

Caldas caseiras alternativas: efeito na respiração microbiana do solo

Homemade alternative preparations: effect on soil microbial respiration

TEIXEIRA, F. P.¹; CAMPOS, A. N. R.²; FERREIRA, F. M. C.²; MARTINS, G. S. L.³; BENEVENUTO, R. B.²

¹Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Botucatu, Departamento de Horticultura, fabriciopallas@yahoo.com.br. ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), Departamento de Agricultura e Ambiente, andre.campos@ifsudestemg.edu.br; flavia.coelho@ifsudestemg.edu.br; renata.bonfa@yahoo.com.br. ³Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Microbiologia, gustavo.samppaio@gmail.com

RESUMO: Caldas caseiras são muito utilizadas na agricultura como alternativas aos agrotóxicos comerciais para controle de pragas e doenças, embora pouco seja conhecido sobre seu efeito no ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de caldas na respiração microbiana do solo proveniente de culturas anuais e de área de mata. A respiração foi avaliada por titulometria, após tratamento de 40 g de solo com 1 mL das seguintes caldas: alho, pimenta e sabão (APS), leite, extrato de fumo, calda sulfocálcica e água. A aplicação das caldas modificou o padrão de respiração microbiana do solo, tendo as caldas de alho, pimenta e sabão e de extrato de fumo desencadeado estresse mais pronunciado nas populações microbianas. O solo da área cultivada respondeu mais intensa e rapidamente à aplicação das caldas. Conclui-se que as caldas testadas interferem no metabolismo dos micro-organismos do solo, ressaltando a necessidade de mais estudos sobre o tema e de cautela na utilização das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, respiração basal do solo, micro-organismos do solo.

ABSTRACT: Homemade pesticides are widely used in agriculture as alternatives to commercial pesticides to manage pests and diseases, although little is known about its environmental effects. This study aimed to evaluate its effect on microbial respiration of soil from annual crops and forest. The respiration was assessed by titration in 40 grams of soil amended with 1 mL of the following alternative preparations: milk preparation, garlic, pepper and soap (GaPS) extract, tobacco extract, lime-sulfur preparation and water. The application of alternative preparations modified microbial soil respiration patterns. GaPS and tobacco extracts trigger more pronounced stress on microbial populations. Soil from cultivated crops responded more intensely and quickly to the application of alternative preparations. We conclude that home preparations interfere with the metabolism of soil micro-organisms, indicating the urgent need for more studies on at subject, and the need for caution in their use.

KEYWORDS: Agroecology, basal soil respiration, soil micro-organisms.

Introdução

O uso de agrotóxicos na agricultura tem desencadeado problemas, tais como a contaminação ambiental (ARIAS et al., 2007), o envenenamento de agricultores e consumidores (MOREIRA et al., 2002) e o aumento da resistência de patógenos e plantas espontâneas a certos pesticidas, entre vários outros (CHABOUSSOU, 1987). Os sistemas agroecológicos privilegiam o desenho de sistemas de produção integrados e práticas preventivas, evitando-se assim a utilização de agrotóxicos, para minimizar os efeitos negativos sobre o ambiente e a saúde do homem (ALTIERI, 2012).

Hoje, o uso de caldas e extratos é muito utilizado para o controle de pragas e patógenos, principalmente no período de conversão agroecológica de áreas de cultivo convencional (FERNANDES et al., 2008). No entanto, a utilização das caldas se dá principalmente no contexto de simples substituição de insumos (ROSSET e ALTIERI, 1997), o que pode igualmente desencadear problemas ambientais e para a saúde do homem. Em muitos casos, assume-se que estas caldas são inócuas. No entanto podem apresentar ação antimicrobiana e pouco se sabe sobre o efeito destas sobre o ambiente, especialmente sobre a microbiota do solo.

