

# SEÇÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

## NODULAÇÃO E PRODUÇÃO DO CAUPI (*Vigna unguiculata* L. WALP) SOB EFEITO DE PLANTAS DE COBERTURA E INOCULAÇÃO<sup>(1)</sup>

Cleópatra Saraiva do Nascimento<sup>(2)</sup>, Mario Andrade Lira Junior<sup>(3)</sup>,  
Newton Pereira Stamford<sup>(4)</sup>, Maria Betânia Galvão Santos Freire<sup>(3)</sup>  
& Clayton Albuquerque Sousa<sup>(5)</sup>

### RESUMO

Um experimento de campo foi realizado no município de Crato – Ceará para estudar como a planta de cobertura afeta a nodulação e produtividade de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), submetido a diferentes inoculações. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de plantas de cobertura, formando a parcela principal; inoculação, como subparcela; e amostragens quinzenais, como subsubparcela. As plantas de cobertura foram: milho – *Pennisetum americanum*; mucuna-preta – *Stizolobium aterrimum* ou vegetação espontânea, enquanto as fontes de N foram: sem inoculação; sem inoculação + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia; inoculação com estirpes rizobianas (*Bradyrhizobium* sp.) recomendadas pela RELARE –BR 3301 + BR 3302; ou pela UFRPE – NFB 6156 + NFB 700. Foi utilizada a cultivar Patativa de caupi, recomendada para a região. A partir de sete dias após a emergência e até a maturidade final da cultura, foram realizadas amostras quinzenais, colhendo-se duas plantas, por subparcela para determinação do número de nódulos, matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea. A partir dos 60 dias após emergência, foram realizadas colheitas semanais da área útil da subparcela, para determinação da produtividade de grãos. A mucuna aumentou a nodulação do caupi não-inoculado. A inoculação do caupi com estirpes recomendadas, ou o aumento da

<sup>(1)</sup> Tese de Mestrado da primeira autora junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo - UFRPE. Trabalho parcialmente apresentado na FERTBIO 2006. Recebido para publicação em dezembro de 2006 e aprovado em abril de 2008.

<sup>(2)</sup> Bióloga, Escola Agrotécnica Federal do Crato – EAFC. CEP 63100-000 Crato (CE). E-mail: cleopatrandonascimentosaraiva@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife (PE). E-mail: mario.lira@depa.ufrpe.br; betania@depa.ufrpe.br

<sup>(4)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Professor do Departamento de Agronomia, UFRPE. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: newtonps@depa.ufrpe.br

<sup>(5)</sup> Discente de Agronomia, UFRPE. E-mail: claytondesousa@hotmail.com

**população nativa, permitiu produção de biomassa e grãos semelhante da adubação com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N.**

**Termos de indexação: mucuna, rizóbio, milho, nodulação.**

**SUMMARY: NODULATION AND YIELD OF COWPEA (*Vigna unguiculata* L. WALP) UNDER INOCULATION AND COVER CROPS**

*A field experiment was conducted at Crato – Ceará to study how green manuring affects nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) which received different inoculation treatments. The experiment was conducted under a randomized block design, split-split-plot arrangement with four replicates. Treatments were green manures for the main plot, nitrogen sources for the split-plot and bi-weekly plant samplings for the split-split-plot. The green manures under study were pearl millet – *Pennisetum americanum*; velvet beans – *Stizolobium aterrimum*; or spontaneous vegetation, while nitrogen sources were Native rhizobial population; nitrogen fertilizer 50 kg ha<sup>-1</sup> of N as urea; inoculation with RELARE recommended rhizobial strains – BR 3301 + BR 3302; or UFRPE recommended rhizobial strains – NFB 6156 + NFB 700. Cowpea cultivar Patativa was used, which is recommended by regional extension services. From seven days after germination up to final physiological maturity bi-weekly two-plant samples were collected for nodule number and dry mass determination and aerial part dry mass determination. From 60 days after germination weekly harvests of each split-plot were conducted for grain yield determination. Velvet bean increased uninoculated cowpea nodulation. Cowpea inoculation with recommended strains or native population increase allowed biomass and grain production similar to fertilization with 50 kg ha<sup>-1</sup> of N.*

*Index terms: velvet beans, rhizobia, pearl millet, nodulation.*

## INTRODUÇÃO

O caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido vulgarmente como feijão-macáçar ou de corda, é uma leguminosa de ampla distribuição mundial, estando presente principalmente nas regiões tropicais do globo, pois estas têm características edafoclimáticas semelhantes às do seu provável berço de origem, a África (Mousinho, 2005). É a cultura de grãos mais importante da região semi-árida brasileira, alcançando de 95 a 100 % do total das áreas plantadas com feijão nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte (Santos et al., 2000) – em sua maioria por pequenos produtores, com baixa capacidade financeira.

O Estado do Ceará é o maior produtor nacional de caupi, seguido pelo Piauí. Na safra 2002/2003 a área plantada no Ceará foi de 618.600 ha, resultando em uma produção de 211.800 t (FNP, 2004).

