

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

# QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA

MAÍRA DE EMÍLIO MARTINS<sup>1</sup> E DANIELA TIAGO DA SILVA CAMPOS<sup>2</sup>

Recebido em 02.05.2011 e aceito em 27.10.2011

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus da UFMT, Cuiabá, MT, CEP: 78060-950 maira.emilio@gmail.com

<sup>2</sup> Professora Dra. Laboratório de Microbiologia do Solo, UFMT, Cuiabá, MT, CEP: 78060-950, camposdts@yahoo.com.br

---

**RESUMO:** A vinhaça tem sido utilizada na fertirrigação e esta gera tanto impactos positivos como negativos ao solo. A qualidade do solo é avaliada pelo uso de indicadores físicos, químicos e biológicos. O critério para o uso de um parâmetro como indicador do solo é a sua capacidade de interferir nos processos ecológicos, integrar as propriedades físicas, químicas e biológicas, além de ser facilmente utilizável por especialistas, técnicos e agricultores. Neste sentido, os microrganismos se enquadram nesses critérios, podendo ser utilizados como sensíveis indicadores da qualidade do solo. Sendo assim, este trabalho objetivou realizar uma revisão sobre a qualidade microbiológica do solo sob fertirrigação com vinhaça.

**Termos para indexação:** Indicadores biológicos; biomassa microbiana; efluente

### MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOIL FERTILIZED WITH VINASSE

**ABSTRACT:** The vinasse has been used in fertigation and this generates both positive and negative ground. Soil quality is evaluated by the use of physical, chemical and biological indicators. Soil quality is assessed using indicators of physical, chemical and biological agents. The criterion for using a parameter as an indicator of soil is its capacity to interfere with ecological processes, integrating the physical, chemical and biological properties, beyond being easily usable by specialists, technicians and farmers. In effect, the microorganisms fit these criteria and can be used as sensitive indicators of soil quality. Thus, this study aimed to perform a review of the microbiological quality of the soil under irrigation with vinasse.

**Index terms:** Biological indicators, microbial biomass, effluent

---

## INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, o governo federal conferiu um estímulo relevante à produção de álcool como combustível, iniciado com o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) que na década de 80, gerou um crescimento vigoroso em investimentos, subsídios e produtividade; em vista disto, as áreas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) vêm aumentando continuamente, sobretudo na região Centro-Oeste do Brasil (Coelho et al., 2007). Esse aumento na produção, em função principalmente do aumento do consumo de álcool em decorrência da tecnologia flex, contribui para o crescimento da demanda nacional e internacional e para o deslocamento da produção do Estado de

São Paulo para outras regiões.

Concomitantemente ao aumento da produção de álcool, é também acrescida à produção de vinhaça, um subproduto oriundo da sua fabricação. Subprodutos orgânicos provenientes de processos industriais representam uma importante fonte de nutrientes, especialmente para a adubação orgânica. A este respeito, a vinhaça é de grande interesse agrícola devido a sua composição rica em matéria orgânica, N e K (Madejon et al., 2001).

Avaliar a qualidade do solo permite prever danos ao ambiente, subsidiar discussões sobre a continuidade de um manejo, descobrindo pontos fortes e fracos, que podem fortalecer sobre a importância da biodiversidade em sistemas de produção, além de contribuir para a readequação de práticas culturais que visem à conservação do solo (Doran & Parkin, 1996).

O uso de parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo tem sido recomendado devido ao íntimo contato estabelecido entre os microrganismos e os microambientes do solo (Mummey et al., 2006). A este respeito, o objetivo desse trabalho foi revisar sobre a qualidade microbiológica do solo sob fertirrigação com vinhaça.

### **Vinhaça**

Os principais subprodutos ou resíduos da indústria de álcool são o bagaço (resíduo sólido) e a vinhaça (resíduo líquido). Para cada tonelada de cana de açúcar obtêm-se 12 litros de álcool, 94kg de açúcar, 250kg de bagaço e 156 litros de vinhaça (Gunkel et al., 2007). Dessa forma, para cada litro de álcool produzido, são produzidos 13 litros de vinhaça.

