

## ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM POMAR DE LARANJA EM RESPOSTA AO CULTIVO DE ADUBOS VERDES<sup>1</sup>

THAIS NUCCI BUZINARO<sup>2</sup>, JOSÉ CARLOS BARBOSA<sup>3</sup>, ELY NAHAS<sup>4</sup>

**RESUMO-** Adubos verdes (AVs) são condicionadores do solo utilizados para a melhoria da estrutura e fertilidade do solo. Este estudo avaliou o efeito de *Crotalaria spectabilis* Roth (crotalária), *Cajanus cajan* (L) Millsp (guandu) e *Brachiaria decumbens* Stapf (braquiária) nas propriedades microbiológicas e bioquímicas do solo sob laranjal. As leguminosas foram plantadas nas entrelinhas do laranjal e, após 3 meses, cortadas e lançadas nas entrelinhas. A braquiária, já estabelecida, foi roçada e lançada nas entrelinhas. Após 5 meses, as amostras de solo foram coletadas na entrelinha e na linha, na profundidade de 0-20 cm. O delineamento experimental foi em parcela subdividida. Efeito significativo ( $p < 0,05\%$ ) da aplicação dos AV sobre as contagens de bactérias, as atividades da desidrogenase e nitrificante foram obtidas e aumentaram, em média, de 20, 39 e 190%, respectivamente. O número de fungos diminuiu de 57%. A atividade da urease e a solubilizadora, e os conteúdos de matéria orgânica e umidade não foram influenciados pela aplicação dos AVs. Dentre as plantas, respostas significativas foram obtidas decorrentes do estímulo da atividade da desidrogenase em 57% pelo guandu, da urease em 58% pela braquiária, solubilizadora em 346% pela crotalária e nitrificante em 236% pelo guandu ou braquiária em relação aos demais AVs. Estes resultados sugerem que a aplicação de AVs durante anos consecutivos pode estimular a ação dos microrganismos e melhorar a qualidade do solo.

**Termos para indexação:** desidrogenase, urease, atividade nitrificante, solubilização.

## SOIL MICROBIAL ACTIVITIES IN ORCHARD CITRUS AS A RESPONSE TO GREEN MANURE CULTIVATION

**ABSTRACT -** Green manure (GM) is a soil conditioner used to improve soil structure and fertility. This study evaluated the effect of *Crotalaria spectabilis* Roth (showy rattlebox), *Cajanus cajan* (L) Millsp (pigeonpea) and *Brachiaria decumbens* Stapf (brachiaria) on soil microbial and biochemical attributes of the citrus orchard. The leguminous was planted at the intercrops and, after 3 months, they were cut and applied in the intercrops. The grown brachiaria was cut and applied in the intercrops. After 5 months, the soil samples were taken from the rows and intercrops in the depth of 0-20 cm. A split-plot design was used. Significant effect ( $p < 0.05\%$ ) from the GM application on the bacteria counts and dehydrogenase and nitrifying activities was obtained and it increased, on average, 20, 39, and 190%, respectively. Fungi number decreased 57%. Urease and solubilizing activities and organic matter and moisture contents were not influenced by the GM application. Among the plants, significant responses were found due to the stimulating activities of dehydrogenase of 57% by pigeonpea, urease 58% by brachiaria, solubilizing 346% by showy rattlebox and nitrifying 236% by pigeonpea or brachiaria in relation to the others GM. These results suggest that GM application for successive years can stimulate microorganisms activity and to improve soil quality.

**Index Terms:** dehydrogenase, urease, nitrifying activity, solubilization.

<sup>1</sup>(Trabalho 021-08). Recebido em: 08-01-2008. Aceito para publicação em: 13-03-2009.

<sup>2</sup>Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, MS, ex-aluna do Programa de PG em Microbiologia Agropecuária/UNESP, Jaboticabal-SP.

<sup>3</sup>Eng. Agr. Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, 14884-900. Jaboticabal-SP, E-mail: jcbarbosa@fcav.unesp.br

<sup>4</sup>Eng. Agr. Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal, FCAV/UNESP, 14884-900. Jaboticabal-SP, E-mail: enahas@fcav.unesp.br.

## INTRODUÇÃO

Fontes renováveis de resíduos agrícolas, esterco de animais e adubos verdes têm sido utilizados visando à recuperação das características físicas e químicas do solo (Sylvia et al. 2005). O emprego destes materiais fornece matéria orgânica e nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas, o que possibilita a produção de alimentos orgânicos mais saudáveis e com menor quantidade de adubos químicos.

