

BIOMASSA MICROBIANA E MICORRIZAS EM MUDAS DE CAFEIEIRO PRODUZIDAS EM SUBSTRATO CONTENDO LODO URBANO E RESÍDUOS VEGETAIS

COLOZZI-FILHO, A.¹; COLOZIO, K.J.C.²; CHAVES, J.C.D.²; FERREIRA, T.L.³ e ANDRADE, D.S.²

-Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ, CBP&D-Café-

¹ Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, Caixa Postal 481, CEP 86001-970, Londrina, PR, <acolozzi@pr.gov.br>; ² Pesquisador do IAPAR, Londrina, PR; ² Pesquisador do IAPAR, Londrina, PR; ³ Aluno de Graduação da UNOPAR, Bolsista do CNPq, Londrina, PR; ² Pesquisadora do IAPAR, Londrina, PR.

RESUMO: O lodo de esgoto urbano, por ser rico em compostos organominerais, tem sido sugerido como fertilizante em substratos para formação de mudas. Entretanto, devido à sua elevada carga orgânica e composição química variável, seus efeitos sobre a biota do solo são pouco conhecidos. Nesse contexto, avaliou-se o efeito do uso do lodo urbano higienizado no substrato para a produção de mudas de cafeeiro, sobre a biomassa microbiana do solo e a micorrização (esporulação no solo e colonização) do cafeeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se um solo ácido (Led) incubado em vasos com capacidade para 3,5 dm³, com lodo, calcário dolomítico e resíduos vegetais. Os tratamentos basearam-se na quantidade de lodo para neutralizar 0,5, 1,0 e 2,0 vezes a acidez extraída (H+Al). O lodo (L) foi aplicado isoladamente e associado à palha de café (PC) e guandu (G), na relação de volume 14:1 (solo:resíduo). A testemunha constou de calcário, para neutralizar 1,0 vez (100%) a acidez extraída. Todos os tratamentos receberam P e K para elevar os teores em 150 mg.dm⁻³ e 4,0 mmol_c.dm⁻³. Uma semana depois da incubação, plantou-se uma muda de cafeeiro da variedade Catuaí em cada vaso, que foram conduzidas por seis meses. Ao final desse período, avaliaram-se o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana do solo, a diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares e sua esporulação no solo, e a colonização radicular do cafeeiro. A adição de palha de café e de resíduos de guandu aumentou o carbono e o nitrogênio microbianos, a colonização radicular do cafeeiro por fungos micorrízicos e sua esporulação no solo, sendo esse efeito dependente da quantidade de lodo adicionado.

Palavras-chave: microrganismos do solo, atividade microbiana, fungos micorrízicos arbusculares, *Coffea arabica* L.

SOIL MICROBIAL BIOMASS AND COFFEE SEEDLINGS COLONIZATION BY MYCORRHIZAL FUNGI IN FUNCTION OF TREATED URBAN SLUDGE, LIME AND PLANT RESIDUES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of treated urban swage sludge (lime treated) and plant residues on microbial biomass, mycorrhizal fungi spores and colonization status of coffee seedlings. A greenhouse experiment was carried out by using an acid Oxisol incubated in plastic pots (3.5 dm³ capacity) with swage sludge, dolomitic lime and plant residues. The control was lime at a rate to neutralize 100% of the total extractable soil acidity. The sludge was added in amounts equivalents to neutralize 0.5, 1.0 and 2.0 time the total extractable soil acidity (H+Al). The treated urban swage sludge was applied alone and associated with coffee bean straw and with pegeonpea (*Cajanus cajan*) residues at a rate of 14:1 (soil:residue), volume base. All treatments received P and K fertilizers up to a level of 150 mg

dm⁻³ and 4 mmol dm⁻³, respectively. After one-week incubation of soil with amendments a coffee seedling (Catuai cultivar) was planted and conducted for six months. Microbial biomass (C and N), mycorrhizal fungi spores and coffee roots colonization were evaluated. Increasing the mix sludge with coffee bean straw residues increased both coffee roots colonization by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and microbial biomass (C and N). The percentage of coffee roots colonized by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi increased with treated urban sludge addition and this effect was higher when associated with coffee bean straw and with pegeonpea (*Cajanus cajan*) residues. We conclude that the addition of treated urban swage sludge to neutralize soil acidity altered the colonization of roots of coffee and microbial biomass.

