sendo que T1 apresentou maior massa de nódulos.

3. Os níveis de clorofila total apresentaram relação com a nodulação, sendo que os tratamentos com maior massa seca de nódulos obtiveram os maiores níveis de clorofila.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. M.; STAMFORD, N. P.; SOUSA, C. A.; SILVEIRA, A. C. G. A.; FREITAS, A. D. S.; SANTOS, C. E. R. S.

Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com *Bradyrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.289-282, 2009.

ARAÚJO, A. S. F.; CARNEIRO, R. F. V.; BEZERRA, A. A. C.; ARAÚJO, F. F. Co-inoculation rhizobia and *Bacillus subtilis* in cowpea and *Leucaena*: effects on nodulation, N₂ fixation and plant growth. **Ciência Rural** v.40, p.182-185, 2010.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.466-470, 2007.

BENÍCIO, L.P.F.; MOREIRA, V.F.; LIMA, S.O.; PEREIRA, A.J.; RODRIGUES, H.V.M. Produtividade de biomassa aérea e valor protéico de espécies leguminosas forrageiras, cultivadas no cerrado tocantinense. **Pubvet**, v.5, n. 3, ed. 150, Art. 1005, 2011.

COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A.; COSTA, M. C. R.; ROCHA, M. C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na Cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg). **Revista Biociências**, v.7, p.15-21, 2001.

DIDONET, A.D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilometro. **Bioscience Journal**, v.21, p.103-111, 2005.

FRANCO, M. C.; CASSINI, S. T. A.; OLIVEIRA, V. R.; VIEIRA, C.; TSAI, S. M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1145-1150, 2002.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; ALCANTRA, R. M. C. M.; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na

Nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, v.9, p.469-474, 2008.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAUJO, R.S.; HUNRIA, M. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa, 1994. p.9-90.

MANTILLA, C. L.; TÁMARA, L. P. G.; ZUMAQUÉ, L. E. O. Medio de cultivo utilizando residuos-sólidos para el crecimiento de una bacteria nativa con potencial biofertilizante. **Revista Colombiana de biotecnología**, v.12, p. 103-112, 2010.

MELO A. R. B. 1999. **Utilização de nitrato e ajustamento osmótico em plantas de feijão de corda (*Vigna unguiculada* (L.) Walp.) submetidas a diferentes níveis de estresse salino**. Tese (doutorado) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação biológica do nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p.281-335.

SABOYA, R. C. C.; SIRIANO, P. R.; SABOYA, L. M. F.; CHHAGAS JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, E. S.; MONTEIRO, F. P. R. Interação e eficiência de estirpes de bactéria fixadora de nitrogênio com adubação PK em solo de Gurupi-Tocantins. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 9, 2, Brasília, 2008. Anais... Brasília, DF, 2008.

SANTOS, J. O.; ARAÚJO, A. S. F.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A.C. A.; FIGUEIREDO, M. V. B. Ontogenia da nodulação em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, 2009, p. 426-429.

SARMIENTO, G. 2006. **Biocultivos**. In: Curso internacional. Producción de Biofertilizantes desde el laboratorio al campo.

Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
Colcienicas-Cabbio-Biocultivos. Instituto de
Biotecnología (IBUN).

SCHWENGBER, J. A. M.; SILVA, F. F.;
SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, D. R.
Nodulação do feijão-caupi em função da
aplicação de três águas de farinha. **Revista
em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3,
p.135-146, 2010.

SILVA, E. F. L.; ARAÚJO, A. S. F.;
SANTOS, V. B. NUNES, L. A. P. L;
CARNEIRO, R. F. V. Fixação biológica do
N₂ em feijão-caupi sob diferentes doses e
fontes de fósforo solúvel. *Bioscience Journal*,
v.26, p.394-402, 2010.

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS,
V.B.; CAMPOS, F.L. Ontogenia da
nodulação em duas cultivares de feijão-caupi.
Ciência Rural, v. 37, p.572-575, 2007.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; XAVIER, G.
R.; RUMJANEK, N. G. Contribuição de
estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e
produtividade de grãos de feijão-caupi em
Roraima. **Acta Amazonica**, v.39, p.749-758,
2009.