Os adubos verdes têm sido utilizados para melhorar as características físicas (Nascimento et al., 2005) e químicas do solo (Varinderpal-Singh et al., 2006) e a produtividade em várias culturas (Fontanetti et al., 2006). A contribuição na fertilidade do solo pelo fornecimento de nutrientes é uma das qualidades esperadas pela aplicação do adubo verde. As leguminosas podem contribuir com o nitrogênio fixado, aumentando e conservando o nitrogênio no solo. Este efeito foi obtido com a aplicação de sesbania (*Sesbania aculeata* Pers.), obtendo-se resultados superiores ao do milho ou de quantidades equivalentes de adubo nitrogenado na cultura do arroz irrigado (Ashraf et al., 2004).

Os adubos verdes são decompostos gradualmente pela ação da biota existente no solo e principalmente pelos microrganismos. Desta forma, a tendência é o aumento da diversidade e atividade microbiana pela mineralização de resíduo orgânico (Stark et al., 2007). Contudo, a decomposição de resíduos vegetais está sujeita a diversos fatores, tais como a atuação de macro e microrganismos decompositores e às características do solo. O crescimento dos microrganismos no solo é limitado na ausência de fonte de carbono e a adição de matéria orgânica pode influenciar no tamanho e na atividade da comunidade microbiana. Assim, diversos adubos verdes aumentaram a produção de trigo devido à melhoria das propriedades do solo e à atividade microbiana medida pela produção de CO<sub>2</sub> (N'Dayegamiye & Tran, 2001).

A transformação da matéria orgânica ocorre em decorrência da liberação de enzimas pelos microrganismos que reduzem os compostos orgânicos em sua forma mais simples e disponível. Desta forma, a atividade enzimática tem potencial de indicar as transformações biológicas do solo em resposta às mudanças no manejo. Dentre as diversas enzimas presentes no solo, a medida da atividade da desidrogenase é bastante utilizada, pois reflete a atividade oxidativa total da microbiota do solo. O tipo de vegetação e a quantidade do material orgânico

incorporado no solo influenciaram a atividade da urease (Arunachalam et al., 1999). A utilização de resíduos orgânicos junto com fertilizantes inorgânicos aumentou a quantidade de matéria orgânica e a atividade microbiana ureolítica e da fosfatase alcalina (Goyal et al., 1999).

Este estudo foi conduzido em uma área em que sistemas permanentes, como florestas e pastagens, foram convertidos em áreas de cultivo de laranjal e têm recebido, desde sua instalação, braquiária como cobertura vegetal (Buzinaro, 2006). Em adição, os solos utilizados para o plantio de laranjal apresentaram textura arenosa e com baixa retenção de umidade, e havia a expectativa de que poderiam ser melhorados pela utilização de adubos verdes. Este trabalho objetivou estudar a influência da adubação verde de *Cajanus cajan* (Linnaeus) Millsp (1900), *Crotalaria spectabilis* Roth (1821) e *Brachiaria decumbens* Stapf (1918) nas contagens e na atividade microbiana do solo de pomar de laranjal da cultivar Valência.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Primavera, município de Balbinos (460 m de altitude), São Paulo, com uma área de 367,8 ha, composta de floresta nativa tropical subcaducifólia, pastagem e laranjal (*Citrus sinensis* Linnaeus Osbeck). Foi selecionada uma área de laranjal da cultivar Valência com cerca de 17 ha, plantada no espaçamento de 7m (entre linhas) por 4 m (entre plantas) e com 3 anos de idade. O solo foi classificado dentro da classe textural arenosa e apresentou a seguinte composição físico-química (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): K, 3,1; Ca, 11,0; Mg, 9,0; H+AL, 15,0; SB, 23,1; T, 38,1; V, 6,1%; e P resina, 8,0 mg dm<sup>-3</sup>; pH em CaCl<sub>2</sub>, 5,1; e granulométrica (g kg<sup>-1</sup>): argila, 60; silte, 40; areia fina, 690, areia grossa, 210. O clima é o tropical úmido do tipo Aw, segundo o sistema de classificação de Köppen, com verão quente e inverno seco, e precipitação pluvial média anual de 1.700mm.