Key words: soil microorganisms, microbial activity, vesicular arbuscular mycorrhizal fungi, lime, pegeonpea, *Coffea arabica* L.

INTRODUÇÃO

O manejo e a reciclagem dos resíduos urbanos, agrícolas e industriais, produzidos como resultado da atividade humana, se apresentam como um grande e complexo desafio para a humanidade. Embora muito se tenha avançado na captação de resíduos e no desenvolvimento de métodos de tratamento dos subprodutos resultantes, a destinação final desses resíduos tem sido objeto de muito estudo e controvérsia, devido à possibilidade de ocorrência de danos ambientais. Atualmente, o processo utilizado para tratamento de esgotos urbanos envolve operações de estabilização, adensamento, desidratação, secagem e higienização, resultando no Lodo Higienizado. Este é um produto sólido, de composição mineral variável, mas com baixos teores de metais pesados, com aproximadamente 40 a 80% de matéria orgânica e livre de doenças; portanto, com boas qualidades para utilização na agricultura.

O lodo de esgoto como fertilizante orgânico na agricultura, além de atuar como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas, age como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Melo et al., 1994). No entanto, o aproveitamento do lodo requer conhecimentos sobre sua interação com componentes do solo (químicos, físicos e biológicos) e as plantas (Hue et al., 1988). De acordo com Sommers & Giordano (1984), existem restrições ao uso do lodo ligadas à sua origem, como patógenos, sais solúveis, metais pesados e compostos orgânicos persistentes. O lodo de esgoto urbano pode conter diferentes quantidades de metais pesados, que podem atingir o solo e alcançar níveis tóxicos para a cadeia trófica. No solo, reações de adsorção, complexação, oxidação-redução e precipitação controlam a disponibilidade e solubilidade dos metais. Para controlar ou diminuir a presença de metais pesados no lodo, são feitas aplicações de calagem ainda na estação de tratamento de esgoto, ou a adição de esterco ou o cultivo de adubos verdes a campo, que diminuem a solubilidade e disponibilidade de metais pesados (Miyazawa et al., 1999).

O efeito da adição de lodo de esgoto urbano sobre as propriedades biológicas do solo tem sido objeto de estudos, uma vez que a biota é o principal agente de transformação da matéria orgânica no solo, pelos processos de mineralização e imobilização dos nutrientes, com reflexos no fluxo de nutrientes e de energia. O lodo adicionado ao solo pode influir diretamente na diversidade microbiana, selecionando espécies e diminuindo a densidade populacional (Miller, 1973), e atuar sobre a biomassa microbiana e sua atividade (Dionísio et al., 1999). Por outro lado, as alterações físico-químicas que a adição de lodo pode promover no solo, como alterações no pH, no espaço poroso e na oxigenação, podem também atuar sobre

