

Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Brasil

Silva Júnior, José M. T. da; Tavares, Rodrigo de C.; Mendes Filho, Paulo F.; Gomes, Vânia F. F.
Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com
diferentes adubos orgânicos

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 4, núm. 4, outubro-diciembre, 2009, pp. 378-382

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119012569001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.4, p.378-382, out.-dez., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 437 - 01/08/2008 • Aprovado em 06/07/2009

José M. T. da Silva Júnior¹

Rodrigo de C. Tavares²

Paulo F. Mendes Filho³

Vânia F. F. Gomes³

Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos

RESUMO

A quantificação da microbiota do solo não é tarefa simples e ainda se conhece muito pouco da natureza, quantidade e atividade dos microrganismos edáficos. A respiração basal do solo pode ser utilizada na avaliação da atividade microbiana. Com o objetivo de avaliar o comportamento da respiração basal do solo incubado com matéria orgânica em solo submetido a seis níveis de salinidade, instalou-se um ensaio de respirometria. Foram utilizadas amostras de um Argissolo Amarelo, coletadas na profundidade de 0-20 cm e acondicionadas em potes respirométricos, após a adição de diferentes níveis de NaCl (0 mg; 20 mg; 40 mg; 60 mg; 80 mg e 100 mg). O solo foi adubado com pó de coco e composto orgânico (vermicomposto), na proporção equivalente a 30t ha⁻¹ e adicionado um controle sem adição de matéria orgânica. O ensaio de respirometria foi conduzido até 30 dias de incubação. O C-mineralizado nos solos adubados com matéria orgânica foram maiores do que no solo controle, com resultados mais elevados no solo incubado com pó de coco seco. Estes valores variaram de 42,4 mg cm⁻³ de C-CO₂ no tratamento que recebeu 20 mg de NaCl, e 66,9 mg cm⁻³ de C-CO₂ com aplicação de 100 mg de NaCl. A adubação orgânica aumentou a atividade microbiana e reduziu o efeito prejudicial dos níveis de sódio na atividade dos microrganismos do solo.

Palavras-chave: Respirometria, pó de coco, composto orgânico

Effects of salinity levels in microbial activity of a Yellow Argisol incubated with different organic residues

ABSTRACT

Soil microbiota quantification is not a simple task as we have poor information about the nature and amount of the activity of soil edaphic microorganisms. Basal respiration is a reasonable method of soil microbial activity evaluation. The objective of this work was to evaluate the behavior of soil basal respiration incubated with organic matter and submitted to six levels of salinity, was installed a respirometry assay. Samples of a Yellow Argisol were used and collected at 0 – 20 cm depth, they were packaged to respirometric jars after the receiving different NaCl (0 mg; 20 mg; 40 mg; 60 mg; 80 mg and 100 mg). The soil was fertilized with two types of organic matter, dry coconut dust and organic compost, in proportion relating to 30t ha⁻¹ and added a non addiction control of organic matter. The respirometry assay was conducted to 30 days from incubation. Mineralized C values' in fertilized soils with organic matter were bigger than control soils, with higher results in incubated soils with dry coconut dust. These values ranged from 42,4 mg cm⁻³ de C-CO₂, in the treatment received with 20 mg of NaCl, to 66,9 mg cm⁻³ of C-CO₂, in the treatment with 100 mg NaCl. Organic fertilization increased microbial activity, reducing prejudicial effect of salinity in edaphic microorganisms activity.

Key words: respirometry, dust coconut, organic compost

¹ Engenheiro Agrônomo Autônomo, Rua 43, nº 730, Conjunto Nova Assunção, Vila Velha CEP:60347-820, Fortaleza-CE Fone: (85) 9986-9585. E-mail: junior_tupinamba@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa-MG. Fone: (31) 8668-7027. E-mail: rocatavares@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Campus do Pici - Bloco 807, Fortaleza-CE. CEP 60.021-970. Fone: (85)3366-9692. Fax: (85) 3366-9687. E-mail: mendes@ufc.br; vaniafreire@ufc.br

INTRODUÇÃO

A respiração microbiana é definida como a absorção de O_2 ou liberação de CO_2 pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbios e anaeróbios (Gama-Rodrigues & De-Polli, 2000). O método da respirometria, produção de $C-CO_2$ ou C mineralizável, tem como objetivo medir o quanto de C é respirado pela microbiota do solo em um determinado período de tempo. Esse método baseia-se na captura do $C-CO_2$ liberado de uma amostra de solo em uma solução de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio e sua quantificação por titulação com ácido clorídrico (Mendonça & Matos, 2005).