No decorrer de 2004, foram realizadas a calagem com 10 t/ha de calcário dolomítico (PRNT=80) e a adubação, utilizando-se de 2,8 kg do fertilizante de fórmula 19-10-19 (N: nitrato de amônio, P: superfosfato simples e K: cloreto de potássio) por planta, parcelados em 2 aplicações, sendo a última em fevereiro de 2005. Foram utilizadas três espécies de plantas como adubos verdes, isto é, crotalária (*C. spectabilis*), feijão-guandu (*Cajanus cajan.*) e capim- braquiária (*B. decumbens*). A crotalária e o guandu foram semeados em março de 2005, a lanço, nas quantidades de 80 e 40 sementes/

m<sup>2</sup>, respectivamente, na entrelinha de plantio do laranjal. Após aproximadamente 3 meses e antes da frutificação, as plantas foram cortadas, e toda a massa vegetal foi lançada fora da projeção da copa do laranjal numa extensão de até 1 metro. A gramínea, já estabelecida na área, foi roçada e jogada de modo semelhante às leguminosas.

Após 5 meses do corte dos adubos verdes, as amostras de solo foram coletadas com o uso de enxadão, na profundidade de 0-20 cm, tanto na linha de plantio do laranjal, até a distância de 30 cm do tronco das árvores, onde não foi lançado o adubo verde (denominada de “linha” e considerada como controle), como na faixa onde foram lançados os restos vegetais (denominada, neste trabalho, de “entrelinha”). Cada parcela compreendeu uma linha de plantio do laranjal de 50m. As parcelas foram distribuídas ao acaso no laranjal. Em cada parcela, 3 amostras simples foram retiradas e, a seguir, reunidas em uma amostra composta. Este procedimento foi repetido 5 vezes ao acaso na linha e na entrelinha de plantio, resultando em 10 parcelas por tratamento principal (adubo verde). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, transportadas ao laboratório, onde foram peneiradas (2 mm) e divididas em duas partes, sendo parte mantida em geladeira a 4° C até o seu uso, e outra parte, seca ao ar livre e mantida em temperatura ambiente.

Amostras de solo (10g, peso úmido) foram adicionadas a 95mL de solução de pirofosfato de sódio a 0,1% e agitadas por 30min em agitador orbital. Após diluição em série, volumes destas suspensões foram adicionados ao meio de cultura fundido e distribuídos nas placas de Petri. Foram utilizados os meios de Bunt & Rovira (1955), para contagem de bactérias, e de Martin (1950), para contagem de fungos. O tempo de incubação foi de 72 h para as bactérias e de 96 h para os fungos, à temperatura de 30 °C, e as contagens foram feitas conforme Vieira & Nahas (2005). A atividade nitrificante foi determinada após incubação do solo por 30 dias, com o teor de umidade ajustado a 60 % da capacidade de retenção de água (CRA) e com ou sem adição de 160 µg de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por grama de solo úmido. O nitrato produzido foi extraído e determinado pelo método de Keeney & Nelson (1982). A atividade solubilizadora de fosfato foi determinada após incubação do solo por 30 dias, com o teor de umidade de 60 % CRA e com ou sem adição de 3,84mg de fluorapatita (32,8% de P) por grama de solo. O fosfato solúvel produzido foi extraído e determinado pelo método de Watanabe & Olsen (1965). A atividade da desidrogenase foi

determinada pelo método de Casida (1977), e a da urease, segundo a metodologia de McGarity & Myers (1967). O conteúdo de umidade foi determinado após secagem do solo a 105°C, por 24 horas, e o de matéria orgânica, após incineração do solo em mufla a 550°C, por 24 horas.