Desse modo, a fixação biológica de N<sub>2</sub> assume importância evidente, representando a alternativa mais viável para o fornecimento de N à cultura (Mercante et al., 2004).

As bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> em associação com leguminosa pertencem aos gêneros *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Blastobacter*, *Bradyrhizobium*, *Devosia*, *Enfiser*, *Mesorhizobium*, *Methylobacterium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Burkholderia* e

*Cupriavidus* (Sprent, 2002; Wolde-Meskel et al., 2005). Essa diversidade de gêneros levou Moreira (2006) a repensar o termo rizóbio, largamente utilizado como coletivo para todos os gêneros de fixadores de N<sub>2</sub> em simbiose com leguminosas, já que vários dos gêneros não pertencem sequer ao mesmo filo da tradicional família Rhizobiaceae. Por razões de uso tradicional, apesar da validade da ressalva, neste estudo o termo continuará a ser utilizado.

É importante a verificação da necessidade da inoculação do caupi com estirpes específicas, a fim de garantir maior eficiência na fixação de N<sub>2</sub> (Stamford et al., 1988). A inoculação do caupi com estirpes de rizóbio previamente selecionadas para condições de acidez e temperatura elevada mostrou ser bastante eficiente; em alguns solos, foi demonstrado que o N proveniente da fixação biológica pode suprir todo o N necessário para produção satisfatória (Stamford et al., 2002).

Stamford et al. (1995) selecionaram estirpes rizobianas para caupi em condições de temperatura elevada, observando produção de matéria seca equivalente à do tratamento com adição de N mineral na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> na forma de uréia.

Outra maneira de se obter maior eficiência na fixação biológica do N<sub>2</sub> é limitando o revolvimento do solo e mantendo a cobertura vegetal. Por meio da

adoção de sistemas de plantio direto, pode-se aumentar a massa microbiana, pelo fato de essa prática proporcionar melhorias nas condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos (temperatura, umidade, aeração, entre outros) e diminuição na taxa de decomposição de componentes orgânicos, além de melhorar o nível de fertilidade do solo (Sidiras & Pavan, 1985).

Neste trabalho procurou-se avaliar se a inoculação com *Bradyrhizobium* sp. e o cultivo de plantas de cobertura, em condições de campo, permitem substituir a adubação nitrogenada recomendada para o caupi.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área da Escola Agrotécnica Federal de Crato – Ceará, 39° 25' W, 7° 14' S e 422 m de altitude, anteriormente cultivada com milho, em um Cambissolo Húmico distroférico típico textura média fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado. O clima da região é tropical úmido, correspondendo à classificação de AW de Köppen, com regime pluviométrico de 700 a 1.000 mm ano<sup>-1</sup>. Blocos foram formados em função da declividade e fertilidade do terreno (Quadro 1).

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foi considerado o arranjo em parcela subdividida, sendo a parcela principal formada por três plantas de cobertura; a subparcela, por inoculação; e a subsubparcela, pelas diferentes épocas de amostragem, que constaram de cinco coletas de plantas e quatro coletas de grãos. Cada subparcela apresentou dimensões de 2,8 m de largura por 4,5 m de comprimento, distando entre si de 0,5 m dentro da parcela principal, 0,5 m entre as parcelas principais e cada bloco distando 1,0 m um do outro.

As plantas de cobertura foram: milheto – *Pennisetum americanum*, mucuna-preta – *Stizolobium aterrimum*, vegetação espontânea (com predomínio de *Pennisetum purpureum*, *Amaranthus viridis* e *Eulesine indica*), enquanto as inoculações foram: sem inoculação; sem inoculação + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, parcelado em 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio, colocado no sulco, e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura (Lopes et al., 1998) e estirpes rizobianas

recomendadas pela RELARE – BR 3301 + BR 3302, ou pela UFRPE – NFB 6156 + NFB 700. Os inoculantes foram todos produzidos por cultivo em meio líquido, conforme Somasegaran & Hoben (1994), utilizado para produção de inoculante à base de turfa, fornecida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária.

O milheto foi semeado na densidade de aproximadamente 103 sementes m<sup>-1</sup>, utilizando-se 0,15 m entre linhas. A mucuna-preta foi semeada no espaçamento de 0,90 m, com sete sementes m<sup>-1</sup>.

A cobertura viva foi mantida por um período de 60 dias, sendo em seguida roçada e deixada sobre a superfície do solo.

Após 30 dias, foi aplicado o herbicida Roundup, na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup>, e no dia seguinte foi realizada a semeadura do caupi, cultivar Patativa, utilizando-se duas sementes por cova, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Cada subparcela tinha seis linhas de feijão, com 4,5 m de comprimento, tendo sido consideradas as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,40 m de cada extremidade.

O experimento foi realizado com sistema de irrigação por aspersão convencional, com lâmina total de 369,4 mm, com regas periódicas de acordo com a precipitação pluvial durante o crescimento do caupi.