O desenvolvimento de plantas, bem como dos microrganismos habitantes do solo, é bastante afetado pela salinização, especialmente em regiões áridas e semi-áridas. A salinidade é um problema global, ocorrendo principalmente em regiões áridas e semi-áridas, trazendo sérios prejuízos à agricultura dessas regiões. A salinização dos solos pode resultar do uso incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em áridas. Esse problema tem resultado em abandono das terras por parte dos produtores, principalmente nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro (Freire & Rodrigues, 2009).

Portanto, as principais causas dos processos de salinização das áreas agricultáveis nas regiões áridas e semi-áridas são decorrentes da baixa precipitação pluviométrica, alta evaporação, material de origem dos solos, irrigação mal conduzida, além de drenagem inadequada (Dantas et al., 2006).

A salinização do solo tem sido considerada um dos indicadores de degradação ambiental na região semi-árida ameaçando a sustentabilidade da agricultura. Embora as propriedades químicas e físicas do solo e seus efeitos no crescimento das plantas sejam intensamente investigados, apenas recentemente têm sido realizados estudos envolvendo a atividade microbiana neste ambiente. A diminuição na produção do CO_2 , na atividade enzimática e na biomassa microbiana tem sido constantemente observada em estudos recentes (Yuan et al., 2007; Rietz & Haynes, 2003). O aumento da salinidade, portanto, tem efeito prejudicial em processos biológicos ocorridos no solo como a mineralização do C e N e desta forma, a avaliação da atividade microbiana em solos salinos é de grande relevância.

Em solos salinizados surgem problemas físicos, químicos e biológicos devido à carência de matéria orgânica, dentre os quais se destacam a redução da capacidade de retenção de água, da agregação do solo, baixa capacidade de troca de cátions e da atividade microbiana.

Entre os materiais orgânicos que poderiam ser utilizados para avaliar a respiração microbiana do solo destaca-se o pó de coco, abundante na região Nordeste devido ao grande consumo e representa uma solução para a utilização das cascas do coco descartadas. O pó de coco é um produto obtido no beneficiamento do coco maduro ou verde e a casca de coco é constituída por uma fração de

agregada às fibras. O pó da casca de coco é o material residual do processamento da casca de coco maduro para obtenção da fibra longa (Rosa et al., 2001).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a respiração basal de um solo incubado com diferentes materiais orgânicos submetidos a diferentes níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

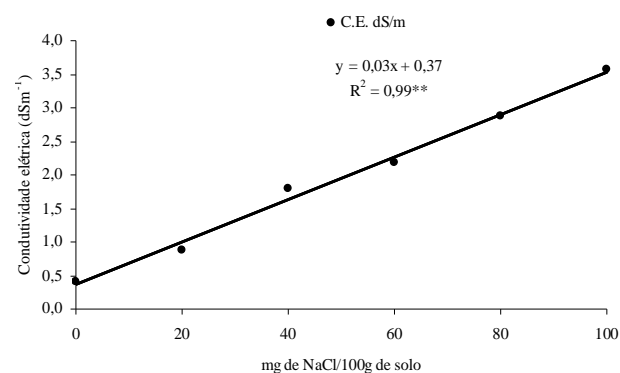
O solo utilizado neste estudo foi coletado no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza-CE, na profundidade de 0-20 cm, e classificado como Argissolo Amarelo (EMBRAPA, 2006). A análise físico-química do referido solo apresentou os seguintes resultados: pH em água 6,0; Ca^{2+} 1,95 $cmol_c\ kg^{-1}$; Mg^{+2} 0,70 $cmol_c\ kg^{-1}$; Na^+ 0,03 $cmol_c\ kg^{-1}$; K^+ 0,10 $cmol_c\ kg^{-1}$; $H^+ + Al^{3+}$ 0,08 $cmol_c\ kg^{-1}$; P 8,0 $mg\ kg^{-1}$; Areia 830 $g\ kg^{-1}$; Silte 80 $g\ kg^{-1}$; Argila 90 $g\ kg^{-1}$; Classe textural Areia franca.