A vinhaça é um material com cerca de 2 a 6 % de constituintes sólidos, onde se destaca a matéria orgânica, em maior quantidade. Em termos minerais apresenta quantidade apreciável de potássio e médios de nitrogênio, cálcio e magnésio (Freire & Cortez, 2000). Do ponto de vista de manejo, a reciclagem dos resíduos agrícolas é uma maneira de fazer uso eficaz dos resíduos orgânicos de diferentes origens, podendo estes ser de origem agrícola (chorume, estrume de animais) (Moreno-Caselles et al., 2002), urbano (compostagem, lodo de esgoto) (Doelsch et al., 2006) e agroindustrial (vinhaça) (Tejada & Gonzalez, 2005).

A utilização da vinhaça como fertilizante de forma racional, através da fertirrigação, ocorreu após a ocorrência de desastres ecológicos nos cursos d'água. Só a partir disso, é que foram desenvolvidos estudos para o seu melhor aproveitamento, no qual vem apresentando efeitos positivos sobre a produtividade agrícola por hectare e prolongando o ciclo da cana. (Freire & Cortez, 2000).

Apesar da grande variabilidade em sua composição química, em termos gerais, a vinhaça apresenta altos valores de matéria orgânica e de potássio, seguindo-se do cálcio e sulfato (teores razoáveis), do nitrogênio, fósforo e magnésio (baixos teores). Em relação aos micronutrientes, o ferro aparece em maior concentração seguindo do manganês, cobre e zinco, em pequenas concentrações (Freire & Cortez, 2000).

A grande vantagem no emprego da vinhaça é que ela possui valor semelhante aos nutrientes da adubação mineral, podendo melhorar a qualidade da matéria orgânica e propriedades físicas do solo como porosidade e capacidade de infiltração (Madejon et al., 2001; Rivero et al., 2004), aumentar a fauna e microflora do solo (Saison et al., 2006) e a produtividade das culturas (Barros, 2008).

A vinhaça pode promover melhoria na fertilidade do solo, no entanto as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, ou seja, as dosagens dependem de acordo com as características do solo. Quando usada em proporções desbalanceadas, acarretam na lixiviação de vários desses íons, sobre tudo nitrato e potássio (Madejon et al., 2001; Silva et al., 2007a).

Além disso, pode-se esperar uma elevação na concentração de sais no solo e um risco potencial de salinização com a aplicação de vinhaça ao longo dos anos, considerando-se a taxa de absorção de K pela planta, sua concentração na vinhaça e a baixa condutividade elétrica (CE) observada no lençol freático, o que indica uma redução na lixiviação (Lyra et al., 2003).

No que diz respeito aos potenciais efeitos negativos, altas doses de vinhaça pode levar a um declínio na biomassa microbiana, a estabilidade estrutural do solo, teores de N e produtividade das culturas (Tejada & Gonzalez, 2005). Além disso, o manejo sustentável da vinhaça exige uma compreensão precisa do carbono e da cinética de mineralização do nitrogênio, uma vez que esse subproduto possui composições e vias de mineralização diferenciadas (Parnaudeau et al., 2006).

### **Microrganismos e qualidade do solo**

O solo é um importante habitat para os microrganismos e estes desempenham um importante papel na decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), catalisando transformações únicas e indispensáveis no ciclo global do carbono e do nitrogênio. A população microbiana existente nos solos representa a forma de vida mais abundante e diversificada no planeta, sendo a diversidade da microbiota do solo extremamente elevada (Torsvik & Ovreas, 2002).

A biomassa microbiana que é considerada a parte viva da matéria orgânica do solo, é um dos componentes que controlam funções chaves no solo. Além de armazenadora de nutrientes, decompositora da matéria orgânica e transformadora de alguns nutrientes disponíveis em outros componentes que são utilizados pelos mesmos, a biomassa microbiana pode servir como indicador rápido de mudanças do solo, revelando a sensibilidade da microbiota a alguma interferência no sistema. Como avaliação da biomassa microbiana é relativamente rápida quando comparada à avaliação direta da produtividade vegetal, esta pode ter ampla aplicação na avaliação da qualidade do solo (Barros et al., 2007).

Recentemente, a necessidade de avaliar as propriedades do solo tem se expandido devido ao crescente interesse em determinar as conseqüências das práticas de manejo na

produtividade da planta e na qualidade do solo em relação à sustentabilidade. O conceito de qualidade do solo (QS) inclui a avaliação das propriedades química, física e biológica do solo e dos processos que digam respeito à capacidade do solo para funcionar efetivamente como um componente de um ecossistema saudável (Liebig et al., 2004; Amado et al., 2007). Uma boa qualidade do solo é importante também para a preservação de outros serviços ambientais essenciais, incluindo o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (Novais et al., 2007).