A partir de sete dias, e até 69 dias, após a emergência foram realizadas amostragens a cada 14 dias, colhendo-se duas plantas por subparcela. O sistema radicular das plantas colhidas foi lavado cuidadosamente e, posteriormente foram determinados número de nódulos, matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea, por secagem, em estufa a 65 °C por 72 h e em seguida pesado. Para determinação da massa dos grãos, foram feitas colheitas em todas as plantas de cada subparcela, iniciando-se 60 dias após a semeadura do caupi e seguindo-se uma vez a cada semana, até o fim da produção. A matéria seca dos grãos foi corrigida para 12 % de umidade relativa, conforme recomendação para grãos comerciais.

A análise estatística foi conduzida utilizando o “Guided Data Analysis Procedure” do SAS (SAS, 1999), para verificação das premissas da análise de variância. Para os dados de produção das plantas de cobertura, foi utilizada a transformação 1/x; para número de nódulos total e número de nódulos no

Quadro 1. Fertilidade do Cambissolo Húmico distroférico típico textura média

Profundidade	pH	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	CO	MO
cm	Água – 1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>	_____ cmolc dm <sup>-3</sup> _____			— g kg <sup>-1</sup> —				
0–20: blocos 1 a 3	6,57	265	3,00	2,85	0,23	0,04	0,00	0,58	10,88	18,76
0–20: bloco 4	6,50	254	4,05	2,85	0,18	0,15	0,10	0,83	16,07	27,70

florescimento,  $(x + 1)$ ; para matéria seca de nódulos total e matéria seca de nódulos no florescimento,  $\log_{10}(x + 1)$ ; para a matéria seca da parte aérea total e matéria seca da parte aérea no florescimento,  $\log_{10}$ ; e para a produtividade durante o desenvolvimento,  $x$ . Na presença de interações envolvendo idade, foi feito desdobramento por meio da análise de regressão, considerando a idade como variável independente, com uma regressão para cada um dos outros fatores participantes da interação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas quanto à produção de matéria seca (MS) da parte aérea. As produções de matéria seca da parte aérea ao final do período de cultivo da planta de cobertura foram maiores para o milheto, seguido por espontânea e mucuna-preta, com médias de 3.801, 1.986 e 1.716 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente, todas significativamente diferentes entre si a 5 % pelo teste de Tukey. Por ocasião da sementeira do caupi, quase não havia mais cobertura morta da mucuna-preta, enquanto a cobertura nos demais tratamentos era bastante intensa (dados não apresentados).

Com relação ao número de nódulos e à produção do caupi, ocorreu interação significativa entre inoculação, plantas de cobertura e época de amostragem; já com

relação à matéria seca (MS) de nódulos do caupi houve interação significativa entre plantas de cobertura e época de amostragem e entre inoculação e época de amostragem. Quanto à matéria seca da parte aérea do caupi, houve efeito significativo da inoculação e da época de amostragem. A produtividade de grãos apresentou interação entre os três fatores estudados, enquanto a produtividade acumulada mostrou interação entre inoculação e plantas de cobertura.

Ao se avaliar o número de nódulos no decorrer do tempo (Figura 1 e Quadro 2), os picos de produção do caupi nas diferentes coberturas ocorreram em torno dos 30 aos 40 dias. Esse período coincide com o de floração e emissão de vagens, em que a demanda de N pelo caupi é maior, indo a planta suprir essa necessidade por meio da fixação biológica, o que possivelmente proporcionou aumento da nodulação, em concordância com a literatura (Mayz et al., 2003; Sanginga et al., 2003; Crews & Peoples, 2005).

A utilização da mucuna-preta como planta de cobertura propiciou maior nodulação do caupi, ficando a menor nodulação em sucessão ao milheto e em posição intermediária à nodulação em sucessão à vegetação espontânea, nos tratamentos de inoculação, com exceção dos tratamentos com a mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE – NFB 6156 + NFB 700 (Figura 1). A leguminosa provavelmente proporcionou aumento da população rizobiana na área, a qual é também nodulante como o caupi, concordando com Sanginga et al. (2002).

