

#### AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.3, p.289-292, jul.-set., 2009

Recife, PE, UFRPE. 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) com o biofertilizante de rochas, com adição de fungos micorrízicos (FMA) e *Bradyrhizobium*, na biomassa seca de nódulos e da parte aérea de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). Foi conduzido um experimento usando duas fontes de nutrientes: fertilizante mineral e biofertilizante (BPK), produzido a partir de rocha fosfatada e potássica. O fertilizante mineral foi aplicado com base na recomendação para a cultura e o biofertilizante aplicado em três doses (uma vez, uma vez e meia e duas vezes a recomendada). Foram adicionadas isoladamente as espécies de FMA *Glomus etunicatum* e *Gigaspora albida* e o tratamento sem adição de FMA. Os dois níveis de rizóbio foram a inoculação com *Bradyrhizobium* (mistura com as estirpes NFB 700 e BR 3267) e sem inoculação. A aplicação de biofertilizante promoveu maior biomassa de nódulos e da parte aérea de caupi, e a fertilização com N mineral reduziu a nodulação. A adição de FMA não influenciou a nodulação e a matéria seca da parte aérea de caupi, enquanto a inoculação com *Bradyrhizobium* mostrou-se eficiente na produção de biomassa seca 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 fungi on cowpea

### ABSTRACT

The objective of this study was to verify the performance of mineral fertilizers (NPK) compared with rock biofertilizers with mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobia on the productivity of dry biomass of 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 and potash rock. The mineral fertilizer was applied in the level recommended for the culture; and the biofertilizer was applied in three rates (one, one and half and two times the recommended rate). The species *Glomus etunicatum* and *Gigaspora albida* were applied individually, and added a treatment without AMF. The levels of rhizobia was *Bradyrhizobium* inoculation with mixture of strains NFB 700 e BR 3267 and the treatment without inoculation. Rock biofertilizer application increased dry nodules and shoots biomass, and N fertilization decreased nodulation. Mycorrhizal fungi did not affect nodulation and shoot dry matter of cowpea, while the *Bradyrhizobium* inoculation and biofertilizer were effective in shoot biomass when using the rock biofertilizer in highest level.

**Key words:** *Vigna unguiculata*, biological nitrogen fixation, mycorrhization

<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; claytondesousa@hotmail.com; cezar1985@hotmail.com; ana.freitas@depa.ufrpe.br; etienne@depa.ufrpe.br

## INTRODUÇÃO

A agricultura moderna exige o uso de fertilizantes e corretivos 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 minhoca), 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), homogêneas e secas ao ar. As análises químicas e físicas do solo apresentaram os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O 1,0:2,5) 5,9; cátions trocáveis (mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) Ca<sup>2+</sup> 14,0; Mg<sup>2+</sup> 12,8; K 1,7; P (Mehlich 1- mg kg<sup>-1</sup>) 2,7; N total (g kg<sup>-1</sup>) 0,6; C<sub>org.</sub> (g kg<sup>-1</sup>) 8,2; dp (g kg<sup>-1</sup>) 2,66; dg (g kg<sup>-1</sup>) 1,45; teor de areia, silte e argila: 76, 10 e 14%, respectivamente.

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 4 x 3 x 2 com três repetições, no delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados quatro tratamentos com adição de PK:

1º.- Fertilizantes minerais solúveis (sulfato de amônio, superfosfato 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 fungos micorrízicos: 1o. Inoculação de *G. etunicatum*, 2º. Inoculação de *G. albida*, e 3º. Ausência de inoculação com fungo. O terceiro fator de variação foi presença e ausência de inoculação de rizóbio.

A rocha utilizada na produção do biofertilizante fosfatado (BP) foi a apatita de Irecê, Bahia, com 24 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e a do biofertilizante com potássio (BK) a biotita xisto de Santa Luzia, Paraíba, com 10 % de K<sub>2</sub>O total. Portanto foi utilizado um biofertilizante misto, contendo P e Ca proveniente da apatita, K e Mg da biotita e S (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) proveniente da oxidação do enxofre elementar realizada pela bactéria oxidante do enxofre (*Acidithiobacillus thiooxidans*).