a população microbiana, eliminando do solo organismos fundamentais para o sucesso dos cultivos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (Siqueira et al., 1990). Estes fungos se associam às raízes das plantas, colonizando-as, e, através de seu micélio externo produzido no solo, aumentam a área de absorção das raízes, favorecendo principalmente a absorção de P e água pelas plantas (Colozzi-Filho e Siqueira, 1986). Os fungos micorrízicos são particularmente importantes para o cafeeiro porque este é dependente da micorrização, e a simbiose fungos micorrízicos-cafeeiro traz benefícios para a nutrição das plantas e, conseqüentemente, contribui para a produção de mudas vigorosas, mais resistentes aos estresses do transplântio (Colozzi-Filho et al., 1999). No entanto, pouco se sabe dos efeitos da aplicação de lodo urbano no substrato para a produção de mudas de cafeeiro, sobre a biomassa microbiana do solo e as micorrizas. Nesse contexto, este trabalho objetivou estudar os efeitos da aplicação de lodo urbano e resíduos orgânicos de origem vegetal e animal ao substrato para produção de mudas de café, sobre a biomassa microbiana do solo e a população de fungos micorrízicos arbusculares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, utilizando-se um solo ácido (Led) incubado em vasos com capacidade para $3,5 \text{ dm}^3$, com lodo, calcário dolomítico e resíduos vegetais. Os tratamentos basearam-se na quantidade de lodo para neutralizar 0,5, 1,0 e 2,0 vezes a acidez extraída (H+Al). O lodo (L) foi aplicado isoladamente e associado à palha de café (PC) e guandu (G), na relação de volume 14:1 (solo:resíduo). A testemunha constou de calcário, para neutralizar 1,0 vez (100%) a acidez extraída. Todos os tratamentos receberam P e K para elevar os teores em $150 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ e $4,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições. Uma semana depois da incubação, plantou-se uma muda de cafeeiro da variedade Catuaí em cada vaso. As plântulas foram obtidas de sementes pré-germinadas em germinador de areia e transplantadas para o vaso na fase de orelha de onça. A umidade dos vasos foi mantida em torno de 60% da capacidade de campo, através de irrigações periódicas. O experimento foi conduzido por seis meses. Ao final deste período, avaliaram-se o carbono da biomassa microbiana (C-CO₂), pelo método da fumigação-incubação (Jenkinson & Powlson, 1976), e o nitrogênio da biomassa microbiana, pelo método de fumigação-extração (Jenkinson & Powlson, 1976), seguido da extração em K₂SO₄ (Brookes et al., 1985). Os FMA foram avaliados através da extração e contagem de esporos no solo (Gerdeman & Nicoloson, 1963), como sumarizado em Colozzi-Filho & Balota (1994). A identificação das espécies de FMA foi realizada baseando-se em características morfológicas dos esporos, segundo Schenck & Perez (1987). A micorrização foi determinada em raízes, coradas segundo Philips & Hayman (1973), quantificando-se o percentual de raízes colonizadas através do método da intersecção em placas, conforme Giovannetti & Mosse (1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados de carbono da biomassa microbiana do solo. Observou-se aumento no carbono microbiano em função da correção da acidez promovida pela adição de lodo ao solo, sendo esse efeito equivalente ao observado quando a correção foi realizada pelo calcário. A adição de lodo ao substrato parece estimular a biomassa mais em função de sua capacidade de corrigir o pH do solo do que pela carga orgânica que adiciona. No tratamento onde o lodo foi adicionado em dosagem

equivalente à metade do calcário necessária para neutralizar 100% da acidez total, observou-se menor biomassa microbiana. Quando a dose de lodo adicionada foi a equivalente ao dobro daquela necessária para neutralizar 100% do H+Al, nenhum incremento na biomassa foi observado (Figura 1). A adição de resíduos vegetais teve efeito diferenciado sobre a biomassa microbiana do solo; para a palha de café, esse efeito foi altamente influenciado pela capacidade de correção de pH do lodo. A palha de café, quando adicionada com metade da dose de lodo, estimulou a biomassa microbiana, observando-se grande aumento no carbono microbiano em relação ao observado nas parcelas onde apenas calcário ou lodo foram adicionados (Figura 1). É possível que, no tratamento onde a palha de café foi misturada com lodo 50%, por ser a palha um resíduo com alta concentração de celulose, tenha-se estimulado fungos decompositores, que têm mais atividade em pH ácido. Quando a acidez foi corrigida pela adição de mais lodo (dose L1), a biomassa foi bastante reduzida. O aumento na biomassa observado na dose maior de lodo + palha de café indica a possibilidade de mudanças na população microbiana, desenvolvendo-se decompositores mais adaptados a pH elevado. Entretanto, esta hipótese precisa ser mais bem investigada. A adição de lodo + guandu estimulou a biomassa microbiana, independentemente da quantidade de lodo adicionada. O guandu é um material de fácil decomposição, com relação C:N bastante estreita, o que favorece a atividade microbiana e atenua os efeitos provocados por variações do pH do meio.