Foi utilizado um delineamento em parcelas subdivididas com 3 adubos como tratamentos principais (guandu, crotalária e braquiária) e 2 locais de coleta do solo, na entrelinha (local em que foram aplicados os resíduos da adubação verde) e linha (local em que não foram aplicados os resíduos) de plantio de laranjal, com 5 repetições. Os resultados foram transformados em log (x + 10), em que x foi a variável estudada, e submetidos à análise de variância, utilizando-se do programa ESTAT. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P < 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência da aplicação da massa vegetal proveniente de braquiária, crotalária ou guandu, nas contagens de bactérias e fungos do solo sob laranjal da cultivar Valência, pode ser observada na Figura 1A,B. Nenhum efeito significativo (Tukey, p < 0,05) foi obtido pela aplicação destes vegetais nas contagens destes grupos de microrganismos. Quando se compararam as contagens observadas na entrelinha (onde foram aplicados os adubos verdes) em relação às linhas de plantio (controle, sem aplicação do adubo verde), foi observado um efeito significativo (p < 0,05), porém diferenciado (Figura 1). Enquanto o número médio de bactérias da linha e da entrelinha aumentou em 20%, as contagens dos fungos decresceram 57%. As contagens das bactérias, na entrelinha, aumentaram no solo em 46% (guandu) e 70% (crotalária, Figura 1A) e as dos fungos em 26% (guandu, Figura 1B) em relação ao solo sob braquiária. Em um sistema de plantio convencional e plantado com guandu ou mucuna, foi também observada redução na contagem de fungos em relação à área com vegetação espontânea (Carneiro et al., 2004). Possivelmente, no presente estudo, o aumento da contagem de fungos na linha de plantio resultou mais de uma resposta maior à adubação química fosfatada (Barroti & Nahas, 2000) do que ao efeito da adição dos adubos verdes na entrelinha.

Neste estudo, o aumento nas contagens de bactérias em consequência da aplicação de adubos verdes foi bem menos expressivo do que o relatado por Biederbeck et al. (2005), de 385%. Contudo, nenhum efeito foi observado sobre a contagem de

bactérias, fungos e actinomicetos em solos sob cultivo orgânico e convencional (Shannon et al., 2002), mostrando diversidade de resposta à adição de adubos verdes. O estímulo do crescimento bacteriano, em decorrência da aplicação de leguminosas em relação à gramínea, pode ser devido a sua capacidade de enriquecer o solo mediante simbiose com as bactérias fixadoras do  $N_2$  atmosférico, seu alto conteúdo de compostos nitrogenados e um sistema radicular profundo e ramificado, que garante maior capacidade de extrair nutrientes (Miyasaka et al., 1984).

A atividade da desidrogenase variou significativamente entre os locais de amostragem e sob o efeito dos adubos verdes. Contudo, esta variação foi mais devida ao efeito do guandu, constatando-se aumento da atividade da desidrogenase em 54 e 60% (média linha-entrelinha) em relação à braquiária e crotalária, respectivamente. Também, a atividade desta enzima foi 33 a 51% (média de 39%) maior na entrelinha do que na linha de plantio (Figura 2A). Da mesma forma, Benitez et al. (2000) constataram aumento na atividade da desidrogenase na rizosfera de pimenteira em função da incorporação de resíduos da extração de azeite de oliva em relação ao controle onde não foram incorporados os resíduos. A atividade da desidrogenase reflete bem a atividade metabólica microbiana, correlacionando-se com a biomassa de bactérias e de fungos e constituindo apreciável índice indicador das transformações dos nutrientes no solo (Aon et al., 2001). Estes resultados sugerem que o aumento da atividade da desidrogenase pela adição de resíduos vegetais pode indicar um processo de mineralização catalisado pelos microrganismos do solo. Contudo, foi constatado efeito da aplicação dos adubos verdes sobre a atividade da desidrogenase (Figura 2A), mas não sobre as contagens de bactérias ou de fungos (Figura 1A,B). De fato, a desidrogenase não se correlacionou com a contagem de bactérias ou de fungos (Arunachalan et al., 1999), sugerindo que esta enzima pode ser influenciada por outros fatores.