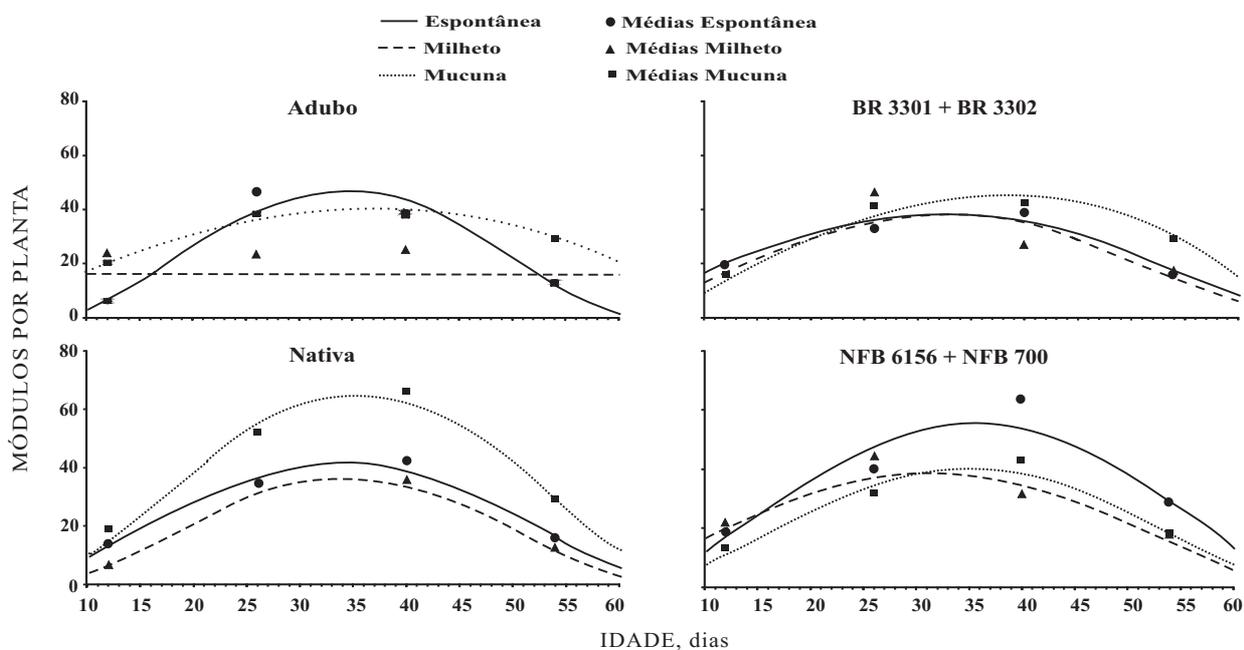


Figura 1. Número de nódulos nas raízes do caupi em função da idade das plantas à época de amostragem, de acordo com as plantas de cobertura antecessoras, em quatro tratamentos sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700). Nível de significância: 0,025.

No tocante às plantas de cobertura, com exceção da vegetação espontânea, o número de nódulos do caupi nos tratamentos com adubo foi inferior ao encontrado para as plantas inoculadas (Figura 1), indicando provável efeito negativo do N sobre a nodulação, conforme também encontrado por diversos autores (Lopes et al., 1996; Silveira et al., 2001; Silva, 2006), embora outros autores não tenham observado efeitos similares (Stamford et al., 1995; Kahn & Schroeder, 1999).

O tratamento sem inoculação apresentou número de nódulos superior ao dos demais (Quadro 3), além de diferir estatisticamente do tratamento adubo, corroborando a elevada eficiência simbiótica encontrada para estirpes rizobianas isoladas de solos do sertão nordestino em diversos trabalhos (Neves & Rumjanek, 1997; Xavier et al., 1998; Zilli et al., 2006; Silva, 2006).

A maior produção de matéria seca de nódulos do caupi foi obtida nos tratamentos com mucuna e a

**Quadro 2. Equações de regressão do número de nódulos nas raízes do caupi em função da idade das plantas (em dias), de acordo com as plantas de cobertura antecessoras, em quatro tratamentos sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700)**

Inoculação/adubo	Planta de cobertura	Número de nódulos (y)	R <sup>2</sup>
Adubo	Espontânea	$(-3,3642^{0,0141} + 0,5955^{<0,0001} I - 0,0087^{<0,0001} I^2)^2 - 1$	0,12
	Milheto	$(-4,0339^{0,0082} + 0,0764^{0,4485} I - 0,0016^{0,2850} I^2)^2 - 1$	0,60
	Mucuna	$(-2,0504^{0,0533} + 0,2365^{0,0024} I - 0,0032^{0,0048} I^2)^2 - 1$	0,30
BR 3301 + BR 3302	Espontânea	$(1,6229^{0,1442} + 0,2843^{0,0008} I - 0,0044^{0,0005} I^2)^2 - 1$	0,35
	Milheto	$(0,6601^{0,6727} + 0,3368^{0,0042} I - 0,0052^{0,0032} I^2)^2 - 1$	0,26
	Mucuna	$(-0,1847^{0,8956} + 0,3692^{0,0007} I - 0,0049^{0,0020} I^2)^2 - 1$	0,37
Nativa	Espontânea	$(-0,4186^{0,7288} + 0,4137^{<0,0001} I - 0,0061^{<0,0001} I^2)^2 - 1$	0,46
	Milheto	$(-2,0411^{0,1895} + 0,4761^{0,0001} I - 0,0069^{0,0001} I^2)^2 - 1$	0,41
	Mucuna	$(-1,6300^{0,2777} + 0,5589^{<0,0001} I - 0,0079^{<0,0001} I^2)^2 - 1$	0,51
NFB 6156 + NFB 700	Espontânea	$(-0,1070^{0,9371} + 0,4257^{<0,0001} I - 0,0060^{0,0002} I^2)^2 - 1$	0,42
	Milheto	$(1,5978^{0,3467} + 0,2951^{0,0173} I - 0,0047^{0,0003} I^2)^2 - 1$	0,21
	Mucuna	$(-0,7558^{0,5767} + 0,4058^{0,0002} I - 0,0058^{0,0003} I^2)^2 - 1$	0,40
Significância		0,025	

I: Época de amostragem, Sig-Nível de significância encontrada para o teste F.