O solo foi incubado com a incorporação, na proporção de 30 t/ha, de dois tipos de matéria orgânica, pó de coco seco e composto orgânico (vermicomposto), cujas análises químicas apresentaram os seguintes resultados:

Vermicomposto - pH 7,4; K^+ 3,0 $g\ kg^{-1}$; Na^+ 0,74 $g\ kg^{-1}$; P total 13,20 $g\ kg^{-1}$; N 6,0 $g\ kg^{-1}$; Relação C/N 35:1.

Pó de coco seco - pH 7,4; K^+ 1,60 $g\ kg^{-1}$; Na^+ 0,74 $g\ kg^{-1}$; P total 0,20 $g\ kg^{-1}$; N 4,8 $g\ kg^{-1}$; Relação C/N 64:1.

Para a indução da salinidade foram utilizados seis níveis de NaCl: 0 mg; 20 mg; 40 mg; 60 mg; 80 mg e 100 mg e, após incubação por 24 horas, a umidade do solo foi mantida próxima da capacidade de campo. Foi medida a condutividade elétrica no extrato de saturação, sendo obtidos os seguintes valores: 0,41 dSm^{-1} ; 0,88 dSm^{-1} ; 1,79 dSm^{-1} ; 2,18 dSm^{-1} ; 2,87 dSm^{-1} ; 3,58 dSm^{-1} (Figura 1).



** Significativo pelo teste t de Student ao nível de 1% de probabilidade

Figura 1. Curva de calibração entre as quantidades de NaCl adicionadas no solo e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

Figure 1. Calibration curve between amounts NaCl added to the soil and the electrical conductivity of the saturation extract

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 X 3, sendo seis níveis de

posto orgânico e o controle sem adubação orgânica, com três repetições.

A capacidade de campo do solo foi medida pelo método do extrator de Richards (EMBRAPA, 1997). Em seguida foram pesados 100g do solo e incubados em potes respirométricos de 1,5 L de capacidade, com tampa vedante. A umidade do solo foi corrigida para 70% da capacidade de campo. Em cada pote respirométrico foi colocado um frasco contendo 20 ml de solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹, para a captura do CO₂ resultante da atividade biológica, formando-se NaCO₃. A solução de NaOH foi trocada periodicamente conforme as épocas de avaliação: 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias de incubação.

A quantificação do carbono liberado na forma de CO₂ (C-CO₂) foi determinada por meio da titulação do NaOH contido nos frascos removidos de cada pote respirométrico, com solução padronizada de HCL 0,25 mol L⁻¹, usando-se como indicador uma solução alcoólica de fenolftaleína (três gotas) e 10 mL de solução de BaCl₂ 0,05 mol L⁻¹, usado com a finalidade de precipitar os carbonatos, evitando-se sua interferência na titulação. Foram utilizados dois potes respirométricos para controle (branco) para descontar o CO₂ que poderia, ainda, estar no sistema. A quantidade de CO₂ liberada da amostra foi obtida pela titulação do álcali residual ou não-reativo, uma vez que todo esse gás é removido sob a forma de BaCO₃.

Os resultados, em mg de CO₂ por 100 g de solo durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento da amostra foram obtidos utilizando-se a seguinte relação:

$$C-CO_2 \text{ (mg)} = (B-V) \times M \times 6 \times (v1/v2)$$

B - Volume do HCl no branco (mL)

V - Volume do HCl gasto na amostra (mL)

M - concentração real do HCl mol L⁻¹

6 - massa atômica do carbono (12) dividido pelo n° de mols de CO₂ que reagem com o NaOH (2)

v1 - volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

v2 - volume de NaOH usado na titulação (mL).

A quantidade total de C-CO₂ produzido representa o somatório dos valores obtidos durante cada amostragem.

