



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Andrade, Monaliza M. M.; Stamford, Newton P.; Sousa, Clayton A.; Silveira, Antônio C. G. A.; Freitas, Ana D. S.; Santos, Carolina E. R. S.

Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com Bradyrhizobium e fungos micorrízicos arbusculares em caupi

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 4, núm. 3, julio-septiembre, 2009, pp. 289-292

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119012585010>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

**AGRÁRIA**

Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
v.4, n.3, p.289-292, jul-set., 2009  
Recife, PE, UFRPE. [www.agraria.ufrpe.br](http://www.agraria.ufrpe.br)  
Protocolo 522 - 10/03/2009 • Aprovado em 12/06/2009

Monaliza M. M. Andrade<sup>1</sup>

Newton P. Stamford<sup>1</sup>

Clayton A. Sousa<sup>1</sup>

Antônio C. G. A. Silveira<sup>1</sup>

Ana D. S. Freitas<sup>1</sup>

Carolina E. R. S. Santos<sup>1</sup>

## Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com *Bradyrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em caupi

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi o de comparar a atuação de fertilizante mineral (NPK) e biofertilizante de rochas, com adição de fungos micorrízicos (FMA) e *Bradyrhizobium*, na produtividade de nódulos e da parte aérea de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Foi conduzido um experimento com duas fontes de nutrientes: fertilizante mineral e biofertilizante (BPK), produzido a partir de fosfatada e potássica. O fertilizante mineral foi aplicado com base na recomendação da cultura e o biofertilizante aplicado em três doses (uma vez, uma vez e meia e duas vezes a dose recomendada). Foram adicionadas isoladamente as espécies de FMA *Glomus etunicatum* e *Gigaspora albida* ao tratamento sem adição de FMA. Os dois níveis de rizóbio foram a inoculação com mistura de bactérias (mistura com as estirpes NFB 700 e BR 3267) e sem inoculação. A aplicação de biofertilizante aumentou maior biomassa de nódulos e da parte aérea de caupi, e a fertilização com NPK diminuiu a nodulação. A adição de FMA não influenciou a nodulação e a matéria seca da parte aérea quando aplicado isoladamente, enquanto a inoculação com *Bradyrhizobium* mostrou-se eficiente na produção de biomassa da parte aérea quando aplicado o biofertilizante na maior dose.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, fixação biológica do N<sub>2</sub>, micorrização

Mineral fertilization and rock biofertilizer with *Bradyrhizobium* and mycorrhizal on cowpea

### ABSTRACT

The objective of this study was to verify the performance of mineral fertilizers (NPK) and rock biofertilizers with mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobia on the productivity of cowpea nodules and shoots of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). There was carried a experiment with two sources of nutrients: mineral fertilizers and biofertilizer (BPK) from phosphate rock. The mineral fertilizer was applied in the level recommended for the culture; the biofertilizer was applied in three rates (one, one and half and two times the recommended rate). *Glomus etunicatum* and *Gigaspora albida* were applied individually, and added a mixture of AMF. The levels of rhizobia was *Bradyrhizobium* inoculation with mixture of strains 700 and 3267 and the treatment without inoculation. Rock biofertilizer application increased nodules and shoot biomass, and N fertilization decreased nodulation. Mycorrhizal fungi did not influence nodulation and shoot dry matter of cowpea, while the *Bradyrhizobium* inoculation and biofertilizer was effective in shoot biomass when using the rock biofertilizer in highest level.

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, CEP: 52171-900, Dois Irmão, Recife PE. Fone: (81) 3320-6237. Fax: (81) 3320-6220 E-mail: m-mirella@hotmail.com.br; newtonps@depa.ufrpe.br; claylondesousa@hotmail.com; ana.dsfreitas@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A agricultura moderna exige o uso de fertilizantes e correivos com a finalidade de proporcionar aumento da produção de alimentos, de modo a atender aos critérios econômicos, e ao mesmo tempo manter a fertilidade do solo (Raij, 1986), sem prejudicar o ambiente. A necessidade da aplicação de fertilizantes com nitrogênio, fósforo e potássio é amplamente reconhecida e sua importância é de caráter fundamental para o Brasil, tendo em vista que, principalmente os potássicos, são produzidos por empresas estrangeiras (principalmente Canadá, Alemanha e Rússia), e cerca de 90% da necessidade brasileira é obtida através de importação (Roberts, 2004).