**Quadro 3. Matéria seca da parte aérea do caupi nos estádios de florescimento e maturação e matéria seca e número de nódulos nas raízes em tratamentos sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700)**

Inoculação/adubo	MS da parte aérea	MS da parte aérea	MS de nódulos	Nº de nódulos
	florescimento	maturação	florescimento	florescimento
	mg			
Adubo	604a	12.088a	157b	34b
BR 3301 + BR 3302	470b	9.406b	197b	36ab
Nativa	523ab	10.464ab	299a	51a
NFB 6156 + NFB 700	606a	12.128a	273a	46ab
Significância	0,088	0,005	0,013	< 0,001
CV (%)	12	11	30	11

MS: matéria seca, Sig: nível de significância encontrada para o teste F; CV: coeficiente de variação. Valores em uma mesma coluna seguidos por letras idênticas não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

menor, nos tratamentos com milho, ficando o tratamento com vegetação espontânea em posição intermediária (Figura 2). Esse fato reforça o incremento da fixação biológica do  $N_2$  no caupi, propiciado pela leguminosa utilizada como planta de cobertura, provavelmente pela maior população rizobiana nativa.

Os maiores valores de matéria seca de nódulos foram obtidos nos tratamentos com população nativa (sem inoculação), seguido pelos tratamentos inoculados, ao passo que as menores produções de matéria seca de nódulos foram encontradas em plantas fertilizadas com N (adubo), conforme ocorrido com número de nódulos (Figura 1) e de forma semelhante ao observado por outros autores. Esses resultados indicam que a população nativa é tão eficiente na nodulação quanto à mistura de estirpes da UFRPE – NFB 6156 + NFB 700 e da Embrapa – BR 3301 + BR 3302.

A mistura de estirpes da UFRPE – NFB 6156 + NFB 700 e o tratamento adubo proporcionaram produção de matéria seca da parte aérea do caupi significativamente superior à da mistura de estirpes da Embrapa – BR 3301 + BR 3302, porém não diferiram da população nativa (Quadro 3). Resultados similares foram encontrados para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em experimentos de campo (Ferreira et al., 2000; Mercante et al., 2004).

A maior produtividade do caupi foi obtida em sucessão à cobertura mucuna (Quadro 4), resultado atribuído provavelmente ao fato de as leguminosas possuírem relação C/N estreita, possibilitando rápida decomposição dos resíduos vegetais e maior

disponibilidade de N e de outros nutrientes mineralizados para a cultura, e, também, pela conhecida fixação simbiótica de  $N_2$  atmosférico, condicionando melhorias na fertilidade do solo (Bordin et al., 2003), embora em outros trabalhos não tenham sido encontradas diferenças entre as diversas plantas de cobertura utilizadas (Carvalho et al., 2004).

Nos tratamentos com adubo e com a população rizobiana nativa, a cobertura mucuna proporcionou produtividade do caupi superior à dos tratamentos com milho e vegetação espontânea. Nos tratamentos com inoculação, para a mistura de estirpes da Embrapa – BR 3301 + BR 3302, a maior produção do caupi foi obtida em sucessão ao milho, e para a mistura de estirpes da UFRPE – NFB 6156 + NFB 700, em sucessão à vegetação espontânea.

Não houve diferença significativa na produtividade do caupi entre os tratamentos inoculados com a mistura de estirpes NFB 6156 + NFB 700, os tratamentos com população nativa e os tratamentos com adubo, com exceção daqueles com a mistura de estirpes BR 3301 + BR 3302, significativamente inferior aos demais tratamentos, quando utilizada a planta de cobertura mucuna (Figura 4 e Quadro 5). Esse resultado está de acordo com o observado para feijoeiro (Ferreira et al., 2000).

Trabalhando com soja, Campos & Gnatta (2006) observaram que a prática da inoculação não foi eficiente para a cultura manejada em plantio direto, com sistema de rotação de culturas, pelo fato de o solo apresentar populações estabelecidas de rizóbio e as estirpes presentes nos inoculantes não serem mais eficientes do que as presentes no solo.