O solo é frequentemente descrito como um componente complexo, vivo e em transformação dentro de um agroecossistema (GLIESSMAN, 2009). No solo, os micro-organismos representam a parte viva e mais ativa de sua matéria orgânica, sendo os responsáveis por processos importantes como a ciclagem biogeoquímica de nutrientes, a decomposição de resíduos orgânicos, intemperização de minerais, fixação biológica do nitrogênio, solubilização de nutrientes, formação da matéria orgânica e estrutura do solo (BRUSSAARD et al., 2007). Assim, os processos microbianos são de fundamental importância para o funcionamento dos sistemas ecológicos de produção, executando funções diretamente relacionadas com sua produtividade e sustentabilidade (DE-POLLI e PIMENTEL, 2005). Como componente mais dinâmico do solo, a microbiota responde rapidamente a alterações ambientais (TÓTOLA e CHAER, 2002). Destaca-se que o mau uso do solo pode afetar a resposta das populações microbianas frente a estas alterações (KASCHUK et al., 2010; MARTINS et al., 2012). Desta forma, a resposta das populações microbianas do solo à aplicação de caldas alternativas pode servir de indicador do efeito destas caldas no ambiente.

Dentre os indicadores de atividade microbiológica do solo, se destaca a respiração basal do solo, que

consiste na medida de produção de CO₂ resultante de atividade metabólica de micro-organismos deste ambiente (HUNGRIA e ARAÚJO, 1994; FERREIRA et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes caldas alternativas na respiração microbiana do solo. proveniente de dois usos do solo comuns na Zona da Mata de Minas Gerais, uma área destinada ao cultivo de culturas anuais e uma área de floresta estacional semidecidual.

Material e métodos

Local de realização do experimento - o experimento foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Solo, pertencente ao IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba. As amostras foram coletadas em duas áreas sobre Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com usos distintos, uma área de plantio de culturas anuais e um fragmento de Mata Atlântica, localizados no município de Rio Pomba, Zona da Mata de Minas Gerais/MG. A área de culturas anuais sofre maior interferência antropogênica. Trata-se de uma área intensamente explorada nos últimos 50 anos, com alta aplicação de insumos, utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Atualmente, é utilizada para o plantio de milho e de feijão. O fragmento de mata apresenta vegetação nativa típica da Mata Atlântica do tipo Floresta Estacional Semidecidual. No passado sofreu intervenções humanas. Desta forma, a vegetação atual caracteriza-se como uma típica floresta secundária, com grande ocorrência de espécies pioneiras.

Coleta, Preparo e Armazenamento das Amostras de Solo - em cada uma das áreas selecionadas para o experimento, foram demarcados aleatoriamente seis pontos para a coleta de amostras de 400 g de solo na profundidade de 0-5 cm. A partir destas, foram constituídas três amostras compostas, das quais 40 g foram utilizadas para as análises de respiração. Destas amostras, foram retiradas subamostras para as análises químicas (Tabela 1). As coletas foram realizadas no mês de maio de 2011. Após a coleta, as amostras de solo foram transportadas para o laboratório e posteriormente peneiradas (2 mm), retirando os fragmentos de animais e vegetais por catação. O solo preparado foi armazenado 4 dias sob refrigeração (5 °C) até a realização das análises de respiração.

Preparo das Caldas - neste experimento, foram utilizadas a calda sulfocálcica, a calda de alho,

Tabela 1. Análise química do solo proveniente das áreas estudadas do município de Rio Pomba-MG.

Variáveis Químicas	Áreas Estudadas	
	Mata	Culturas anuais
pH (H ₂ O)	5,7	6,0
P (mg/dm ³)	4,6	39,9
K (mg/dm ³)	100	166
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	1,50	1,80
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,50	0,80
H+Al (cmol _c /dm ³)	5,4	2,7
Soma de Bases (cmol _c /dm ³)	2,26	3,02
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	7,66	5,72
V (%)	29,5	52,8
MO (dag/KG)	3,87	3,46
P – rem (mg/L)	39,5	38,5

Fonte: Análise química realizada no Laboratório de Análises Químicas de Solo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, segundo método descrito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa (1997).

pimenta do reino e sabão (APS), preparadas conforme o descrito por Fernandes et al. (2008). A calda de extrato de fumo foi preparada conforme o descrito por Gonçalves et al. (2004). A calda de leite foi preparada conforme descrito por Bettiol (2004), adicionado 850 mL de leite em 150 mL de água, sendo a solução agitada antes da utilização.