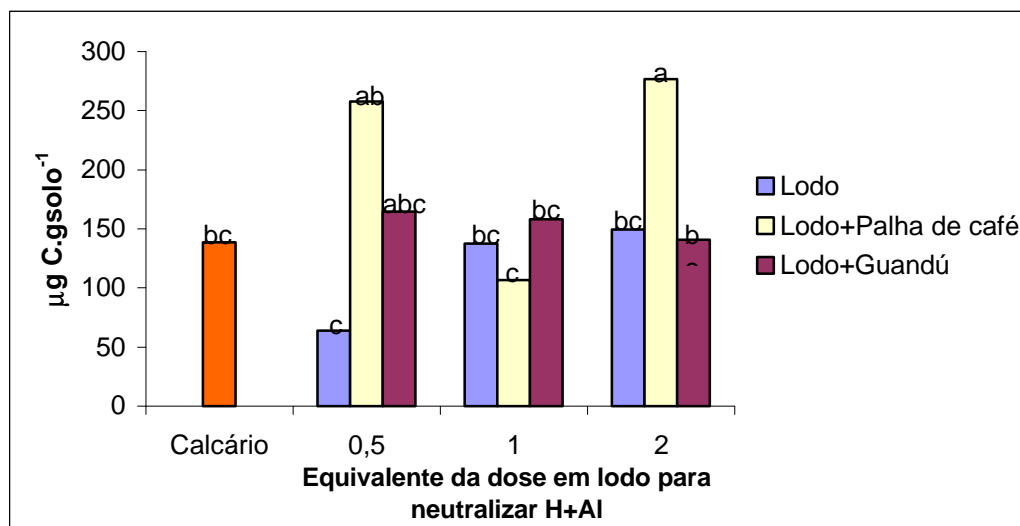


Figura 1 - Carbono da biomassa microbiana em solo para produção de mudas de cafeeiro fertilizado com lodo de esgoto e resíduos vegetais. Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% pelo teste de Duncan.

Na Figura 2 são apresentados os resultados de nitrogênio da biomassa microbiana do solo. Observou-se aumento no nitrogênio microbiano em função da correção da acidez promovida pela adição de lodo ao solo e pela adição de resíduos orgânicos. Para a palha de café, o efeito da correção da acidez do substrato promovida pela adição do lodo aumentou a biomassa microbiana, determinada pelo N microbiano, provavelmente por favorecer a atividade de amonificadores e nitrificadores e promover relação C:N mais favorável à atividade microbiana neste substrato. A mistura de resíduos de guandu não promoveu alterações significativas no N microbiano, provavelmente por ser um resíduo naturalmente com maior quantidade de N (Figura 2).