Os dados foram interpretados na forma de C-CO₂ acumulado para cada dose de NaCl que foi acrescentada ao solo até 30 dias de incubação. Tais valores foram submetidos à análise de variância e regressão por meio do programa estatístico SAS (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respiração basal do solo tem sido utilizada para avaliar a atividade geral da biomassa microbiana, podendo ser altamente influenciada por diversos fatores no solo como teor de umidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes (Alef, 1995).

Carvalho (2005) relata que na medida em que uma determinada biomassa microbiana se torna eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração maior de C é incorporada à biomassa microbiana, lembrando que as variáveis temperatura e umidade são importantes na formação da

dentes dessa matéria orgânica, assim como da aeração. A quantidade de C mineralizado no solo incubado até 30 dias aumentou em função da adubação com pó de coco seco e vermicomposto em relação ao solo não adubado, independente do nível de salinidade aplicado a cada tratamento.

A maior liberação de C-CO₂ nos solos nos quais foram adicionados o pó de coco seco e composto orgânico deve-se principalmente à incorporação de matéria orgânica e nutriente. Portanto, a diferença verificada entre as quantidades de C-CO₂, liberadas nas amostras adubadas com matéria orgânica, em relação ao controle, indica a contribuição positiva do aporte dos resíduos para a atividade microbiana em condições de solos afetados por sais.

Nos resultados da respiração basal acumulada no período de 30 dias (Figura 2), é possível observar, ainda, que no solo incubado sem adição de matéria orgânica (controle), o menor valor de C-mineralizado foi de 39,9 mg/100 g solo de C-CO₂, obtido no nível de salinidade 1,79 dSm⁻¹. O maior valor, 63,7 mg/100 g solo de C-CO₂, ocorreu no nível de salinidade 3,58 dSm⁻¹. Verifica-se que, quando o solo foi incubado com pó de coco seco, há tendência de aumento significativo de C-mineralizado com o aumento da salinidade, sendo obtido, no nível de salinidade 3,58 dSm⁻¹, o maior valor (66,9 mg/100 g solo de C-CO₂).

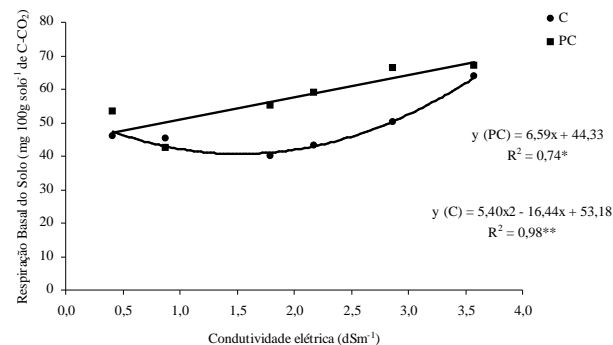


Figura 2. Respiração basal acumulada em um solo incubado por 30 dias em seis diferentes níveis de salinidade. Equações e coeficientes de regressão do Pó de coco (PC) e Controle (C). Significativo pelo teste t de Student, ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade

Figure 2. Basal Respiration accumulated in incubated soil during 30 days, with six salinity levels. Equations and regression of coefficients of Dust Coconut (DC) and Control (C). Significant by Student's test t at 1% (**) and 5% (*) level of probability

Na Figura 3, os resultados indicam que a adubação com composto orgânico aumentou a atividade microbiana em relação ao solo sem adubação (controle). Este aumento, estatisticamente significativo, ocorreu com o aumento no nível da salinidade, sendo que no nível 3,58 dSm⁻¹ obteve-se o maior valor de C-CO₂ (63,2 mg/100 g de solo). Por outro lado, o menor valor ocorreu na salinidade 0,88 dSm⁻¹ e foi 42,4 mg/100 g de solo de C-CO₂.