O cálculo das dosagens dos fertilizantes minerais solúveis foi realizado com base na análise do solo e na recomendação para caupi, segundo Cavalcanti (2002), aplicando-se em kg ha<sup>-1</sup>: 60 de N, 60 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 60 de K<sub>2</sub>O. Para o biofertilizante de rochas com P e K (BPK) na dose recomendada aplicou-se 300 (kg ha<sup>-1</sup>) de BP e 120 (kg ha<sup>-1</sup>) de BK, usando as proporções correspondentes para as doses com 1,5 e 2,0 vezes a recomendação.

Os biofertilizantes usados no experimento foram produzidos de acordo com Stamford et al. (2006), em canteiros da horta do Departamento de Agronomia da UFRPE, com 10 m de comprimento, 1 m de largura e 0,50 m de profundidade, sendo produzidos 4000 kg de cada biofertilizante BP e BK (biofertilizante produzido à partir de rocha fosfatada e potássica respectivamente).

Foi utilizada a cultivar IPA 206 de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], que apresentou excelente desenvolvimento em experimentos anteriores realizados em casa-de-vegetação, e em experimento de campo (Silva & Oliveira, 1993; Oliveira et al., 2001).

Nos tratamentos com inoculação com *Bradyrhizobium* aplicaram-se, por semente, 2 mL da mistura com as estirpes NFB 700 + BR 3267, a primeira selecionada para caupi em condições de alta temperatura e acidez (Stamford et al., 1999), e a segunda recomendada para caupi pela RELARE. O preparo do inoculante e a inoculação seguiram a metodologia descrita por Stamford et al. (2004).

As espécies de fungos micorrízicos foram cedidas pelo Instituto agrônomo de Pernambuco (IPA), sendo a multiplicação realizada em bandejas com 2 kg de mistura de solo estéril e vermiculita, na proporção 1:1, seguindo-se o cultivo de painço durante 30 dias. As espécies de FMA foram adicionadas aplicando-se, por vaso, 10 cm<sup>3</sup> da mistura do substrato e raízes de painço.

Em cada vaso adicionou-se 3,5 kg de solo, de acordo com os tratamentos descritos anteriormente. O plantio foi realizado no dia 28 de agosto de 2007, juntamente com a inoculação com rizóbio, semeando-se quatro sementes por vaso. O desbaste foi realizado 15 dias após a germinação, permanecendo duas plantas por vaso. A coleta das plantas realizou-se aos

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* e *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.

A BSPA foi favorecida pelo biofertilizante nas maiores doses, na presença ou na ausência da inoculação com rizóbios (Tabela 2). Moura et al. (2007), avaliando o efeito de biofertilizantes de rochas fosfatadas e potássicas na matéria seca

**Tabela 2.** Efeito da aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante de rochas, 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 without inoculation with rhizobia, on dry biomass of shoots (DBS) of cowpea grown in a soil of rainforest Zone of Pernambuco State with low available P and K

Fertilização	Inoculação com rizóbios	
	Com	Sem
	BSPA (g planta <sup>-1</sup> )	
Fertilizante Mineral (dose recomendada)	5,39 bA	5,60 bA
Biofertilizante BPK (dose recomendada)	7,21 aA	6,53 bA
Biofertilizante BPK (1,5 do recomendado)	7,55 aA	7,96 aA
Biofertilizante BPK (dobro do recomendado)	7,10 aA	7,77 aA

CV: 11%. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

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

O tratamento com aplicação da mistura com fertilizante NPK mineral proporcionou o menor acúmulo de biomassa seca da parte aérea de caupi, especialmente quando comparado com a aplicação de biofertilizante mais a inoculação com *Bradyrhizobium*. Resultados semelhantes foram obtidos por Stamford et al. (2004; 2005) usando biofertilizantes de rochas.

A aplicação de biofertilizante (BPK) favoreceu a biomassa seca de nódulos (BSN), enquanto a adição de fertilizante mineral promoveu inibição da nodulação (Tabela 3). Este efeito foi, possivelmente, devido a adição do sulfato de amônio que prejudica a formação de nódulos e a atividade da nitrogenase, como descrito por Stamford et al. (1995), trabalhando com caupi inoculado com diferentes estirpes efetivas para a cultura. Diversos autores também observaram o mesmo efeito (Daimon & Yoshioka, 2001 e Rumjanek et al., 2005). Gualter et al. (2007), em pesquisa visando avaliar os efeitos da inoculação com *Bradyrhizobium* em caupi, sugeriram que a inoculação com rizóbio pode ser afetada pela população nativa de rizóbio, os quais de uma maneira geral mostram competitividade com as estirpes do inoculante e em geral não são de grande eficácia na nodulação e na produtividade da cultura.