O uso de parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo tem sido recomendado devido ao íntimo contato estabelecido entre os microrganismos e os microambientes do solo. O entendimento da diversidade microbiana do solo e dos processos ambientais que ela controla, requer o conhecimento profundo de como a diversidade microbiana influencia e é influenciada pelo meio ambiente (Mummey et al., 2006).

Com a aplicação de diferentes tipos de manejos, espera-se uma modificação qualitativa e quantitativa na constituição do solo. Diferentes tipos de manejo podem significar diferentes disponibilidades de substrato que vão determinar, favorecendo ou inibindo, o estabelecimento dos diferentes grupos microbianos (Cardoso et al., 2009).

Na maioria dos solos sujeitos a práticas agrícolas, os nichos ecológicos podem ser afetados pela intervenção nas características físico-químicas ou biológicas. Cada modificação profunda corresponde a uma pressão de seleção, favorecendo alguns componentes da comunidade microbiana e eliminando outros, assim ocorrendo o remanejamento do estado de equilíbrio entre as populações (Mazzetto, 2009).

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas utilizando propriedades genéricas, como a respiração basal dos microrganismos presentes no solo, atividade enzimática, mineralização da matéria orgânica do solo, entre outros, que sob condições controladas de laboratório representam estimativas das funções metabólicas da biomassa microbiana, refletindo sua fisiologia como comunidade total presente no solo (Ananyeva et al., 2008). Muitos autores apontam para a possibilidade de que estas propriedades podem diferenciar práticas de manejo, propriedades do solo e clima (Bending et al., 2004; Gil-Sotres et al., 2005; Marinari et al., 2006; Monokrousos et al., 2006). No entanto, apesar do importante papel dos microrganismos, são poucos os estudos que relacionam a qualidade do solo com atributos microbiológicos, especificamente a diversidade e funcionalidade microbiana.

#### **Vinhaça e os indicadores microbiológicos**

As mudanças no uso do solo associadas ao sistema de manejo, a utilização excessiva de pesticidas e fertilizantes e, recentemente, a aplicação de resíduos urbanos, industriais e agroindustriais tem proporcionado alterações nas propriedades biológicas do solo. Neste sentido,

vários trabalhos utilizando indicadores biológicos já foram realizados para verificar o efeito dessas práticas agrícolas sobre a qualidade do solo (Moreira & Malavolta, 2004; Teixeira et al., 2006; Meleiro et al., 2006; Araújo et al., 2007).

Segundo Glória (1980) a velocidade da decomposição dos resíduos orgânicos varia de acordo com a resistência que ele oferece ao ataque microbiano. A vinhaça é rica em compostos oriundos da lise de células de leveduras e do mosto parcialmente fermentado, constituindo-se em material de fácil decomposição.

De acordo com De Neve & Hofman (2000), Trinsoutrot et al. (2000) e Tejada & Gonzalez (2003a, 2003b, 2004), a biomassa microbiana responde rapidamente, em relação a sua atividade, à adições de C disponíveis. Este fato foi observado no trabalho de Tejada et al. (2006), no qual ao analisar diferentes subprodutos da vinhaça, pode-se observar que o fornecimento de C prontamente metabolizável dos subprodutos orgânicos estudados foi o fator mais influente que contribuiu para o aumento do C-biomassa microbiana (C-BM).

Quanto à biomassa microbiana Tejada et al. (2006), observaram um decréscimo do C-BM em solos onde se aplicou vinhaça, sendo que nas maiores doses, foi onde obtiveram-se os menores teores de C-BM. O contrario ocorreu com a atividade enzimática. Resultados semelhantes foram encontrados em outro trabalho do mesmo autor onde ocorre um decréscimo de 44,9% e 26,2% para C-BM e respiração do solo, respectivamente. Em relação à atividade enzimática altas doses de vinhaça aplicada ocasionaram um decréscimo que variou entre 5,0 e 59,6 % dependendo do tipo de enzima avaliada (Tejada et al., 2007). Da mesma forma, Tejada et al.(2008) relatou uma forte inibição da atividade da desidrogenase, urease,  $\beta$ -glicosidase, fosfatase e arilsulfatase com a aplicação da vinhaça.