Garcia et al. (2000) avaliando a influência da adição de resíduo orgânico em amostras de solo da região do semi-árido

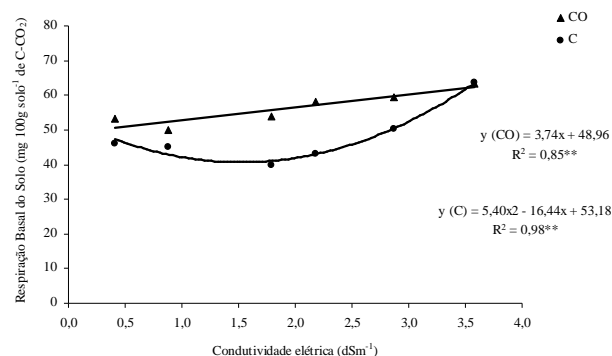


Figura 3. Respiração basal acumulada, em um solo incubado por 30 dias, com seis níveis de salinidade. Equações e coeficientes de regressão do Composto orgânico (CO) e Controle (C). ** Significativo pelo teste t de Student, ao nível de 1% de probabilidade

Figure 3. Basal Respiration accumulated in an incubated soil during 30 days with six levels salinity. Equations and regression coefficients of Organic compost (OC) and Control (C). ** Significant by Student's test t at 1% probability level

lação a amostras de solo que não receberam tal resíduo orgânico.

Pesquisa realizada em Jiangsu, China, por Liang et al. (2005), avaliando a adição de matéria orgânica em um solo cultivado com cevada (*Hordeum vulgare* L.) e com salinização induzida através da adição de solução de cloreto de sódio, constataram que a matéria orgânica introduzida no solo pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre a comunidade microbiana. Isto acontece por que com a adição de matéria orgânica ocorre aumento da biomassa microbiana, reduzindo desta forma o efeito negativo da salinidade, mesmo nos níveis elevados (Wichern et. al., 2006). Todavia, mesmo em salinidade muito alta, com condutividade elétrica de 97 dS m⁻¹, foi observada significativa produção de CO₂, indicando que a mineralização ocorre mesmo sob fortes condições salinas.

Os dados obtidos por estes pesquisadores concordam com os resultados apresentados no presente trabalho, quando a incorporação de dois diferentes materiais orgânicos promoveu aumento significativo na atividade microbiana avaliada através da respiração basal do solo.

Na Figura 4, encontram-se os resultados da respiração basal acumulada no solo incubado com pó de coco seco e no solo incubado com composto orgânico. Pode ser observado que para ambos os materiais orgânicos a maior liberação de C-CO₂ ocorreu quando foi adicionado 100 mg de NaCl ao solo, equivalente a uma salinidade de 3,58 dSm⁻¹.

Wichern et al. (2006), estudando o impacto da salinidade na microbiota do solo, incubou amostras que foram coletadas em dois diferentes locais em Heringen – Alemanha, com ou sem a incorporação de palha de milho e com três níveis de salinidade (0, 15, 50 mg NaCl g de solo) durante sete semanas. A salinidade teve efeito prejudicial aos microrganismos do solo, resultando em diminuição da respiração basal. No entanto a adição de matéria orgânica (palha de milho) melhorou a qualidade do solo em condições de salinidade e reduziu

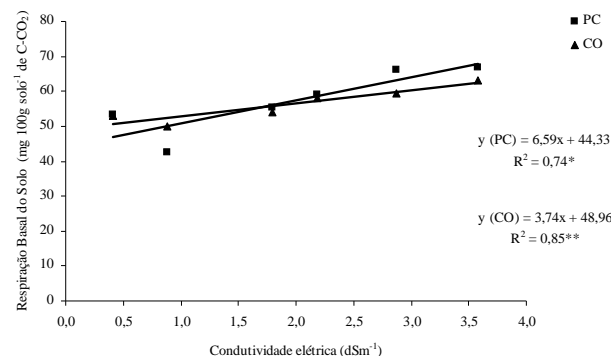


Figura 4. Respiração basal acumulada em um solo incubado por 30 dias com seis níveis de salinidade. Equações e coeficientes de regressão do Pó de coco (PC) e do Composto orgânico (CO). Significativo pelo teste t de Student ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade

Figure 4. Basal Respiration accumulated in incubated soil by 30 days with six levels salinity. Equations and regression coefficients of Coconut Dust (CD) and Organic compost (OC). Significant by Student's test T at 1% (**) and 5% (*) level

al. (2007), o conteúdo de matéria orgânica pode amenizar os efeitos adversos dos sais solúveis.