Determinação da Respiração Basal do Solo - a determinação da RBS foi baseada nos procedimentos propostos por Jenkinson e Powlson (1976). A taxa de RBS foi estimada pelo CO₂ liberado a partir de 40 g de solo de cada área, incubado em frascos de 1000 mL hermeticamente fechados e com umidade ajustada para 30% da capacidade de campo. Às amostras dos dois usos de solo, foi adicionado 1 mL das caldas descritas no tópico anterior, sendo utilizado como controle a adição de 1 mL de água. O CO₂ foi capturado por solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹, quantificado por titulação com HCl 0,25 mol L⁻¹ em intervalos de 24 horas por 10 dias. A taxa de respiração acumulada foi expressa em mg de CO₂, conforme descrito por Alef et al. (1995).

Análises Estatísticas - utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, 2 usos do solo e 5 tratamentos com caldas alternativas. A avaliação da respiração basal nos solos provenientes de dois usos submetidos ao tratamento com as caldas ao longo do tempo foi realizada por meio da análise de regressão. A análise da respiração basal do solo

acumulada após 240 horas de incubação foi realizada por meio de análise de variância, seguida de agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussões

Este estudo demonstrou que as caldas alternativas alteram as taxas de respiração microbiana do solo. O solo proveniente de área destinada a culturas anuais respondeu mais rapidamente à aplicação das caldas quando comparada à resposta do solo proveniente da mata secundária (Figuras 1 A e B). O solo da mata mostrou-se mais resistente às modificações nas taxas respiratórias desencadeadas pela aplicação das caldas.

As curvas ajustadas para a respiração do solo submetido à aplicação das caldas ao longo do tempo apresentaram comportamentos que correspondem à modelos lineares e exponenciais (Figuras 1 A e B). A aplicação da Calda APS e de Extrato de fumo resultou em curvas correspondentes ao modelo exponencial em ambos os solos utilizados. Para a calda sulfocálcica, Calda de Leite e para o controle observou-se o modelo linear também nos dois solos avaliados. Observou-se também que as taxas de respiração do solo proveniente da mata variam menos entre os tratamentos com caldas do que as taxas observadas no solo da área agrícola.

Os tratamentos com a calda APS e com o extrato de fumo provocaram aumento na respiração do solo logo nos primeiros dias de incubação, sendo a resposta da primeira análise mais acentuada (Figuras 1 A e B).