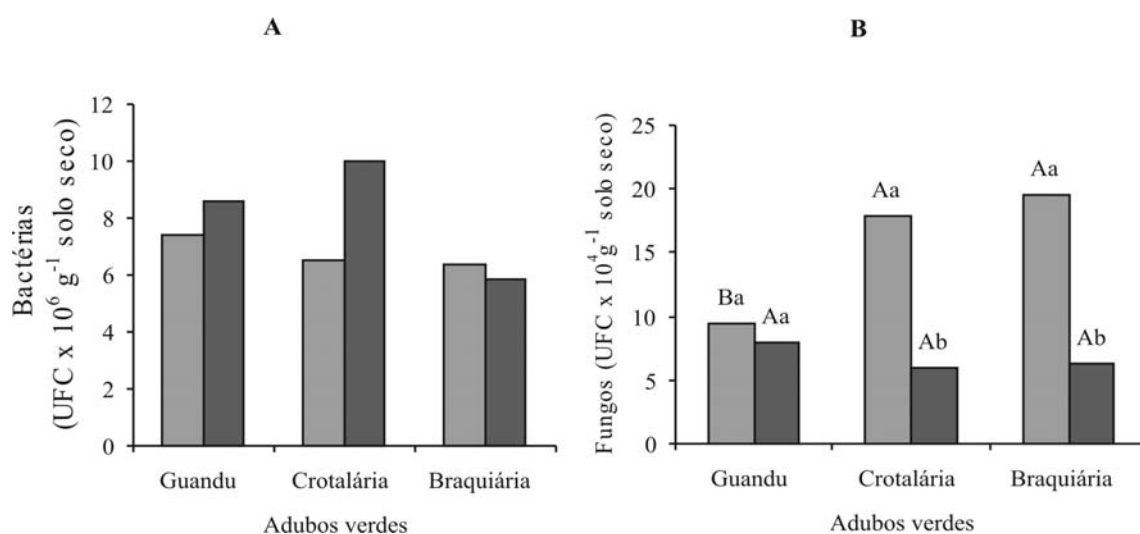
Nenhum efeito significativo foi obtido quando se comparou o local de aplicação dos adubos verdes sobre a atividade da urease (Figura 2B). Contudo, foi constatado que a aplicação das leguminosas inibiu ( $p < 0,05$ ) a atividade da urease em 39 a 45% (média linha-entrelinha) em relação à braquiária (Figura 2B). Palma et al. (1999) também não constataram diferenças significativas na atividade da urease em solo com alta adição de resíduos. No entanto, Barreto & Westerman (1989) evidenciaram aumento da atividade da urease no solo sob plantio direto de aveia em relação a solo sob

plantio convencional após 4 anos consecutivos, comprovando que o tempo de aplicação dos resíduos influenciou na atividade da urease, o que pode ter ocorrido no presente estudo.

A atividade nitrificante foi estimulada (Tukey,  $p < 0,05$ ) 2,9 vezes, em média, em relação ao controle, mostrando um efeito expressivo da aplicação dos adubos verdes, resultante, principalmente, do guandu e da braquiária (Figura 3A). Isto indica um processo de transformação dos compostos nitrogenados e inclusive da mineralização do nitrogênio orgânico devido à adição dos adubos verdes. Estes resultados assemelham-se aos observados por Stampford et al. (1994), que verificaram um aumento significativo nos teores de  $N-NO_3^-$  e  $N-NH_4^+$  do solo após utilização de adubos verdes, levando a incrementos de produção na cultura do sorgo em sucessão. Quando os três adubos verdes foram comparados, a atividade decresceu significativamente na seguinte ordem: braquiária > guandu > crotalária (Figura 3A). Essa resposta pode ter sido obtida porque a crotalária mineraliza-se mais lentamente que o guandu (Alcântara et al., 2000).

A crotalária proporcionou diferenças significativas na atividade solubilizadora em relação aos tratamentos com guandu ou braquiária, mostrando efetiva influência na solubilização do fósforo inorgânico adicionado no solo (Figura 3B). A atividade solubilizadora na linha não diferiu com a da entrelinha. A capacidade de solubilização está intimamente relacionada à comunidade de microrganismos solubilizadores de fosfato (Nahas et al., 1994). Embora não tenha havido diferença significativa, a solubilização de fluorapatita observada no solo sob guandu foi 2,5 vezes maior do que sob braquiária. Esta influência também foi relatada por Sylvester-Bradley et al. (1982), que constataram maior presença de bactérias solubilizadoras de P em solo sob cultivo de leguminosas do que em gramíneas. Em adição, Carneiro et al. (2004) relataram que o guandu estimulou a ocorrência de bactérias e fungos solubilizadores de fosfato.

Não foi constatada nenhuma diferença significativa nos conteúdos de umidade e matéria orgânica entre a linha e a entrelinha do laranjal ou entre os diferentes adubos (Figura 4A,B). O curto período de aplicação dos resíduos (somente uma safra) neste estudo pode ter influenciado nos resultados apresentados.