A aplicação de resíduos orgânicos no solo é uma alternativa promissora para aumentar a fertilidade de solos degradados, podendo contribuir para melhorar os aspectos relacionados com a disponibilidade dos nutrientes, especialmente nitrogênio, e promover condições que estimulem a atividade microbiana, visando à recuperação do potencial do solo, contribuindo para a sustentabilidade agrícola (Stamford et al., 2005; Moura et al., 2007).

Em trabalhos com biofertilizantes de rochas com P e K, comparando com fertilização mineral, Moura et al. (2006) verificaram efeito na biomassa fresca da parte aérea e em frutos de melão cultivados em Argissolo do vale do São Francisco, e Stamford et al. (2006; 2007) evidenciaram o efeito dos biofertilizantes de rochas com P e K em cana-de-açúcar e caupi, respectivamente.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a atuação de biofertilizantes de rochas com P e K mais matéria orgânica (composto de minhocas), comparando com a aplicação de fertilizantes minerais, em interação com fungos micorrízicos e *Bradyrhizobium* sp. na biomassa seca de nódulos e da parte aérea de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) cultivado em solo da Zona da Mata de Pernambuco com baixo P e K disponível e baixo teor de N total.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Florestal (Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil, com um solo proveniente do município de Itapirema, Zona da Mata Norte de Pernambuco, classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 1999), com baixo P e K disponível e baixo teor de N total. As amostras foram coletadas na profundidade de 0-30 cm, passadas em peneira (0,5 cm), homogeneizadas e secas ao ar. As análises químicas e físicas do solo apresentaram os seguintes resultados: pH ( $H_2O$ ) 1,0:2,5 5,9; cátions trocáveis ( $mmol_c\ kg^{-1}$ )  $Ca^{2+}$  14,0;  $Mg^{2+}$  12,8; K 1,7; P (Mehlich 1-  $mg\ kg^{-1}$ ) 2,7; N total ( $g\ kg^{-1}$ ) 0,6; C<sub>org.</sub> ( $g\ kg^{-1}$ ) 8,2; dp ( $g\ kg^{-1}$ ) 2,66; dg ( $g\ kg^{-1}$ ) 1,45; teor de

1º.- Fertilizantes minerais solúveis (sulfato de amônio, fosfato simples e KCL) no nível recomendado, 2º.- Biofertilizante com P e K no nível recomendado; 3º.- Biofertilizante com P e K no nível 1,5 vez o nível recomendado; e 4º.- Biofertilizante com P e K no nível contendo o dobro do recomendado para a cultura. Utilizaram-se também três tratamentos com inoculação de fungos micorrízicos: 1º. Inoculação de *G. etunicum*; 2º. Inoculação de *G. albida*, e 3º. Ausência de inoculação. O terceiro fator de variação foi presença ou ausência de inoculação de rizóbio.

A rocha utilizada na produção do biofertilizante (BP) foi a apatita de Irecê, Bahia, com 24 % de óxido de ferro, biofertilizante com potássio (BK) a biotita xistosa de Pará, Parába, com 10 % de K<sub>2</sub>O total. Portanto foram feitos biofertilizante misto, contendo P e Ca proveniente da rocha K e Mg da biotita e S ( $SO_4^{2-}$ ) proveniente da rocha enxofre elementar realizada pela bactéria oxidante (*Acidithiobacillus thiooxidans*).

O cálculo das dosagens dos fertilizantes minerais foi realizado com base na análise do solo e na recomendação para caupi, segundo Cavalcanti (2002), aplicando-se 60 ( $kg\ ha^{-1}$ ) de N, 60 ( $kg\ ha^{-1}$ ) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 60 ( $kg\ ha^{-1}$ ) de K<sub>2</sub>O. Para o biofertilizante misto (BPK) a dose recomendada é 120 ( $kg\ ha^{-1}$ ) de BP e 120 ( $kg\ ha^{-1}$ ) de BK, usando as correspondentes para as doses com 1,5 e 2,0 vez a recomendação.