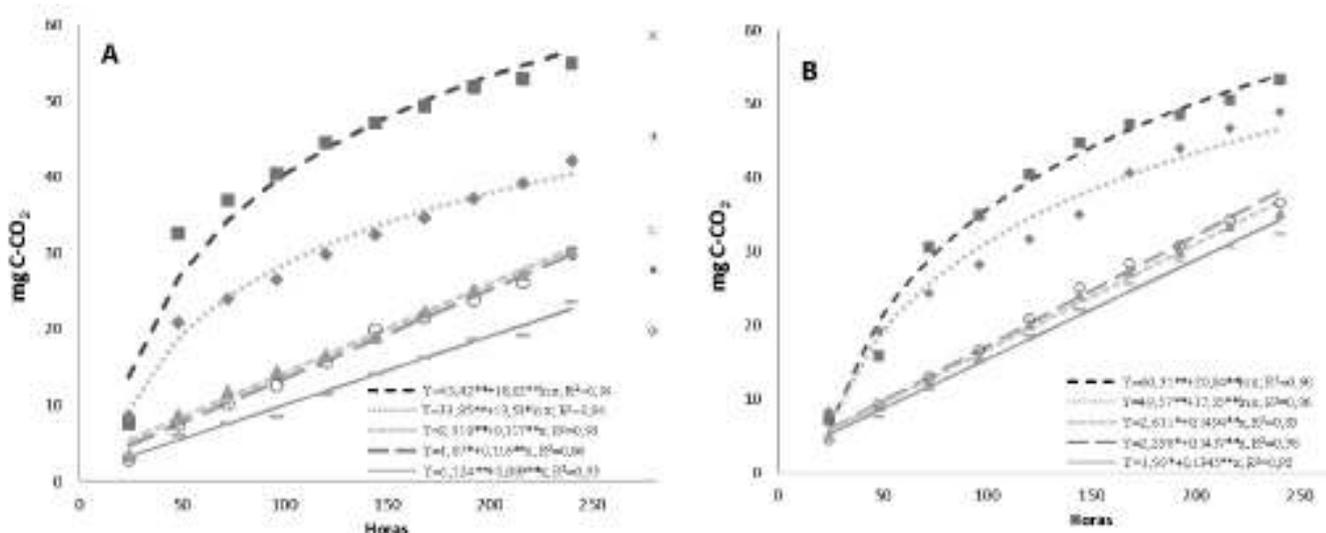


Figura 1. Efluxo acumulado de CO_2 em mg C-CO_2 durante as 240 horas de incubação: (A) Solo proveniente da área de culturas anuais; (B) Solo proveniente da área de floresta. Calda A.P.S.; Extrato de Fumo; Calda de Leite; Calda Sulfofálica e Água como controle. Os símbolos indicam as médias das observações e as linhas os modelos de regressão ajustados. ** significativo à 1% de probabilidade pelo teste F. * significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

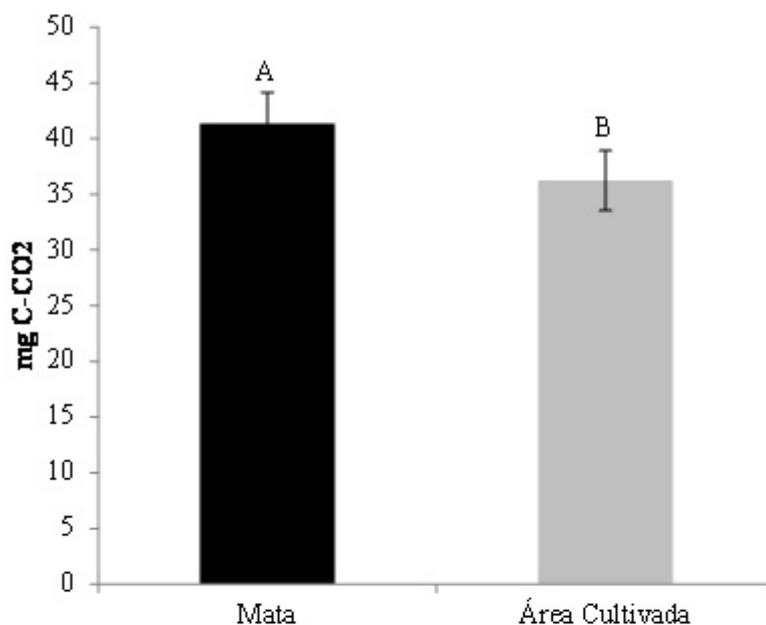


Figura 2. Respiração acumulada em mg C-CO_2 após 240 horas em solo de Área Cultivada e a área de Mata submetidos à caldas alternativas de uso agrícola. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Barras indicam desvio padrão da média. Coeficiente de variação (CV%) = 7,88.

Neste caso, o maior incremento na taxa de respiração foi observado entre 24 e 48 horas para o solo destinado a culturas anuais. Para o solo proveniente da mata, as maiores taxas de incremento foram registradas mais tardiamente, entre 48 e 72 horas.

A análise de variância da respiração acumulada após 240 horas de incubação indicou diferença entre os tratamentos dos usos do solo ($F = 20,8425$; $p < 0,01$) e caldas ($F = 74,4687$; $p < 0,01$). No entanto, a interação destes fatores não foi significativa. A respiração no solo da mata foi maior que a respiração da área cultivada

(Figura 2). Quanto às caldas, verificou-se a maior taxa de respiração para o tratamento com a calda APS, seguida pela calda de extrato de fumo (Figura 3). As caldas de leite e sulfocálcica apresentaram taxas respiratórias inferiores à calda de extrato de fumo, mas superiores ao controle (Figura 3).