O decréscimo da biomassa microbiana e da sua atividade pode ser explicado pelo elevado teor de Na contido na vinhaça de beterraba (Tejada et al., 2006). Uma outra explicação baseia-se numa condição de anaerobiose, que ocorre em função da degradação da estrutura do solo e aumento da densidade do solo em locais onde aplica-se a vinhaça. Segundo Tate III (2002) a concentração de  $O_2$  no solo afeta o estado metabólico das enzimas. O rompimento de agregados do solo gerado pela aplicação da vinhaça altera negativamente a difusão de  $O_2$  bem como a taxa de consumo.

Esse mesmo autor indica que a aplicação de resíduos orgânicos diminui a biomassa do solo. A este respeito, Flieback et al. (1994) e Filip & Bielek (2002) relataram uma diminuição da biomassa microbiana após 10 anos de aplicação de 5 e 15t ha/ ano de lodo de esgoto. Estes autores sugerem que a quantidade de metais pesados neste resíduo poderia contrabalançar os efeitos positivos da matéria orgânica sobre a biomassa do solo.

A aplicação de vinhaça também pode interferir diretamente da liberação de  $CO_2$  para a atmosfera. No trabalho realizado por Santos et al. (2009a) descrevem alterações significativas na

liberação de CO<sub>2</sub> após 60 dias de incubação de um solo aplicado vinhaça, onde verificou-se uma redução na quantidade de CO<sub>2</sub> liberado de 51 e 42,5% nos respectivos níveis de 200 e 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça aplicada. O aumento do tempo de incubação para 120 dias resultou em um aumento de 78,3, 38,7 e 72,6% da liberação de CO<sub>2</sub> para os volumes de 200, 400 e 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça respectivamente.

Solos tratados com vinhaça sofrem um aumento do pH com o tempo de aplicação, sofrendo uma redução considerável nos primeiros dez dias após sua aplicação e, posteriormente, eleva-se abruptamente, podendo alcançar valores superiores a sete; este efeito está ligado à ação dos microrganismos. No momento em que a matéria orgânica contida na vinhaça é incorporada ao solo, ela é colonizada por fungos, os quais a transformam em húmus, neutralizando a acidez do meio preparando, deste modo, o caminho para proliferação bacteriana; assim, quando adicionada como fertilizante, a vinhaça favorece também o desenvolvimento desses microrganismos os quais atuam na mineralização e imobilização do nitrogênio e na sua nitrificação, desnitrificação e fixação biológica, bem como de microrganismos participantes dos ciclos biogeoquímicos de outros elementos (Silva et al., 2007b).

De acordo com Neves et al. (1983), a aplicação da vinhaça tem estimulado visivelmente a população de fungos do solo, principalmente dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, o que pode favorecer um aumento de inóculo de fungos fitopatogênicos, podendo gerar danos a cultura.

No trabalho de Santos et al (2009b) estudando o efeito da vinhaça sobre os microrganismos do solo, detectaram que a população fúngica aumentou significativamente após incubar um solo por 30 dias aplicado vinhaça, enquanto que para actinomicetos o efeito foi o contrário, principalmente para o mesmo tempo de incubação e doses de 600m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

A prática da fertirrigação com vinhaça provoca alterações imediatas nas características biológicas do solo. Lima (1980) constatou aumentos na população microbiana, na taxa de decomposição da matéria orgânica, nitrificação, desnitrificação e fixação biológica do nitrogênio, em amostras de solo com adição de vinhaça e incubadas durante uma semana. Constatou, também, que a respiração, medida pela evolução de CO<sub>2</sub>, aumentou devido ao aumento da população microbiana do solo. Entretanto, efeitos do uso contínuo e/ou de longo prazo devidos à aplicação da vinhaça são desconhecidos.

### CONCLUSÃO

O manejo da vinhaça pode interferir nas propriedades microbiológicas do solo de forma benéfica ou maléfica, dependendo da quantidade de vinhaça aplicada, forma e tempo de aplicação. Os microrganismos do solo são bioindicadores potenciais para a avaliação da qualidade de solos aplicados vinhaça em função das suas características peculiares de atividade bioquímica e metabólica e por serem sensíveis às mudanças no ambiente, proporcionando uma resposta rápida à fatores

adversos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pela concessão de bolsa ao primeiro autor e ao Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C.; CONCEIÇÃO, P.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. Qualidade do solo avaliada pelo "Soil Quality kit Test" em dois experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.1, p.109-121, 2007.

ANANYEVA, N.D.; SUSYAN, E.A.; CHERNOVA, O.V.; WIRTH, S. Microbial respiration activities of soil from different climatic regions of European Russia. **European Journal Soil Biology**, v.44, n.2, p.147-157, 2008.