Os biofertilizantes usados no experimento foram feitos de acordo com Stamford et al. (2006), em forma de grânulos de comprimento, 1 m de largura e 0,50 m de altura, sendo produzidos 4000 kg de cada biofertilizante (biofertilizante produzido à partir de rocha fosfatada e rocha enxofre elementar), respectivamente.

Foi utilizada a cultivar IPA 206 de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], que apresentou excelente desempenho em experimentos anteriores realizados em casa de vegetação e em experimento de campo (Silva & Oliveira, et al., 2001).

Nos tratamentos com inoculação com *G. etunicum* e *G. albida* aplicaram-se, por semente, 2 mL da mistura com 100 mg NFB 700 + BR 3267, a primeira selecionada para condições de alta temperatura e acidez (Stamford et al., 2004) e a segunda recomendada para caupi pela RELAP (2004). Os tratamentos com inoculação seguiram a mesma critério por Stamford et al. (2004).

As espécies de fungos micorrízicos foram obtidas no Instituto agronômico de Pernambuco (IPA), sendo a inoculação realizada em bandejas com 2 kg de massa estéril e vermiculita, na proporção 1:1, seguindo o protocolo de painço durante 30 dias. As espécies de FMA foram obtidas em ondas aplicando-se, por vaso, 10 cm<sup>3</sup> da mistura de trato e raízes de painço.

Em cada vaso adicionou-se 3,5 kg de solo, seguindo os tratamentos descritos anteriormente. O plantio

## Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com *Bradyrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em caupi

45 dias após o plantio. Os nódulos foram separados das raízes, utilizando peneira para evitar a perda de nódulos, e a seguir os nódulos foram conduzidos, juntamente com a parte aérea, para secagem em estufa com circulação de ar, a 65 °C, até peso constante. Com a pesagem foram obtidos os dados de biomassa seca de nódulos (BSN) e da parte aérea das plantas (BSPA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o Programa SAS Learning Edition 4.1® (SAS Institute, 2006). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito da adição de fungos micorrízicos (FMA) na produção de biomassa seca da parte aérea do jacutapé, uma vez que os tratamentos com adição de fungos micorrízicos não diferem daquele sem adição de FMA (Tabela 1). Este efeito foi provavelmente devido à presença de FMA nativo do solo, que foram efetivos para o caupi, e pela adição de P ao solo em quantidade mais lentamente disponível, quando aplicado biofertilizante. Moreira & Siqueira (2006) relataram a falta de resposta da micorrização quando ocorre adição de P ao solo pela fertilização fosfatada. No entanto o tratamento composto da inoculação com o fungo *Glomus etunicatum* demonstrou maior biomassa seca da parte aérea, diferindo das plantas inoculadas com o fungo *Gigaspora albida*.

**Tabela 1.** Eficiência de FMA (*Glomus etunicatum* e *Gigaspora albida*) e sem adição de FMA, na produção de biomassa seca da parte aérea (BSPA) de caupi em solo da Zona da Mata de Pernambuco com baixo P e K disponível

**Table 1.** Efficiency of MAF (*Glomus etunicatum* and *Gigaspora albida*) and without MAF addition on dry biomass of shoots (DBS) of cowpea grown in a soil of the rainforest Zone of Pernambuco State with low available P and K

Fungos Micorrízicos	BSPA (g)
Sem adição de FMA	6,86 ab
<i>Glomus etunicatum</i>	7,23 a
<i>Gigaspora albida</i>	6,58 b

CV: 10%. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Apesar da ausência de especificidade na simbiose micorrízica arbuscular, é conhecido que a eficiência é controlada geneticamente, sendo afetada pela espécie da planta e pelo fungo e também pelas condições ambientais (Declerck et al., 1995). Em soja, Bressan et al. (2001) obtiveram maior BSPA nos tratamentos inoculados com *Glomus etunicatum*, bem como maiores acúmulos de P e N, demonstrando que esta espécie deve ser mais eficiente que as outras espécies usadas (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*). Vale ressaltar que no presente trabalho não foi realizada esterilização do solo, e as espécies de FMA existentes no solo continuaram ativas.