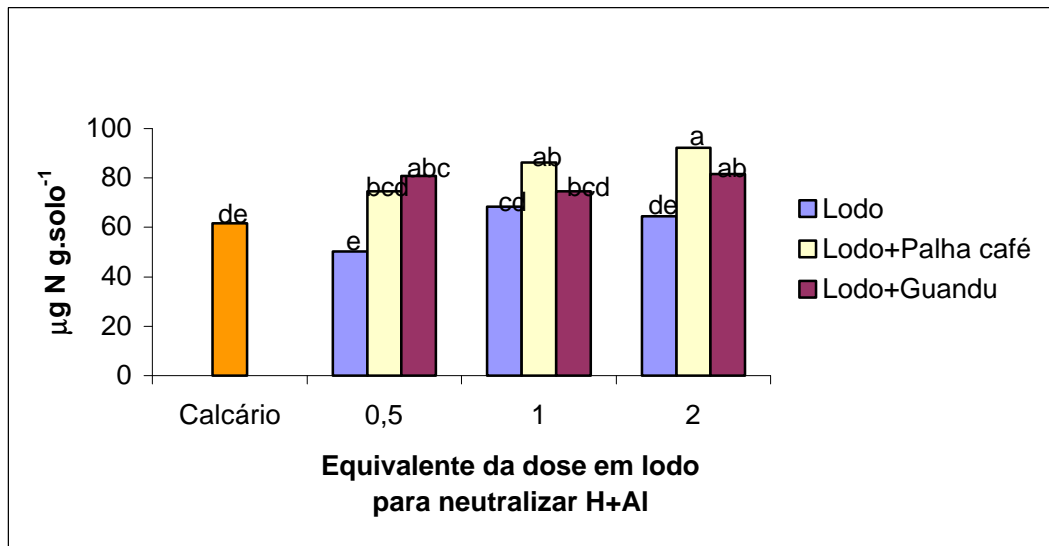


Figura 2 - Nitrogênio da biomassa microbiana em solo para produção de mudas de cafeeiro fertilizado com lodo de esgoto e resíduos vegetais. Médias de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5% pelo teste de Duncan.

Os resultados da colonização radicular das mudas de cafeeiro por fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são apresentados na Figura 3. A correção da acidez e a adição de palha de guandu diminuíram a colonização radicular, sendo esse efeito atenuado pela adição de palha de café. Segundo Colozzi-Filho (1986), a colonização radicular é um processo regulado pela planta hospedeira e dependente da fertilidade do substrato. Em condições mais adequadas para seu desenvolvimento, há uma redução na colonização radicular, como consequência da menor dependência da planta à simbiose. Também a esporulação dos fungos micorrízicos no solo foi maior na menor dose de lodo adicionada e quando se adicionou palha de café (Figura 4). A esporulação é uma estratégia do fungo para se manter no solo, uma vez que os esporos são estruturas de resistência. Realmente, neste experimento menor número de esporos foi observado quando se corrigiu a acidez do solo e quando se adicionou resíduo de guandu, que possui relação C:N mais adequada para a decomposição e reciclagem de nutrientes no solo, com reflexos positivos sobre o desenvolvimento das plantas e sobre a micorrização.

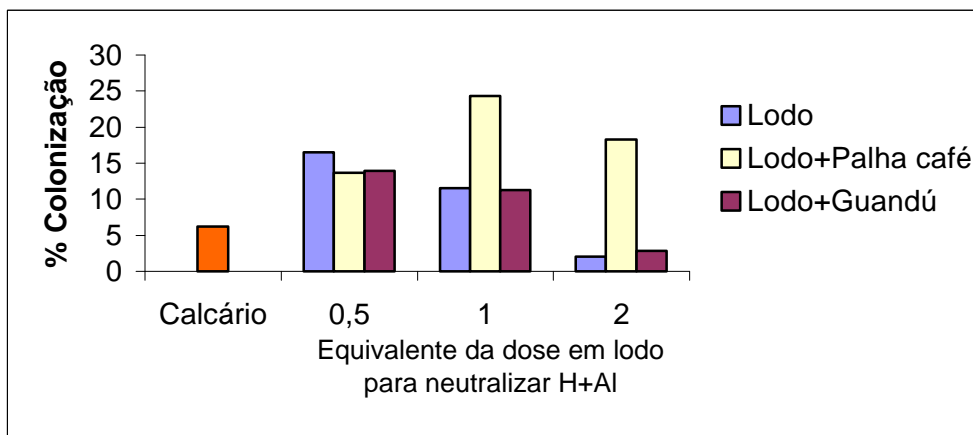


Figura 3 - Colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiro cultivado em solo misturado com lodo de esgoto e resíduos vegetais. Médias de cinco repetições.