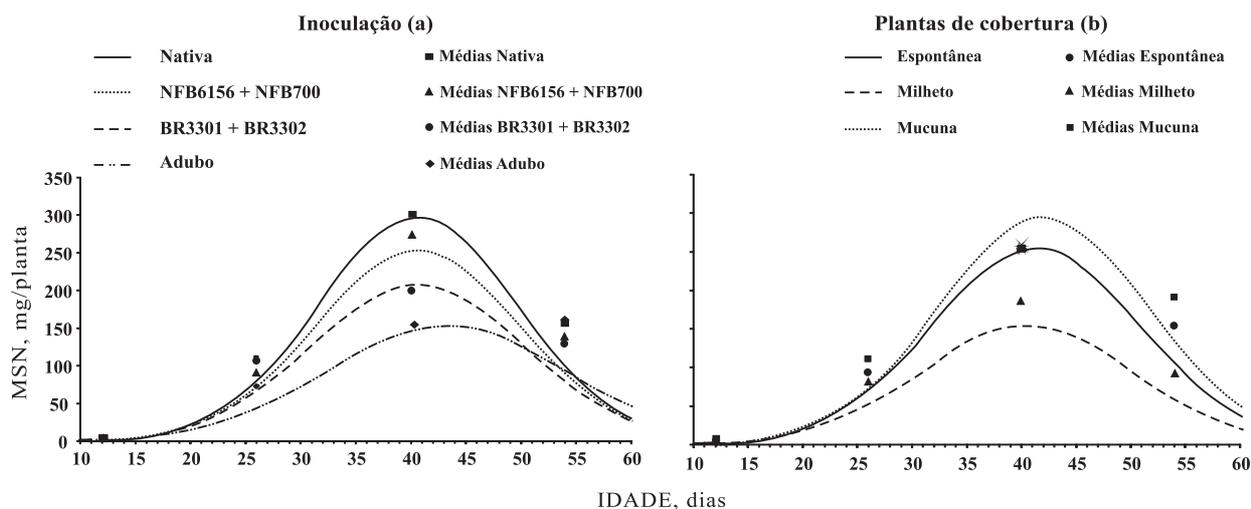
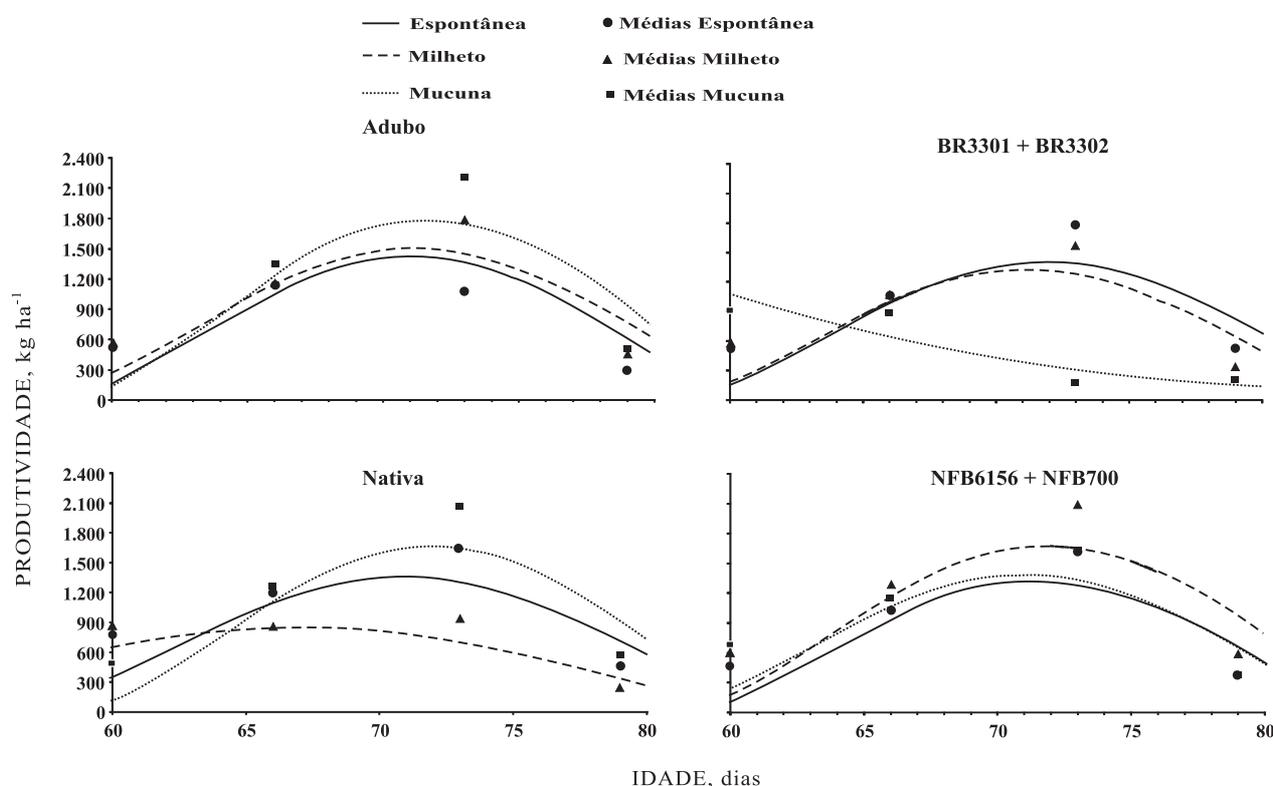


Figura 2. Matéria seca de nódulos no estágio de florescimento do caupi (MSN) em função da época de amostragem, de acordo com os tratamentos sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700) (a) e plantas de cobertura antecessoras (espontânea – plantas com ocorrência natural; milho ou mucuna) (b). Nível de significância: (a) 0,002 e (b) 0,016.