**Tabela 2.** Efeito da aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante inoculados e sem inoculação com rizóbios, na produção de biomassa seca da parte aérea (BSPA) em caupi cultivado em solo da Zona da Mata de Pernambuco com baixo P e K disponível

**Table 2.** Effect of mineral fertilizers and rock biofertilizers, inoculated and non-inoculated with rhizobia, on dry biomass of shoots (DBS) of cowpea in a soil of rainforest Zone of Pernambuco State with low available P and K

Fertilização	Inoculação	
	Com BSPA	sem BSPA
Fertilizante Mineral (dose recomendada)	5,39 bA	
Biofertilizante BPK (dose recomendada)	7,21 aA	
Biofertilizante BPK (1,5 do recomendado)	7,55 aA	
Biofertilizante BPK (dobro do recomendado)	7,10 aA	

CV: 11%. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

da parte aérea de melão, cultivado em Argissos, São Francisco, e Stamford et al. (2006) com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) em solo de tabuleiro da Mata de Pernambuco, encontraram resultados semelhantes.

O tratamento com aplicação da mistura com fertilizante mineral proporcionou o menor acúmulo de biomassa da parte aérea de caupi, especialmente quando comparado à aplicação de biofertilizante mais a inoculação com *Bradyrhizobium*. Resultados semelhantes foram obtidos por Daimon & Yoshioka (2001) e Rumjanek et al. (2004; 2005) usando biofertilizantes de resíduos.

A aplicação de biofertilizante (BPK) favoreceu a produção de biomassa seca de nódulos (BSN), enquanto a adição de fertilizante mineral promoveu inibição da nodulação (Tabela 3). Isso pode ter sido, possivelmente, devido a adição do sulfato de amônio que prejudica a formação de nódulos e a atividade do bacteriófago, como descrito por Stamford et al. (1995), tratando-se de caupi inoculado com diferentes estirpes efetivamente. Diversos autores também observaram o efeito de Stamford et al. (2007), em pesquisa visando avaliar os efeitos da adição de FMA e da inoculação com *Bradyrhizobium* em caupi, sugeriram que a eficiência da nodulação com rizóbio pode ser afetada pela população de rizóbio, os quais de uma maneira geral mostraram menor eficiência com as estirpes do inoculante e em menor quantidade.

Nos tratamentos com biofertilizantes (BPK) houve efeito inibidor da nodulação, ao contrário da adição de fertilizante mineral, como observado por Stamford et al. (2007).

**Tabela 3.** Efeito da aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante inoculado, na produção de biomassa seca de nódulos (BSN) em caupi cultivado em solo da Zona da Mata de Pernambuco com baixo P e K disponível

**Table 3.** Effect of mineral fertilizers and rock biofertilizers inoculated, on dry biomass of nodules (DBN) and dry biomass of shoots (DBS) on cowpea in a soil of rainforest Zone of Pernambuco State with low available P and K

Fertilização	Inoculação	
	Com BSN	sem BSN
Fertilizante Mineral (dose recomendada)	6,86 ab	7,21 aA

Estes pesquisadores mostraram favorecimento da nodulação em caupi quando adicionado sulfato de amônio até a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup>, e o efeito prejudicial na nodulação só ocorreu na dose com adição de 100 kg ha<sup>-1</sup>, como sulfato de amônio.

## CONCLUSÕES

O biofertilizante favoreceu a nodulação em relação ao fertilizante mineral;

A adição de fungos micorrízicos não influenciou a nodulação e a matéria seca da parte aérea de caupi;

Os melhores resultados de biomassa da parte aérea foram obtidos quando foi aplicado o biofertilizante, especialmente com inoculação com *Bradyrhizobium*;

A inoculação com *Bradyrhizobium* incrementou a nodulação, especialmente quando aplicado biofertilizante de rochas nas doses mais elevadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de Produtividade dos pesquisadores e pelo apoio financeiro ao projeto, e à FACEPE pelas bolsas de Iniciação Científica.