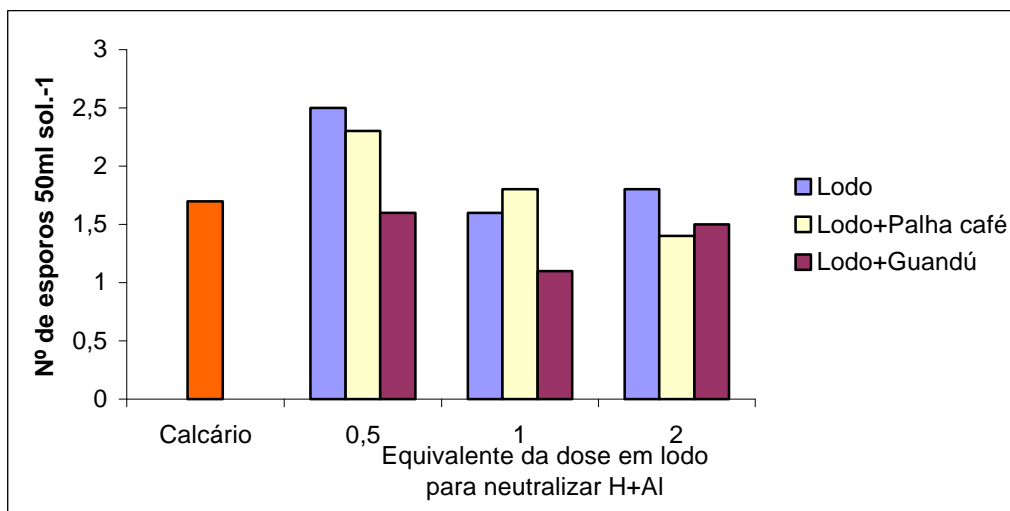


Figura 4 - Esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de cafeeiro em substrato contendo lodo de esgoto e resíduos vegetais. Médias de cinco repetições.

CONCLUSÕES

- A adição de lodo e resíduos vegetais (palha de café e guandu) alterou a biomassa microbiana do solo, sendo esse efeito dependente da quantidade de lodo e do tipo de resíduo vegetal utilizado.
- Lodo mais palha de café foi a mistura que mais estimulou a biomassa microbiana do solo e a colonização radicular do cafeeiro por fungos micorrízicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. 1999. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **R. Bras Ci. Solo**, v. 22, p.641-649.
- COLOZZI-FILHO, A. & BALOTA, E.L. 1994. Micorrizas arbusculares. In: Hungria, M. & Araújo, R.S. **Manual de Métodos Empregados em Estudos de Microbiologia Agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.383-418.
- COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. & ANDRADE, D.S. 1999. Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (Ed). **Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Lavras. p.487-508.
- DIONÍSIO, J.A., RIOS, E.M., MARTINS, K.F. & RESSETTI, R.R. 1999. Efeito do lodo de esgoto na densidade populacional de organismos do solo. IN: **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba, Sanepar, p.193-204.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v.46, p.235-246.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Cambridge, n.84, p.489-500.
- HUE, N.V.; SILVA, J.A. & ARIFIN, R. 1988. Sewage sludge-soil interactions as measured by plant and soil chemical composition. **J. Environ. Qual.**, v.17, n.3, p.380-390.

- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SANTIAGO, G.CHELLI, R. A. & LEITE, S.A. S. 1994. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, n.18, p.449-455.
- MIYAZAWA, M., GIMENEZ, S.M.N., FERNADES, F., OLIVEIRA, E.L. DE & SILVA, S.M.C.P. 1999. Efeito do lodo de esgoto nos teores de metais pesados no solo e planta. IN: **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba, Sanepar, p.204-224.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British of Mycological Society**, Cambridge, v.55, n.1, p. 158-60.
- SOMMERS, .E. & GIODARNO, P.M. 1984. Use of nitrogen from agricultural, industrial and municipal wastes. In: HAUCK, R.D. (ed.). **Nitrogen in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, P.208-218.
- SCHENCK, N.C. & PEREZ, Y. 1987. **Manual for identification of VA micorrizas fungi**. INVAM, Gainesville, Florida, 245p.
- SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A. 1986. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **R. Bras. Ci. Solo**, 10:207-211.
- SIQUEIRA, J.O.; ROCHA-JUNIOR, W.F.; OLIVEIRA, E. & COLOZZI-FILHO, A. 1990. The relationship between vesicular-arbuscular mycorrhiza and lime: Associated effects on the growth and nutrition of brachiaria grass (*Brachiaria decumbens*). **Biol. Fert. Soils**. 10:65-71.