

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA BATATA-DOCE EM SUCESSÃO A MILHO E CROTALARIA INOCULADOS COM FUNGOS MICORRÍZICOS

Juscelio Ramos de Souza¹, Riscelly Santana Magalhães², Bruno Neves Ribeiro¹, Fábio Luíz Checchio Mingotte³, Gustavo Spadotti Amaral Castro⁴, José Guilherme Marinho Guerra⁵ e José Antonio Azevedo Espindola⁵

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos cultivos de milho (*Zea mays*) e *Crotalaria juncea* inoculados com *Glomus clarum* e o desempenho da batata-doce (*Ipomoea batatas*) em sucessão. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso dispostos em arranjo fatorial 2 x 4, sendo duas culturas antecessoras (crotalaria e milho) e quatro níveis de inoculação com esporos de FMA (0, 300, 900 e 1800 esporos de FMA m⁻¹) com quatro repetições. Ao longo do período experimental avaliou-se a biomassa da parte aérea de cada espécie e a produtividade da batata-doce cultivada em sucessão. Quando inoculado, a *Crotalaria juncea* apresentou maior produção de biomassa da parte aérea e a produtividade de raízes de batata doce quando comparado ao cultivo antecedido por milho. O pré-cultivo de *Crotalaria juncea* inoculada com o FMA *Glomus clarum* trouxe benefícios no desempenho agrônômico de batata-doce em condições de campo.

Palavras-chave: Agroecossistemas, produção vegetal, adubação verde, rotação de culturas, simbiose.

SWEET POTATO AGRONOMIC PERFORMANCE IN SUCCESSION TO CORN AND CROTALARIA INOCULATED WITH MYCORRHIZAL FUNGI

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador. Kimberlit Agrociências. Rod. Assis Chateaubriand, Km 144,5, Olímpia-SP, Brasil. CEP 15400-000. Email: juscelio.souza@kimberlit.com, bruno.neves@kimberlit.com

² Engenheira Agrônoma. Departamento de Horticultura. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias (UNESP/FCA), Botucatu-SP, Brasil. Email: riscellysm@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor. Centro Universitário UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325, Bebedouro-SP, Brasil. CEP 14.701-070. E-mail: ficmingotte@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Embrapa Monitoramento por Satélite. Campinas-SP, Brasil. Email: gustavo.castro@embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Embrapa Agrobiologia. Seropédica-RJ, Brasil. Email: guilherme.guerra@embrapa.br; jose.espindola@embrapa.br

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effects of corn (*Zea mays*) and *Crotalaria juncea* inoculated with *Glomus clarum* and the performance of sweet potato in succession. The experimental design of randomized blocks was arranged in a 2 x 4 factorial arrangement, with two predecessor crops (crotalaria and maize) and four inoculation levels with FMA spores (0, 300, 900 and 1800 FMA m⁻¹) with four replicates. The biomass of the aerial part of each species and the productivity of the sweet potato cultivated in succession were evaluated. When inoculated, *Crotalaria juncea* presented higher shoot biomass production and yield of sweet potato roots when compared to the crop preceded by maize. The pre crop of *Crotalaria juncea* inoculated with the FMA *Glomus clarum* has brought benefits in the agronomic performance of sweet potatoes under field conditions.

Key-words: Agroecosystems, plant production, green manure, crop rotation, symbiosis.

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas para cobertura do solo e adubação verde são práticas importantes em sistemas de produção, protegendo o solo contra a erosão, favorecendo a ciclagem de nutrientes, mantendo a população de plantas espontâneas em níveis aceitáveis e contribuindo na interrupção do ciclo de pragas (ESPINDOLA et al., 2005; CRUSCIOL et al., 2011).