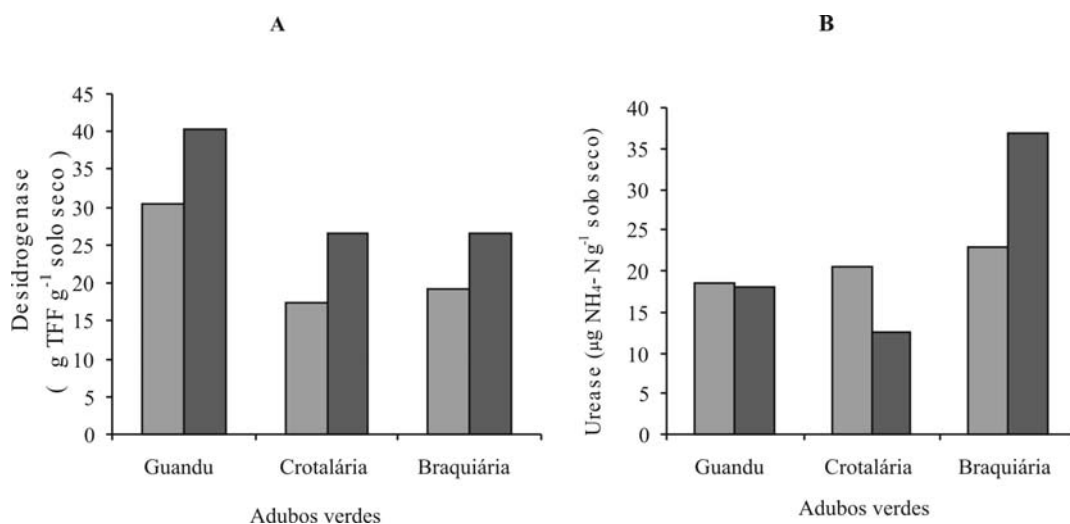


**FIGURA 1**- Efeito da aplicação de adubos verdes nas contagens de bactérias (A) e de fungos (B) do solo sob laranjal. □, linha ■, entrelinha

Teste  $F_{bactérias}$ : Adubo verde (P) = 2,72 NS; Locais de coleta (S) = 5,55\*; P x S = 3,57 NS

Teste  $F_{fungos}$ : (P) = 0,78NS; (S) = 62,35\*; P x S = 9,78\*; NS, não significativo; (\*),  $p < 0,05$

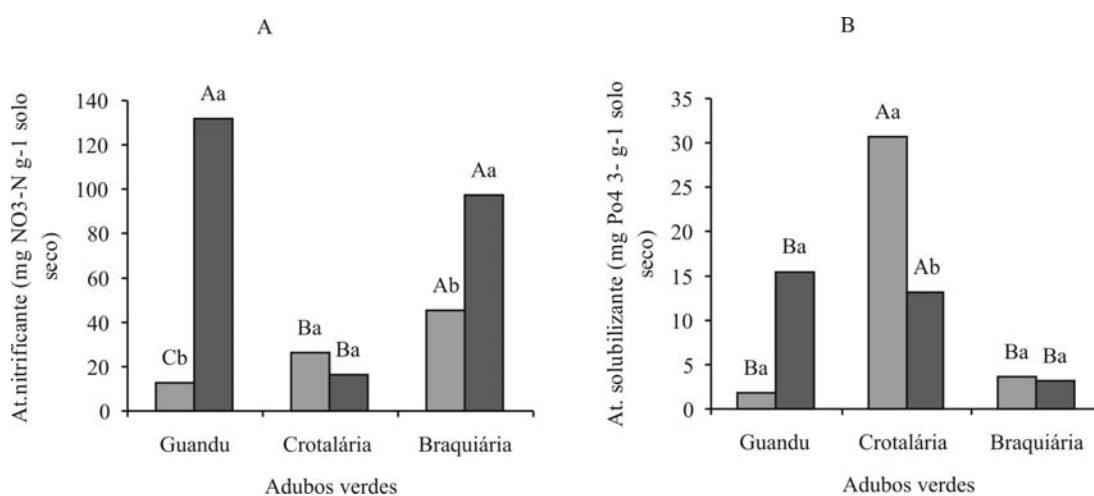
Letras maiúsculas comparam as médias dos adubos verdes, e as minúsculas, as médias dos locais de coleta.



**FIGURA 2** - Efeito da aplicação de adubos verdes nas atividades da desidrogenase (A) e da urease (B) do solo sob laranjal. □, linha ■, entrelinha

Teste  $F_{desidrogenase}$ : (P) = 11,73\*\*; (S) = 28,02\*\*; P x S = 0,22 NS.

Teste  $F_{urease}$ : (P) = 6,69\*; (S) = 0,06NS; P x S = 2,12NS; NS, (\*), ver Figura 1; (\*\*),  $p < 0,01$ .