ARAUJO, A.S.F de; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.66-75, 2007.

BARROS, N.; GALLEGU, M.; FEIJÓ, S. Sensity of calorimetric indicators of soil microbial activity. **Thermochimica Acta**, v.458, n.1-2, p.18-22, 2007.

BARROS, P.B. **Estudo dos efeitos da aplicação da vinhaça na qualidade de solos em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e o uso de indicadores no sistema de produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/5211/1/estudo-dos-efeitos-da-aplicacao-da-vinhaca-na-qualidade-de-solos-em-cultivos-de-cana-de-acucar-saccharum-officinarum-l-e-o-uso-de-indicadores-no-sistema-de-producao/pagina1.html>> Acesso em: 28 set. 2010.

BENDING, G.D.; TURNER, M.K.; RAYNS, F.; MARX, M.C.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biology & Biochemistry**, v.36, n.11, p.1785-1792, 2004.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.6, p.631-637, 2009.

COELHO, S.T.; GUARDABASSI, P.M.; LORA, B.A.; MONTEIRO, M.B.C.A.; GORREN, R.A sustentabilidade da expansão da cultura canavieira. **Caderno Técnico Nacional do Transporte Público**, USP, São Paulo, v.6, p.1-13, 2007.

DE NEVE, S.; HOFMAN, G.. Influence of soil compaction on carbon and nitrogen mineralization of soil organic matter and crop residues. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, n.5-6, p.544-549, 2000.

DOELSCH, E.; DEROCHE, B.; VAN DE KERCHOVE, V. Impact of sewage sludge spreading on heavy metal speciation in tropical soils (Reunion, Indian Ocean). **Chemosphere**, v.65, n.2, p.286-293, 2006.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.) **Methods for Assessing Soil Quality**. SSSA Special Publication 49. Soil Science Society of America, p.25-37 1996.

FILIP, Z.; BIELEK, P. Susceptibility of humic acids from soils with various contents of metals to microbial utilization and transformation. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, n.6, p.426-433, 2002.

FLIEÂBACH, A.; MARTENS, R.; REBER, H.H. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. **Soil Biology & Biochemistry**, v.26, n.6, p.1201-1205, 1994.

FREIRE, W.J.; CORTEZ, L.B. **Vinhaça de cana de açúcar**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, 2000. 203p.

GIL-SOTRES, F.; TRASAR-CEPEDA, C.; LEIROS, M.C.; SEOANE, S. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, n.5, p.877-887, 2005.

GLORIA, P.H. Utilização da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v.86, n.5, p.5-11, 1980.

GLÓRIA, N.A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. **Álcool e Açúcar**, v.4, n.15, p.22-31, 1984.

GUNKEL, G.; KOSMOL, J.; SOBRAL, M. ROHN, H.; MONTENEGRO, S.; AURELIANO, J. Sugar cane industry as a source of water pollution – case study on the situation in Ipojuca River, Pernambuco, Brazil. **Water Air Soil Pollut**, v.180, n.1-4, p.261-269, 2007.

LIEBIG, M. A.; TANAKA, D. L.; WIENHOLD, B. J. Tillage and cropping effects on soil quality indicators in the northern Great Plains. **Soil & Tillage Research**, v.78, n.2, p.131-141, 2004.

LIMA, I.T. **Efeito da aplicação da vinhaça sobre a microflora do solo**. 1980. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980.

LYRA, M.R.C.C.; ROLIM, M.M.; SILVA, J.A.A. Toposequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.525-532, 2003.

MADEJON, E.; LOPEZ, R.; MURILLO, J.M.; CABRERA, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.84, n.1, p.53-65, 2001.

MARINARI, S.; MANCINELLI, R.; CAMPIGLIA, E.; GREGO, S. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. **Ecological Indicators**, v.6, n.4, p.701-711, 2006.

MAZZETTO, A.M. **Atividade e diversidade catabólica da biomassa microbiana do solo alterada pelo uso da terra**. 2009. 105 f. Dissertação (Curso de Pós Graduação em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

MELERO, S.; PORRAS, J.C.R.; HERENCIA, J.F.; MADEJON, E. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil and Tillage Research**, v.90, n.1-2, p.162-170, 2005.

MONOKROUSOS, N.; PAPTAEODOROU, E.M.; DIAMANTOPOULOS, J.D.; STAMOU, G.P. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated Field sites. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, n.6, p.1282-1289, 2006.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1103-1110, 2004.