## LITERATURA CITADA

- Bressan, W.; Siqueira, J.O.; Vasconcellos, C.A.; Purcino, A.A.C. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.2, p.315-323, 2001.
- Cavalcanti, F.J. de A. Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2002. 198p.
- Daimon, H.; Yoshioka, M. Responses of root nodule formation and nitrogen fixation activity to nitrate in a split-root system in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal Agromony Crop Science, v.187, n.2, p.89-95, 2001.
- Declerck, S.; Plenchette, C.; Strullu, D. Mycorrhizae dependency of banana (*Musae acuminata*, AAA group) cultivar. Plant and Soil, v.176, n.1, p.183-187, 1995.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, xxvi, 412 p.
- Gualter, R.M.R.; Leite, L.F.C.; Alcântara, R.M.; Costa, D.B.L.; Santana, S. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) com *Bradyrhizobium elkanii*. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.2, p.637-640, 2007.
- Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O.; Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

- Moura, P.M. Uso de biofertilizantes de rochas com *Acidithiobacillus* em argissolo Acinzentado do Vale do Pernambuco, 2006. 73p. Dissertação de Mestrado, Oliveira, A.A.R.; Coelho, Y.S. Infecção micorrízica de citros no estado de Sergipe. Revista Brasileira de Cultura, v.17, n.3, p.77-84, 1995.
- Oliveira, A.P.; Silva, V.R.F.; Arruda, F.P.; Nascimbeni, A.U. Rendimento de feijão-caupi em função das formas de aplicação de nitrogênio. Horticultura, v.21, n.1, p.77-80, 2003.
- Raij, B. van. Condições mínimas de eficiência prioritárias ao superfosfato. Revista Brasileira de Solo, v.10, n.3, p.235-239, 1986.
- Roberts T. Reservas de minerais potássicos e biofertilizantes potássicos do mundo. Potafos Agronômicas, v.107, p.2-3. 2004.
- Rumjanek, N.G.; Martins, L.M.V.; Xavier, M.C.P. Fixação biológica de nitrogênio. In: Freitas, Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. (Ed). Feijão-caupi: cultivos e nutrição. Brasília, DF: Embrapa, 2005. p.279.
- SAS Institute. Statistical Analysis System. SAS version 4.1®, SAS Institute, 2006.
- Silva, P.S.L. & Oliveira, C.N. Rendimentos de feijão-maduro de cultivações de caupi. Horticultura Ecológica, v.2, n.2, p.133-135, 1993.
- Stamford, N.P.; Chamber-Perez, M.; Camacho, S. Symbiotic effectiveness of several tropical Bacteria strains on cowpea under a long-term exposure. Relationships between nitrogen fixation and nodule activities. Journal of Plant Physiology, v.147, p.147-153, 2000.
- Stamford, N.P. Santos, C.E.R.S.; Dias, S.H.L. Influence of biofertiliser with *Acidithiobacillus* and rhizobacteria on nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) in enhouse and field conditions. Tropical Grasslands, v.4, p.222-230, 2006.
- Stamford, N. P., Santos, C.E.R.S.; Santos, P.R.; Montenegro, A. Effects of rock phosphate, sulphur and organic manure without *Acidithiobacillus* and organic by-products (*Mimosa caesalpiniifolia*) grown in a Brazilian Tropical Grasslands, v.39, n.1, p.54-61, 2005.
- Stamford N.P.; Santos C.E.R.S.; Stamford Júnior, S.L. 2004. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi com baixo P disponível. Analytica, n.9, p.48-52.
- Stamford, N.P.; Santos, C.E.R.S.; Medeiros, R.; Efeito da fertilização com fósforo, potássio e jacatupé infectado com rizóbios em um Latossolo. Revista Agropecuária Brasileira, v.34, n.10, p.183-187.
- Stamford, N. P., Santos, P.R.; Santos, C.E.R.S.; Lira, Dias, S. H. L. & Lira Junior, M.A. Agronomical evaluation of biofertilizers with phosphate and Acidithiobacillus for Brazilian tableland acidic soil grown with yam. Soil Technology, v.98, p.1311-1318, 2007.