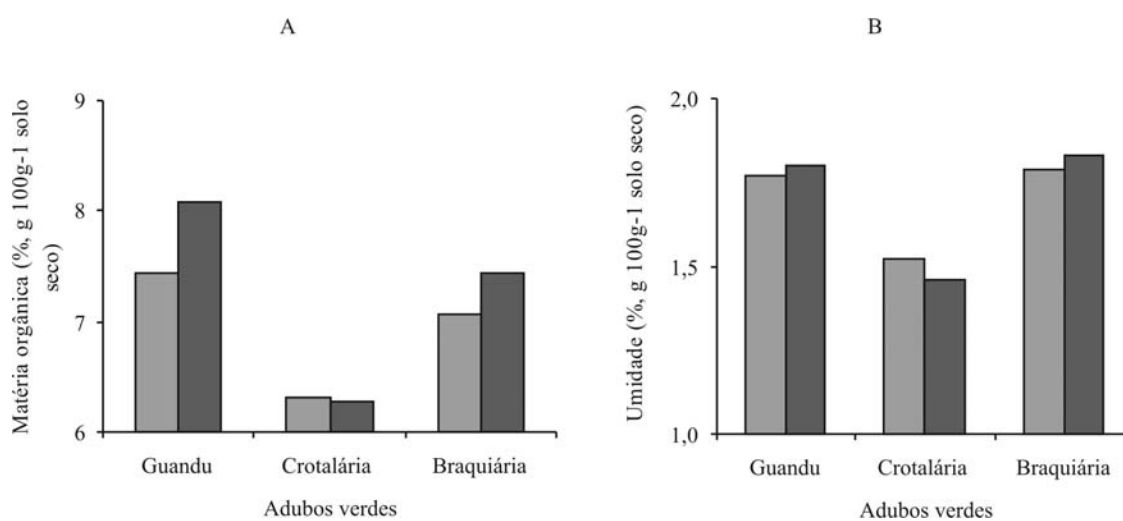


**FIGURA 3** - Efeito da aplicação de adubos verdes nas atividades nitrificante (A) e solubilizante (B) do solo sob laranjal.  ,linha  ,entrelinha At., atividade

Teste F<sub>at.nitrificante</sub>: (P) = 48,80\*\*; (S) = 69,90\*\*; P x S = 49,83\*\*

Teste F<sub>at.solubilizante</sub>: (P) = 47,98\*\*; (S) = 4,61NS; P x S = 4,02\*; NS, (\*), (\*\*), ver Figuras 1 e 2

Letras maiúsculas comparam as médias dos adubos verdes, e as minúsculas, as médias dos locais de coleta.



**FIGURA 4** - Efeito da aplicação de adubos verdes nos conteúdos de matéria orgânica (A) e umidade (B) do solo sob laranjal.  ,linha  ,entrelinha

Teste F<sub>matéria orgânica</sub>: (P) = 0,89NS; (S) = 0,00NS; P x S = 0,33NS

Teste F<sub>umidade</sub>: (P) = 2,43NS; (S) = 1,83NS; P x S = 0,69NS; NS, ver Figura 1