Todavia, Pereira et al. (2006) estimando a respiração basal de um Argissolo Vermelho-Amarelo do Semi-Árido brasileiro que foi irrigado com rejeito salino durante um ano e três anos, obtiveram valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Quando comparados os resultados apresentados pelos tratamentos que receberam o pó de coco seco e os tratamentos que receberam o vermicomposto, observou-se que a atividade microbiana foi maior no solo incubado com pó de coco (Figura 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva Júnior et al. (2006), onde a respiração basal foi maior no solo que recebeu pó de coco seco comparado ao solo que não recebeu a adubação.

CONCLUSÕES

A incorporação da matéria orgânica ao solo aumenta a quantidade de C-CO₂ mineralizado, mesmo em níveis elevados de salinidade.

A adição de matéria orgânica promoveu redução do efeito negativo da salinidade sobre a atividade dos microrganismos.

LITERATURA CITADA

- Alef, K. Soil respiration. In: Alef, K.; Nannipieri, P. (Ed). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 1995. p. 214-219.
- Carvalho, F. de. Atributos bioquímicos como indicadores da qualidade do solo em florestas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Piracicaba, 2005. 79p. Dissertação

- Chang, E.H.; Chung, R.S.; Tsai, Y.H. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v.53, n.2, p.132-140, 2007.
- Dantas, J.A.; Bezerra Neto, E.; Barreto, L.P.; Santos, M.V.F. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. *Revista Ciência Agromômica*, v.37, n.1, p.97-101, 2006.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos e análise do solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS.Documento, 1)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.
- Gama-Rodrigues, E.F. da; De-Polli, H. Biomassa na ciclagem de nutrientes. In: FERTBIO 2000: Biodinâmica do Solo, Santa Maria, 2000. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000, v.1. p.1-14.
- Freire, A.L. de O.; Rodrigues, T. de J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). *Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v.6, n.2, p.163-173, 2009.
- Garcia, C.; Hernandez, T.; Roldan, A.; Albaladejo, J.; Castillo, V. Organic amendment and mycorrhizal inoculation as a practice in afforestation of soils with *Pinus halepensis* Miller: effect on their microbial activity. *Soil Biology & Biochemistry*, v.32, n.8, p.1173-1181, 2000.
- Liang, Y.; Sib, J.; Nikolicd, M.; Pengb, Y.; Chenb, W.; Jiang, Y. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology & Biochemistry*, v.37, n.6, p.1185-1195, 2005.
- Mendonça, E.S.; Matos, E.S. Matéria orgânica do solo: métodos de análises. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- Pereira, S.V.; Martines, C.R.; Porto, E.R.; Oliveira, B.R.B.; Maia, L.C. Atividade microbiana em solo do Semi-Árido sob cultivo de *Atriples nummularia*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.8, p.757-762, 2004.
- Rosa, M.F.; Santos, F.J.S.; Teles, A.A.M.; Abreu, F.A.P.; Correia, D.; Araújo, F.B. S.; Norões, E.R.V. Caracterização do pó da casca do coco usado como substrato agrícola. *Comunicado Técnico Embrapa Agroindustrial Tropical*, n.54, p.1-6, 2001.
- Rietz, D.N.; Haynes, R.J. Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. *Soil Biology & Biochemistry*, v.35, n.6, p.845-854, 2003.
- SAS. SAS/STAT Institute: user guide, version 6.03. 1988.
- Silva Júnior, J.M.T. da.; Gomes, V.F.F.; Mendes Filho, P.F. Atividade microbiana e desenvolvimento do melão cultivado sob diferentes proporções de pó de coco. *Revista Caatinga*, v.19, n.4, p.369-376, 2006.
- Wichern, J.; Wichern, W.; Joergensen, R.G. Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, v.137, n.1, p.100-108, 2006.
- Yuan, B.C.; Li, Z.Z.; Liu, H.; Gao, M.; Zhang, Y.Y. Microbial biomass and activity in salt affected soils under arid conditions. *Applied Soil Ecology*, v.35, n.2, p.319-328, 2007.