**Quadro 4.** Equações de regressão da produtividade de grãos do caupi em função da idade das plantas (em dias), de acordo com as plantas de cobertura antecessoras, em quatro tratamentos sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700)

Inoculação/adubo	Plantas de cobertura	Produtividade de grãos	R <sup>2</sup>
Adubo	Espontânea	$(-1002^{0,0003} + 29^{0,0002} I - 0,2059^{0,0002} I^2)^2$	0,68
	Milheto	$(-914^{0,0002} + 27^{0,0002} I - 0,1868^{0,0002} I^2)^2$	0,68
	Mucuna	$(-1124^{<0,0001} + 33^{<0,0001} I - 0,2267^{<0,0001} I^2)^2$	0,82
BR 3301 + BR 3302	Espontânea	$(-878^{0,0003} + 25^{0,0002} I - 0,1770^{0,0002} I^2)^2$	0,67
	Milheto	$(-889^{<0,0001} + 26^{<0,0001} I - 0,1820^{<0,0001} I^2)^2$	0,76
	Mucuna	$(181^{0,4937} - 4^{0,6347} I + 0,0178^{0,7329} I^2)^2$	0,51
Nativa	Espontânea	$(-740^{0,0109} + 22^{0,0078} I - 0,1543^{0,0078} I^2)^2$	0,44
	Milheto	$(-334^{0,1490} + 11^{0,1014} I - 0,0807^{0,0829} I^2)^2$	0,49
	Mucuna	$(-1063^{<0,0001} + 31^{<0,0001} I - 0,2128^{<0,0001} I^2)^2$	0,73
NFB 6156 + NFB 700	Espontânea	$(-951^{0,0003} + 28^{0,0002} I - 0,1934^{0,0002} I^2)^2$	0,66
	Milheto	$(-975^{<0,0001} + 28^{<0,0001} I - 0,196^{<0,0001} I^2)^2$	0,76
	Mucuna	$(-880^{0,0025} + 26^{0,0018} I - 0,1826^{0,0017} I^2)^2$	0,56
Significância		< 0,001	

I: época de amostragem, Sig: nível de significância encontrado para o teste F.



**Figura 3.** Produtividade de grãos do caupi em função da idade das plantas às épocas de amostragem, de acordo com as plantas de cobertura antecessoras (espontânea – plantas com ocorrência natural; milheto ou mucuna), em quatro sob inoculação (Adubo – 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; mistura de estirpes recomendadas nacionalmente BR3301 + BR3302; Nativa – plantas não inoculadas, nem fertilizadas e mistura de estirpes recomendadas pela UFRPE NFB 6156 + NFB 700). Nível de significância: < 0,001.

**Quadro 5. Efeito de inoculação (sem inoculante + adubação nitrogenada, população rizobiana nativa e dois diferentes inoculantes) e plantas de cobertura (milheto, mucuna e vegetação espontânea) sobre a produtividade acumulada de grãos de caupi**

Planta de cobertura	Inoculação			
	Adubo	BR 3301 + BR 3302	Nativa	NFB 6156 + N
	kg ha <sup>-1</sup>			
Milheto	3.593aA	3.191aA	2.516aA	4.116aA
Mucuna	4.183aA	1.563aB	3.956aA	3.457aA
Espontânea	3.324aA	3.516aA	3.665aA	3.111aA
Significância	0,008			

Valores em uma mesma coluna seguidos por letras minúsculas idênticas não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey. Valores em uma mesma linha seguidos por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey. Sig: nível de significância encontrada para o teste F.

## CONCLUSÕES

1. A mucuna-preta aumentou a nodulação do caupi subsequente, em relação ao tratamento não-inoculado.

2. Nas condições do experimento, a inoculação com estirpes recomendadas, ou o provável aumento da população nativa pelo cultivo de uma leguminosa, permitiu produção de biomassa e grãos semelhante à da adubação com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## LITERATURA CITADA

- BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G. & FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de arroz-feijão com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. *Bragantia*, 62:417-428, 2003.
- CAMPOS, B.C. & GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:69-76, 2006.
- CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C. & ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional em solo de Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:1141-1148, 2004.
- CREWS, T.E. & PEOPLES, M.B. Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? A review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 72:101-120, 2005.
- FERREIRA, A.N.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C.; ARAÚJO, R.S.; SÁ, M.E. & BUZZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. *Sci. Agric.*, 57:507-512, 2000.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO Agrarianual 2004: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2004.
- KAHN, B.A. & SCHROEDER, J.L. Root characteristics and seed yields of cowpeas grown with and without added nitrogen fertilizer. *HortScience*, 34:1238-1239, 1999.
- LOPES, A.J.D.R.; STAMFORD, N.P.; FIGUEIREDO, M.D.V.B.; BURITY, H.A. & FERRAZ, E.B. Resposta da aplicação de composto de lixo urbano, nitrogênio mineral e produtos mineralizantes na fixação do N<sub>2</sub> e no rendimento do caupi. *R. Bras. Ci. Solo*, 20:55-62, 1996.
- LOPES, L.H.O.; FARIA, C.M.B. & PEREIRA, J.R. Feijão de corda (irrigado) *Vigna unguiculata*. In: CAVALCANTI, F.J.A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. 2ª aproximação. Recife, IPA, 1998. p.143-143.
- MAYZ, J.; CAMPOS, F. & VALLADARES, N. Evaluation of rhizobial (*Rhizobium* sp.) isolates for their effects on cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] growth and yield. *Trop. Agric.*, 80:36-40, 2003.
- MERCANTE, F.M.; OTSUBO, A.A.; SILVA JÚNIOR, A. & VERALDO, F. Isolamento e seleção inicial de rizóbios obtidos de solos de Mato Grosso do Sul para inoculação em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 24p. (Documentos, 67)
- MOREIRA, F.M.S. Nitrogen-fixing Leguminosae-nodulating bacteria. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. & BRUSSAARD, L. Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems. Wallingford, CAB International Publishing, 2006.p.237-270.
- MOUSINHO, F.E.P. Viabilidade econômica da irrigação do feijão-caupi no Estado do Piauí. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2005. 97p. (Tese de Doutorado)
- NEVES, M.C.P. & RUMJANEK, N.G. Diversity and adaptability of soybean and cowpea rhizobia in tropical soils. *Soil Biol. Biochem.*, 29:889-895, 1997.
- SANGINGA, N.; DASHIELL, K.; DIELS, J.; VANLAUWE, B.; LYASSE, O.; CARSKY, R.J.; TARAWALI, S.; ASAFO-ADJEI, B.; MENKIR, A.; SCHULZ, S.; SINGH, B.B.; CHIKOYE, D.; KEATINGE, D. & ORTIZ, R. Sustainable resource management coupled to resilient germplasm to provide new intensive cereal-grain-legume-livestock systems in the dry savanna. *Agric. Ecos. Environ.*, 100:305-314, 2003.

- SANGINGA, N.; OKOGUN, J.; VANLAUWE, B. & DASHIELL, K. The contribution of nitrogen by promiscuous soybeans to maize based cropping the moist savanna of Nigeria. *Plant Soil*, 241:223-231, 2002.
- SANTOS, C.A.F.; ARAÚJO, F.P. & MENEZES, E.A. Comportamento produtivo do caupi em regime irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:2229-2234, 2000.
- SAS Institute. The SAS System for Windows. Cary:SAS Institute Inc. (8.00), 1999. Windows 32-bits. CD-ROM.
- SIDIRAS, N. & PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *R. Bras. Ci. Solo*, 9:249-254, 1985.
- SILVA, R.P. Inoculação com rizóbio em caupi no sertão da Paraíba. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2006. 30p. (Tese de Mestrado)
- SILVEIRA, J.A.G.D.; COSTA, R.C.L.D. & OLIVEIRA, J.T.A. Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants inoculated with *Bradyrhizobium* spp. under moderate nitrate level. *Braz. J. Microbiol.*, 32:187-194, 2001.
- SOMASEGARAN, P. & HOBEN, H.J. Handbook for Rhizobia. Methods in Legume-Rhizobium technology. New York, Springer Verlag, 1994.
- SPRENT, J. Knobs, knots and nodules - the renaissance in legume symbiosis research. *New Phytologist*, 153:2-6, 2002.
- STAMFORD, N.P.; CHAMBER, P.M. & CAMACHO, M.M. Symbiotic effectiveness of several tropical *Bradyrhizobium* strains on cowpea under a long-term exposure to nitrate: Relationships between nitrogen fixation and nitrate reduction activities. *J. Plant Physiol.*, 147:378-382, 1995.
- STAMFORD, N.P.; FREITAS, A.D.S.; FERRAZ, D.S. & SANTOS, C.E.R.S. Effect of sulphur inoculated with *Thiobacillus* on saline soils amendment and growth of cowpea and yam bean legumes. *J. Agric. Sci.*, 139:275-281, 2002.
- STAMFORD, N.P.; VASCONCELOS, I. & ALMEIDA, R.T. Fixação biológica de nitrogênio em caupi na região nordeste brasileira. In: ARAÚJO, P.P. & WATT, E.E., eds. O caupi no Brasil. Brasília, Embrapa, 1988. p.475-504.
- WOLDE-MESKEL, E.; TEREFEWORK, Z.; FROSTEGARD, A. & LINDSTROM, K. Genetic diversity and phylogeny of rhizobia isolated from agroforestry legume species in Southern Ethiopia. *Inter. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 55:1439-1452, 2005.
- XAVIER, G.R.; MARTINS, L.M.V.; NEVES, M.C.P. & RUMJANEK, N.G. Edaphic factors as determinants for the distribution of intrinsic antibiotic resistance in a cowpea rhizobia population. *Biol. Fert. Soils*, 27:386-392, 1998.
- ZILLI, J.E.; VALICHESKI, R.R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J.L.; FREIRE FILHO, F.R.F. & NEVES, M.C.P. Symbiotic efficiency of cowpea *Bradyrhizobium* strains in Cerrado soils. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41:811-818, 2006.