Dentre as espécies empregadas como plantas de cobertura, merecem destaque as espécies da família das leguminosas, pela sua capacidade de formar associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, no processo conhecido como fixação biológica de nitrogênio (FBN) (CHEN et al., 2003; CASTRO; CRUSCIOL, 2015). Diversos autores têm evidenciado a capacidade das leguminosas em aportarem elevadas quantidades de nitrogênio fixado aos sistemas de produção (RAMOS et al., 2001; ESPINDOLA et al., 2006). Além do uso de leguminosas, trabalhos recentes têm evidenciado o potencial de se combinar espécies de plantas de cobertura de outras famílias botânicas, o que pode contribuir para maior eficiência no aproveitamento de nutrientes pelas culturas de interesse comercial (AITA; GIACOMINI, 2003; CRUSCIOL et al., 2011; CASTRO; CRUSCIOL, 2015). Uma das formas de se promover tal combinação relaciona-se ao pré-cultivo consorciado de leguminosas com espécies de famílias botânicas tais como Asteraceae, Euphorbiaceae e Poaceae, entre outras, num sistema

de cultivo também conhecido como “coquetel” (SANTOS et al., 2007).

A decomposição de palhada produzida pelas plantas de cobertura aumenta a oferta de nutrientes no solo para os cultivos subseqüentes (SORATTO et al., 2012). No entanto, a eficiência na aquisição destes nutrientes na maioria das espécies cultivadas, notadamente o fósforo, é dependente da associação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares (FMA).

Entre as espécies mais utilizadas destacam-se o *Glomusclarum*, que apresenta resultados positivos para o crescimento de diversas culturas agrícolas (SIQUEIRA; KLAUBERG, 2000). Efeitos benéficos de pré-cultivos com leguminosas e gramíneas sobre populações de FMA já foram evidenciados para as culturas da batata doce e da mandioca (ESPINDOLA et al., 1998; SOUZA et al., 1999). Entretanto, ainda são escassos na literatura nacional resultados relacionados a estratégias de inoculação de plantas de cobertura, visando a multiplicação dos fungos introduzidos na perspectiva de beneficiar culturas de interesse comercial, especialmente em condições de campo. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos cultivos de milho (*Zea mays*) e *Crotalaria juncea* inoculados com *Glomusclarum*, e o desempenho da batata doce (*Ipomoea batatas*) em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ, (latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W Grw e altitude de 33 metros) no período de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com oito tratamentos dispostos em arranjo fatorial 2 x 4 representando as 2 plantas de cobertura e os 4 níveis de inoculação com esporos de FMA e 4 repetições. O experimento foi instalado em um talhão de 32 x 33m, formando uma área total de 1056 m² com uma área útil de 576 m². As parcelas apresentaram uma dimensão de 4 x 3 m separadas por intervalos de 1 m. A análise química para fins de fertilidade, na profundidade de 0-20 cm (EMBRAPA, 1997) apresentou os seguintes resultados:

Bloco 1: pH em água= 4,9; 0,21 cmol_c/dm³ de Al⁺⁺⁺; 1,0cmol_c/dm³ de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺; 46 mg de P e 20 mg de K por dm³ de solo.

Bloco 2: pH em água= 5,1; 0,12 cmol_d/dm³ de Al⁺⁺⁺ ; 1,7cmol_d/dm³ de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺; 31 mg de P e 13 mg de K por dm³ de solo.

Bloco 3: pH em água= 5,5; 0,06 cmol_d/dm³ de Al⁺⁺⁺; 2,5cmol_d/dm³ de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺; 25 mg de P e 27 de K por dm³ de solo.

Bloco 4: pH em água= 5,4; 0,05 cmol_d/dm³ de Al⁺⁺⁺ ; 1,4cmol_d/dm³ de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺; 49 mg de P e 22 de K por dm³ de solo.