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso de parâmetros microbiológicos se mostrou relevante para avaliar o efeito da aplicação de adubos orgânicos. Como consequência da adubação verde, o crescimento das bactérias e as atividades da desidrogenase e nitrificante foram estimulados nas entrelinhas de plantio. Também, a influência do guandu predominou sobre a atividade da desidrogenase, da crotalária na atividade solubilizadora e da braquiária nas atividades da urease e nitrificante.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, 2000.
- AON, M.A.; CABELLO, M.N.; SARENA, D.E.; COLANERI, A.C.; FRANCO, M.G.; BURGOS, J.L.; CORTASSA, S.I. Spatio-temporal patterns of soil microbial and enzymatic activities in an agricultural soil. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.18, n.3, p.239-254, 2001.
- ARUNACHALAN, K.; ARUNACHALAN, A.; MELKANIA, N.P. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountains ecosystem of India. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.30, p.217-223, 1999.
- ASHRAF, M.; MAHMOOD, T.; AZAM, F.; QURESHI, R.M. Comparative effects of applying leguminous and non-leguminous green manures and inorganic N on biomass yield and nitrogen uptake in flooded rice (*Oryza sativa* L.). **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.40, n.2, p.147-152, 2004.
- BARRETO, H.J.; WESTERMAN, R.L. Soil urease activity in winter wheat residue management systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.53, p.1455-1458, 1989.
- BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2043-2050, 2000.
- BENITEZ, E.; MELGAR, R.; SAINZ, H.; GOMEZ, M.; NOGALES, R. Enzyme activities in the rhizosphere of pepper (*Capsicum annuum*, L.) grown with olive cake mulches. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.32, n.13, p.1829-1835, 2000.
- BIEDERBECK, V.O.; ZENTNER, R.P.; CAMPBELL, C.A. Soil microbial populations and activities as influenced by legume green fallow in a semiarid climate. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.37, n.10, p.1775-1784, 2005.
- BUNT, J.S.; ROVIRA, A.D. Microbiological studies of some subantarctic soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.6, p.119-128, 1955.
- BUZINARO, T.N. **Qualidade microbiológica do solo sob cítrus em comparação com outros ecossistemas e sob adubação verde**. 63 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- CARNEIRO, R.G.; MENDES, I.C.; LOVATO, P.E.; CARVALHO, A.M.; VIVALDI, L.J. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.661-669, 2004.
- CASIDA JR., L.E. Microbial metabolic activity in soil as measured by dehydrogenase determinations. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.34, p.630-636, 1977.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.146-150, 2006.
- GOYAL, S.; CHANDER, K.; MUNDRA, M.C.; KAPOOR, K.K. Influence of inorganic fertilizers and organic amendments on soil organic matter and soil microbial properties under tropical conditions. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.29, n.2, p.196-200, 1999.
- KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. Nitrogen-inorganic forms. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (Ed.). **Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties**. 2. ed. Madison: American Society Agronomy, 1982. p.643-698.

- MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science**, Maynard, v.69, p.215-232, 1950.
- MCGARITY, J.W.; MYERS, M.G A survey of urease activity in soils of Northern new south wales. **Plant and Soil**, Netherlands, v.27, n.2, p. 217-238, 1967.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALERI, P.A.; GODOY, I.J.; WERNER, J.C.; CURI, S.M.; LOMBARDINETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELLINI, G.S.; BULISANI, E.A. Adubação orgânica, adubo verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação orgânica, adubo verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas, 1984. p. 1-109.
- NAHAS, E.; CENTURION, J.F.; ASSIS, L.C. Efeito das características químicas dos solos sobre os microrganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatases. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, p.49-53, 1994.
- NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D.; SILVA NETO, L.F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.825-831, 2005.
- N'DAYEGAMIYE, A.; TRAN, T.S. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.81, n.4, p.371-382, 2001.
- PALMA, R.M.; ARRIGO, N.M.; SAUBIDET, M.I.; CONTI, M.E. Chemical and biochemical properties as potential indicators of disturbances. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.32, p.381-384, 1999.
- SHANNON, D.; SEN, A.M.; JOHNSON, D.B. A comparative study of the microbiology of soils managed under organic and conventional regimes. **Soil Use and Management**, Oxford, v.18, p.274-283, 2002.
- STAMPFORD, N.P.; ALBUQUERQUE, M.H.; SANTOS, D.R. Aproveitamento do nitrogênio pelo sorgo em sucessão a leguminosas incorporadas em diferentes épocas de corte. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n.2, p.221-227, 1994.
- STARK, C.H.; CONDRON, L.M.; O'CALLAGHAN, M.; STEWART, A.; DI, H.J. Differences in soil enzyme activities, microbial community structure and short-term nitrogen mineralisation resulting from farm management history and organic matter amendments. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.40, p. 1352-1363, 2007.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LATORRACA, S.; MAGALHÃES, F.M.M.; OLIVEIRA, L.; PEREIRA, R.M. Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v.12, n.1, p.15-22, 1982.
- SYLVIA, D.M.; HARTEL, P.G.; FUHRMANN, J.J.; ZUBERER, D.A. Principles and applications of soil microbiology. New Jersey: **Pearson Prentice Hall**, 2005. 640p.
- VARINDERPAL-SINGH; DHILLON, N.S.; RAJ-KUMAR; BRAR, B.S. Effect of incorporation of crop residues and organic manures on adsorption/desorption and bio-availability of phosphate. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v.76, n.1, p. 95-108, 2006.
- VIEIRA, F.C.S.; NAHAS, E. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures. **Microbiological Research**, Jena, v.160, p.197-202, 2005.
- WATANABE, F.S.; OLSEN, S.R. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.29, p.677-678, 1965.