MORENO-CASELLES, J.; MORAL, R.; PEREZ MURCIA, M.; PEREZ ESPINOSA, A.; RUFETE, B. Nutrient value of animal manures in front of environmental hazards. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, n.15, p.3023-3032, 2002.

MUMMEY, D.; HOLBEN, W.; SIX, J. STAHL, P. Spatial stratification of soil bacteria population, in aggregates of diverse soils. **Microbial Ecology**, v.51, n.3, p.404-411, 2006.

NEVES, M.C.P.; LIMA, I.T.; DOBEREINER, J. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.1, p.131-136, 1983.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. In: LOPES, A.S. E GUILHERME, L.R.G. **Fertilidade do solo**. In: LOPES, A.S. E GUILHERME, L.R.G. (Ed.). Fertilidade do solo e produtividade agrícola. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 42-54. 2007.

PARNAUDEAU, V.; NICOLARDOT, B.; ROBERT, P.; ALAVOINE, G.; PAGE'S, J.; DUCHIRON, F. Organic matter characteristics of food processing industry wastewaters affecting their C and N mineralization in a soil incubation. **Bioresource and Technology**, v.97, n.11, p.1284-1295, 2006.

RIVERO, C.; CHIRENJE, T.; MA, L.Q.; MARTINEZ, G. Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. **Geoderma**, v.123, n.3-4, p.355-361, 2004.

SAISON, C.; DEGRANGE, V.; OLIVER, R.; MILLARD, P.; COMMEAUX, C.; MONTANGE, D.; LE ROUX, X. Alteration and resilience of the soil microbial community following compost amendment: effects of compost level and compost-borne microbial community. **Environmental Microbiology**, v.8, n.2, p.247-257, 2006.

SANTOS, T.M.C.S.; SANTOS, M.A.L.; SANTOS, C.G.; SANTOS, V.R.; PACHECO, D.S. Fertirrigação com vinhaça e seus efeitos sobre evolução e liberação de CO<sub>2</sub> no solo. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.141-145, 2009a.

SANTOS, T.M.C.S.; SANTOS, M.A.L.; SANTOS, C.G.; SANTOS, V.R.; PACHECO, D.S. Efeito da fertirrigação com vinhaça nos microrganismos do solo. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.155-160, 2009b.

SILVA, M.A.S.; GRIEBELER, N.P.; BORGES, L.C. Uso da vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 1, p.108-114, 2007a.

SILVA, V.L.M.M.; GOMES, W.C.; ALSINA, O.L.S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.2, n.1, p.27-32, 2007b.

TATE III, R.L. Microbiology and enzymology of carbon and nitrogen cycling. In: BURNS, R.G., DICKS, R.P. (Eds.), **Enzymes in the Environment**. Marcel Dekker, Inc., New York, p. 227-248, 2002.

TEIXEIRA, K.R.G.; GONÇALVES FILHO, L.A.R.; CARVALHO, E.M.S.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1071-1076, 2006.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions. **European Journal of Agronomy**, v.19, n.2, p.357-368, 2003a.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. **Agrochimica**, v.47, n.1, p.94-102, 2003b.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Effects of application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. **Agronomy Journal**, v.96, n.7, p.692-699, 2004.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. **Journal of Agronomy**, 23:336-347, 2005.

TEJADA, M.; GARCIA, C.; GONZALES, J.L.; HERNANDEZ, M.T. Organic amendment based on fresh and composted beet vinasse: influence on soil properties and wheat yield. **Soil Biology & Biochemistry**, v.70, n.3, p.900-908, 2006.

TEJADA, M.; MORENO, J.L.; HERNANDEZ, M.T.; GARCIA, C. Application of two beet vinasse forms in soil restoration: Effects on soil properties in an arid environment in southern Spain. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.119, n.3-4, p.289-298, 2007.

TEJADA, M.; GONZALES, J.L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A.M.; PARRADO, J. Application of green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: effects on soil properties. **Bioresource Technology**, v.99, n.11, p.4949-4957, 2008.

TORSVIK, V.; OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, v.5, n.3, p.240-245, 2002.

TRINSOUTROT, J.; NICOLARDOT, B.; JUSTES, E.; RECOUS, S. Decomposition in the field of residues of oilseed rape grown at two levels of nitrogen fertilization: Effects on the dynamics of soil mineral nitrogen between successive crops. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, v.56, n.2, p.125-137, 2000.