A inoculação foi feita com a aplicação do solo inóculo nas linhas de plantio de milho e crotalária, antes do semeio, na profundidade de 5 cm, constituindo os seguintes tratamentos: T1: (Crotalária + 0 esporos de FMA m⁻¹); T2: (Crotalária + 300 esporos de FMA m⁻¹); T3: (Crotalária + 900 esporos de FMA m⁻¹); T4: (Crotalária + 1800 esporos de FMA m⁻¹); T5: (Milho + 0 esporos de FMA m⁻¹); T6: (Milho + 300 esporos FMA m⁻¹); T7: (Milho + 900 esporos FMA m⁻¹) e T8: (Milho + 1800 esporos FMA m⁻¹).

Aos 105 dias após o plantio, na floração da crotalária, as culturas antecessoras foram cortadas com o auxílio de catana e picadeira tratorizada. Os resíduos vegetais foram incorporados nas leiras preparadas para o plantio da batata-doce. Doze dias após a incorporação, realizou-se o plantio de ramos de batata doce, variedade Rosinha do Verdan, no espaçamento de 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre leiras. Na ocasião do corte das plantas de cobertura, coletou-se sub-amostras, as quais foram secadas em estufa de ventilação forçada (65°C), pesadas e moídas em moinho tipo Willey para determinação da produção de biomassa seca da parte aérea.

A colheita da batata doce foi realizada aos 110 dias após plantio das ramos, foram avaliadas a produção de tubérculos, em uma área útil de 2 m² em cada parcela e os teores de N, P e K por digestão nítrica perclórica (BATAGLIA et al., 1983). A determinação do P foi feita por calorimetria e o K determinado por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000), sendo realizadas as análises de variância, pelo teste F (p≤0,05) e de regressão. Para comparação de médias aplicou-se o teste Tukey (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à biomassa, a crotalária apresentou maior produção de massa de matéria fresca e seca quando comparada ao milho, independentemente do nível de inoculação, superando-o em 237 e 235%, respectivamente, para biomassa fresca e seca.

O fato de a crotalária superar o milho em produção de biomassa pode ser explicado em função de ela ser uma espécie de rápido crescimento inicial e pelo grande potencial de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (ESPINDOLA et al., 2005). De forma geral, a produção de biomassa, tanto da crotalária como do milho (Figura 1), apresenta tendência de elevação na medida em que se aumentou a concentração de esporos de *Glomus clarum*. Apesar dos FMAs ocorrerem naturalmente nos solos, a inoculação pode promover benefícios quando as populações nativas não são efetivas e ou apresentam baixo número de propágulos infectivos (SIEVERDING 1991).

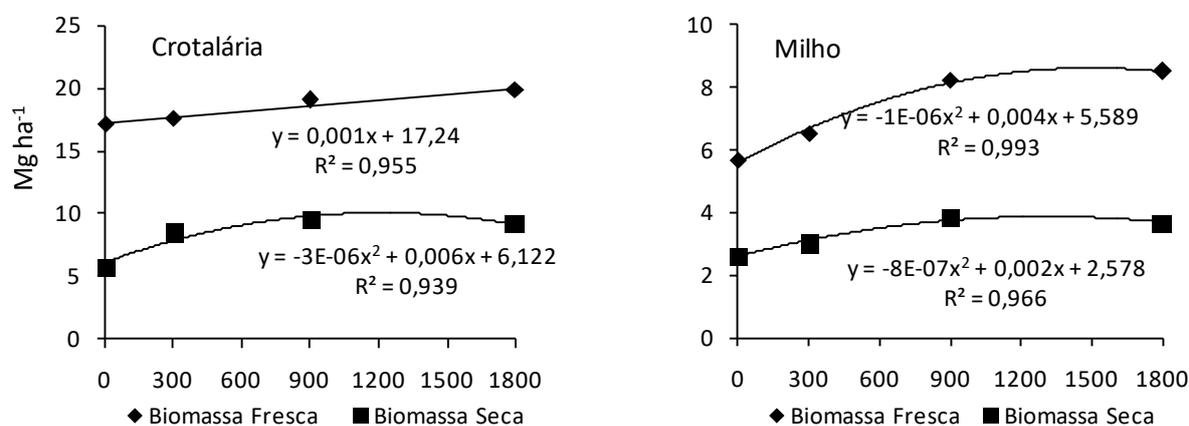


Figura 1. Produção de biomassa fresca e seca nas plantas de cobertura crotalária e milho em função do número de esporos (0, 300, 900 e 1800 esporos m⁻²) de FMA (*G. clarum*) inoculados por ocasião da semeadura das plantas de cobertura.