Nos tratamentos com biofertilizantes (BPK), não houve efeito inibidor da nodulação, ao contrário da adição do fertilizante mineral, como observado por Stamford et al. (1980).

**Tabela 3.** Efeito da aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante de rochas na produção de biomassa seca de nódulos (BSN) em feijão 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 on dry biomass of nodules (DBN) and dry biomass of shoots (DBS) on cowpea grown in a soil of rainforest Zone of Pernambuco State with low available P and K

Fertilização	BSN (mg planta <sup>-1</sup> )
Fertilizante Mineral (dose recomendada)	0,5 b
Biofertilizante BPK (dose recomendada)	146,6 a
Biofertilizante BPK (1,5 do recomendado)	127,7 a
Biofertilizante BPK (dobro do recomendado)	104,2 a

CV: 20% Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

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 Agrônomo 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 Agronomy 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.; Stamford, N.P., Santos, C.E.R.S.; Duenhas, L.H.; Glauber, H.S.N. Eficiência de biofertilizantes de rochas com *Acidithiobacillus* em melão no vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.1, p.1-7, 2007.
- Moura, P.M. Uso de biofertilizantes de rochas com enxofre e *Acidithiobacillus* em argissolo Acinzentado do Vale do São Francisco cultivado com melão. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. 73p. Dissertação de mestrado.
- Oliveira, A.A.R.; Coelho, Y.S. Infecção micorrízica em pomares de citros no estado de Sergipe. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.17, n.3, p.77-84, 1995.
- Oliveira, A.P.; Silva, V.R.F.; Arruda, F.P.; Nascimento, I.S.; Alves, A.U. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.1, p.77-80, 2003.
- Raij, B. van. Condições mínimas de eficiência para fosfatos alternativos ao superfosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.10, n.3, p.235-239, 1986.
- Roberts T. Reservas de minerais potássicos e a produção de fertilizantes potássicos do mundo. *Potafos: Informações Agrônomicas*, v.107, p.2-3. 2004.
- Rumjanek, N.G. ; Martins, L.M.V. ; Xavier, G.R. ; Neves, M.C.P. Fixação biológica de nitrogênio. In: Freire Filho; F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. (Ed). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa, 2005. p.279-335.
- SAS Institute. Statistical Analysis System. SAS Learning Edition 4.1®, SAS Institute, 2006.
- Silva, P.S.L. & Oliveira, C.N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. *Horticultura Brasileira*, v.11, n.2, p.133-135, 1993.
- Stamford, N.P.; Chamber-Perez, M.; Camacho-Martinez, 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. *Journal of Plant Physiology*, v.147, p.378-382, 1995.
- Stamford, N.P. Santos, C.E.R.S.; Dias, S.H.L. Phosphate rock biofertiliser with *Acidithiobacillus* and rhizobia improves nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) in greenhouse and field conditions. *Tropical Grasslands*, v. 40, n.4, p.222-230, 2006.
- Stamford, N. P., Santos, C.E.R.S.; Santos, P.R.; Santos, K.S.R.; Montenegro, A. Effects of rock phosphate, sulphur with and without *Acidithiobacillus* and organic by-products on mimosa (*Mimosa caesalpinifolia*) grown in a Brazilian tableland soil. *Tropical Grasslands*, v.39, n.1, p.54-61, 2005.
- Stamford N.P.; Santos C.E.R.S.; Stamford Júnior, W.P.; Dias, S.L. 2004. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi em solo com baixo P disponível. *Analytica*, n.9, p.48-53, 2004.
- Stamford, N.P.; Santos, C.E.R.S.; Medeiros, R., Freitas, A.D.S. Efeito da fertilização com fósforo, potássio e magnésio em jacatupé infectado com rizóbios em um Latossolo álico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1831-1838, 1999.
- Stamford, N. P., Santos, P.R.; Santos, C.E.R.S.; Freitas, A.D.S.; Dias, S. H. L. & Lira Junior, M.A. Agronomic effectiveness of biofertilizers with phosphate and *Acidithiobacillus* in a Brazilian tableland acidic soil grown with yam bean. *Bioresource Technology*, v.98, p.1311-1318, 2007.
- Stamford, N.P.; Neptune, A.M.L.; Silva, I.P. Efeito do potássio em presença de N mineral, na nodulação, crescimento e absorção de nutrientes por *Vigna unguiculata* L. Walp. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.4, n.2, p.99-103, 1980.