Em relação aos teores de N, P e K na parte aérea das plantas de batata-doce foi observado efeito positivo em função da inoculação com *G. clarum*, não sendo observada variação apenas dos teores de fósforo quando o cultivo antecessor foi da crotalária. (Figura 2). Merece destaque o fato do pré-cultivo com crotalária ter proporcionado maiores concentrações de N, P e K nas ramas de batata doce que o pré-cultivo com milho. A possível justificativa seria pelo aumento no aporte de N ao solo e pela ciclagem de P e K promovido por esta leguminosa que, mesmo apresentando teores próximos ao do milho, ciclou mais nutrientes devido a sua maior produção de biomassa da parte aérea.

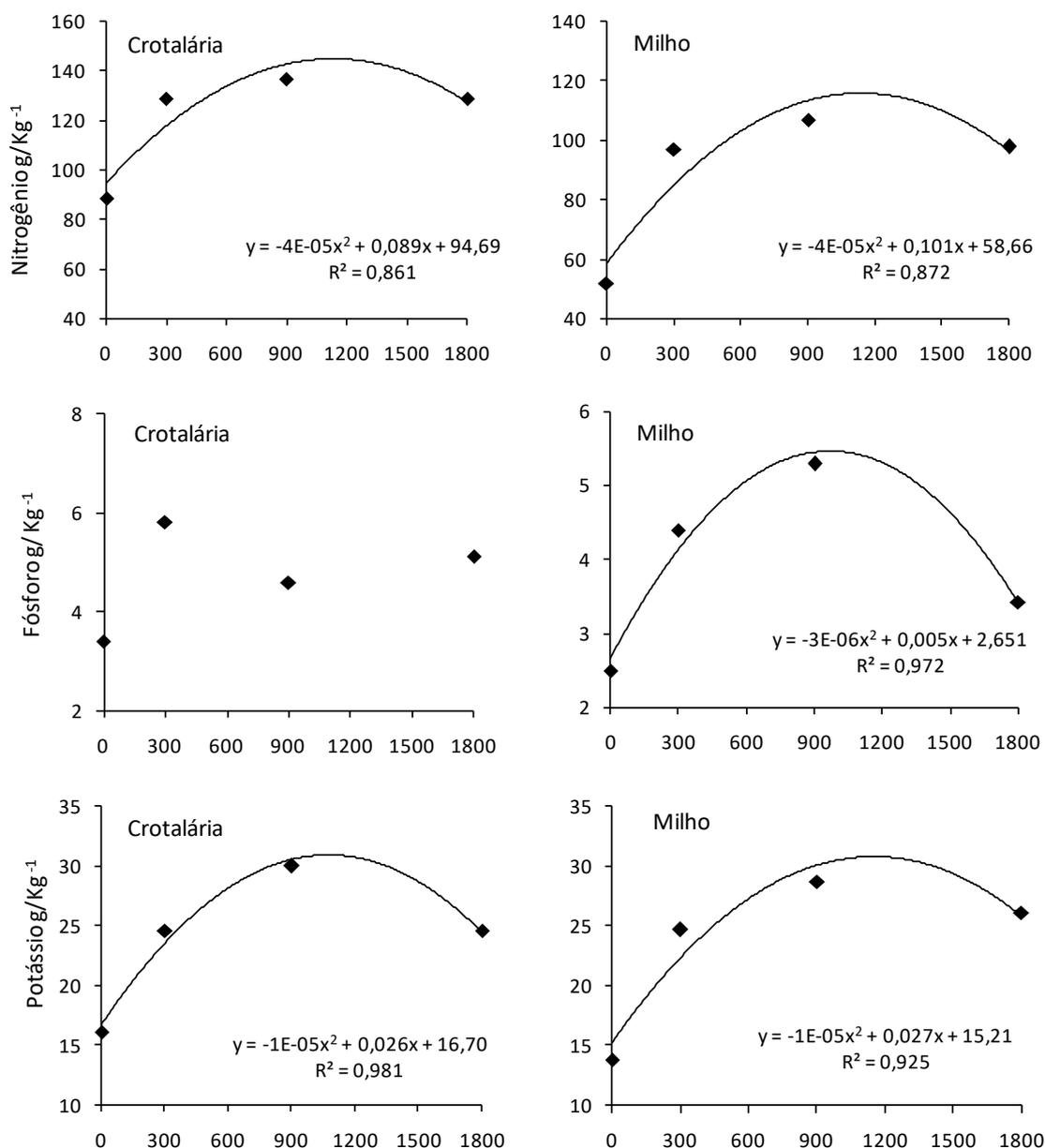


Figura 2. Teores de N, P e K em g kg⁻¹ nas ramas de batata-doce em função do número de esporos (0, 300, 900 e 1800 esporos m⁻²) de FMA (*G. clarum*) inoculados por ocasião da semeadura das plantas de cobertura.

Em relação às raízes de batata-doce, notou-se que a inoculação de *G. clarum* resultou no aumento expressivo de produtividade quando a inoculação foi realizada na cultura da crotalária (Figura 3).

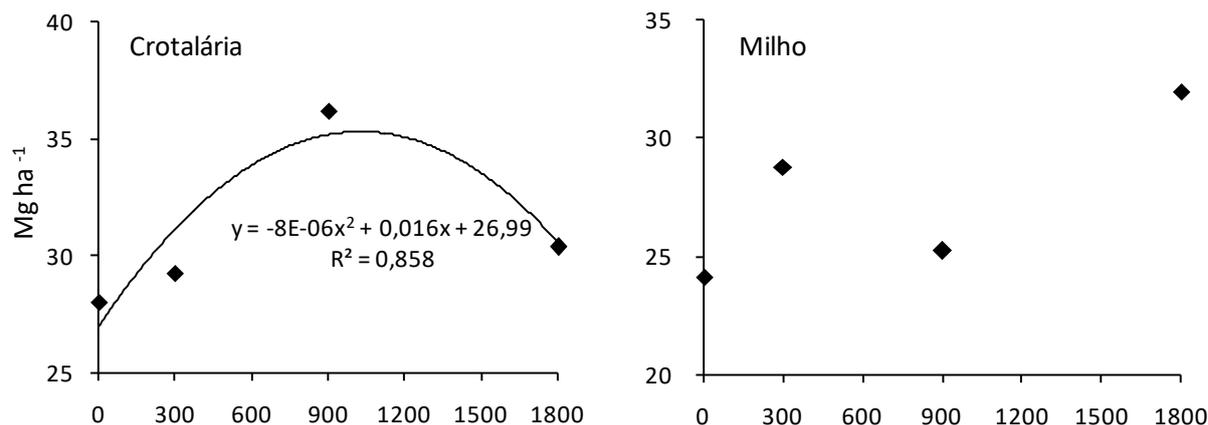


Figura 3. Produtividade de batata doce em Mg ha⁻¹ em função do número de esporos (0, 300, 900 e 1800 esporos m⁻²) de FMA (*G. clarum*) inoculados por ocasião da semeadura das plantas de cobertura.

O melhor ajuste matemático para os dados foi obtido adotando-se modelo quadrático alcançando-se valores máximos de produtividade com a inoculação de 1050 esporos de *G. clarum* por metro linear na crotalária. Provavelmente em função da baixa relação C/N da leguminosa, favorecendo a mineralização do nitrogênio e sua disponibilidade para batata doce, o mesmo encontrado por (ESPINDOLA et al., 1998). Já no milho, não foi observado efeito da inoculação sobre a produtividade da cultura subsequente, no caso a batata-doce. Mais uma vez, ressalta-se o fato do milho ser uma cultura domesticada a mais tempo que a crotalária, tendo todo seu melhoramento genético focado em produtividade. É possível que cultivares mais rústicas possuam comportamento diferenciado, haja vista que são selecionadas por programas de melhoramento que priorizam os pequenos e médios produtores. De maneira geral, é visível o benefício da simbiose das raízes de batata-doce com os fungos nativos e inoculados, corroborando com PAULA (1992), que demonstrou a afinidade entre FMA e batata-doce. Outro fato interessante é que foram alcançadas produtividades superiores a média nacional de 12 Mg ha⁻¹ desta hortaliça, tanto no pré-cultivo de crotalária quanto de milho inoculados com FMA *G. clarum* sob condição de campo.

CONCLUSÕES

O pré-cultivo de milho e de *Crotalaria juncea* inoculados com FMA *Glomus clarum*, proporcionou maior aumento nos teores de N, P e K na parte aérea da batata-doce, gerando maior incremento na produtividade de raízes da batata-doce após *C. juncea*.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.601-612, 2003.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Effects of surface application of dolomitic limestone and calcium-magnesium silicate on soybean and maize in rotation with green manure in a tropical region. **Bragantia**, Campinas, v.74, n.3, p.311-321, 2015.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; CALONEGO, J.C.; ROSOLEM, C.A. Management Impacts on soil organic matter of tropical soils. **Vadose Zone Journal**, Madison, v.14, p.1-8, 2015.

CHEN, G.; ZHU, H.; ZHANG, Y. Soil microbial activities and carbon and nitrogen fixation. **Research in Microbiology**, v. 154, p. 393-398, 2003.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; CASTRO, G.S.A. Capacidade recicladora das braquiárias e a influência de resíduos orgânicos no balanço de nutrientes do solo. In: Antônio Luiz Fancelli. (Org.). **Milho: Produção e Produtividade**. 1ed. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, v.1, p.121-146, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M. ; SILVA, E.M.R. da; SOUZA, F.A. de. Influência da adubação na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.339-347, 1998.

ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M. **Benefícios da adubação verde sobre a simbiose micorrízica e a produtividade da batata-doce**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 6p., 1997. (Comunicado técnico, 14).

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 517p. 2005.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar. 2000. p.225-258.

PAULA, M.A. de. **Interação micorrizas vesículo – arbusculares – bactérias diazotróficas em batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. Seropédica: UFRRJ, 1992. 168p. Tese Doutorado.

RAMOS, M.G.; VILLATORO, M.A.A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using ¹⁵N-isotope techniques. **Journal of Biotechnology**, v.91, n.2-3, p. 105-115, 2001.

SANTOS, C.A.B.; BORGES, W.L.; ROCHA, M.V.C.; ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M. Efeito da adubação verde com leguminosa sobre a disponibilidade de nutrientes fornecidos pelas rochas brecha e carbonatito para plantas de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.1381-1384, 2007.

SIEVERDING, E.; FRIEDRICHSEN, J.; SUDEN, W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. 371p., 1991.

SIQUEIRA, J.O.; KLAUBERG FILHO, O. Micorrizas arbusculares: a pesquisa brasileira em perspectiva. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.H.; SCHAEFER, C.E. (Eds). **Tópicos em Ciência do Solo**. v.1, Viçosa: SBCS, p.235-264. 2000.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; da COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G.S.A. Production, decomposition and nutrient cycling in residues of sunnhemp and pearl millet in monocropped and intercropped systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1462-1470, 2012.