A respiração do solo pode ser utilizada para detectar se a aplicação de produtos químicos diversos provoca distúrbios na microbiota do solo (REIS et al., 2008). Neste experimento, verificou-se que a aplicação das caldas APS e de extrato de fumo provocaram alteração

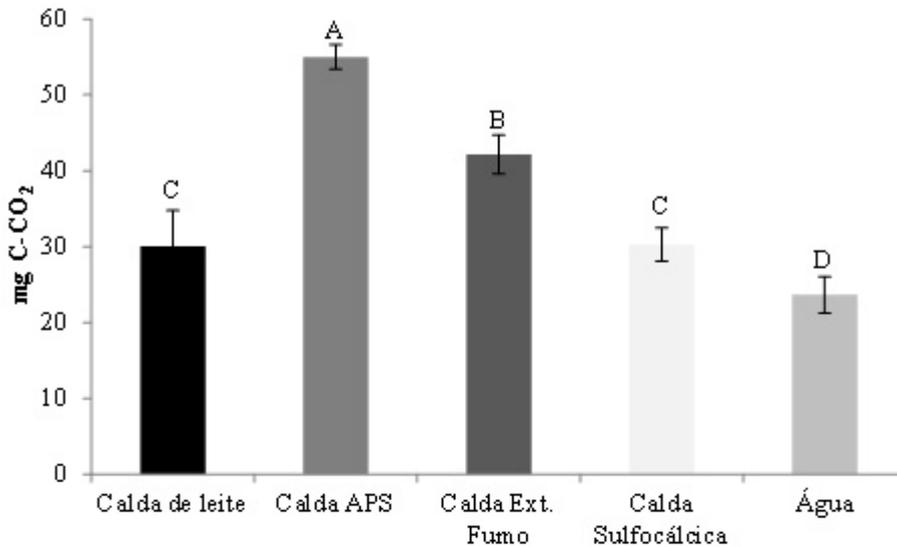


Figura 3. Respiração do solo em mg C-CO₂ acumulada após 240 horas submetidos à caldas alternativas de uso agrícola. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Barras indicam desvio padrão da média. Coeficiente de variação (CV%) = 7,88.

na respiração do solo, deixando o modelo linear para o modelo exponencial. Estas observações estão relacionadas primariamente com a atividade antimicrobiana de alguns componentes presentes nestas caldas, tais como o alho (ISMAIEL e PIERSON, 1990), a pimenta (CARVALHO et al., 2005) e o fumo (ALMEIDA et al., 2009).

Nos tratamentos com as caldas APS e de extrato de fumo a biomassa microbiana do solo direciona mais energia para a manutenção e adaptação celular em resposta à presença dos componentes das caldas (ODUM, 1985 ; EDWARDS, 1989), o que foi indicado pelo aumento inicial na liberação de CO₂. Em estudo semelhante, o impacto da aplicação de herbicidas em cana-de-açúcar foi indicado pela alteração da inclinação das retas que explicavam a respiração microbiana do solo ao longo do tempo (REIS et al., 2008). Dessa forma, o impacto destas caldas sobre a respiração do solo revela alterações no metabolismo dos micro-organismos submetidos à sua presença, indicando uma condição de estresse.

A aplicação das caldas de leite e sulfocálcica também desencadearam, em menor escala, alterações nas taxas respiratórias. Para a calda de leite esta alteração pode ser atribuída ao aumento na quantidade de substratos orgânicos de carbono provenientes do leite e passíveis de utilização pelos micro-organismos do solo. Para a calda sulfocálcica, que apresenta ação fungicida (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2010), o aumento na respiração acumulada pode ser atribuído ao estresse provocado à população fúngica do solo em resposta à calda. Esta última observação indica que a utilização

continuada desta calda pode trazer efeitos negativos para população microbiana do solo.

Verificou-se ainda, uma resposta mais lenta e menos pronunciada da respiração do solo ao longo do tempo e uma maior taxa de respiração acumulada na área da mata em comparação à área cultivada. A respiração do solo é modulada por fatores, tais como as características químicas do solo, a qualidade do material vegetal que é depositado pela cobertura vegetal e a diversidade da população microbiana.

Neste experimento, verificou-se que o uso alterou os níveis de nutrientes do solo, notadamente de K e P. A suplementação de nutrientes no solo pode levar ao aumento na taxa de respiração microbiana do solo (AMADOR e JONES, 1993). No entanto, a aplicação de nutrientes em sua forma solúvel provoca alterações nos sistemas agrícolas, tais como alterações fisiológicas nas plantas e aumento da incidência de pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1987; GLIESSMAN, 2009), que interferem negativamente na atividade microbiana do solo.

Em solos com maior diversidade florística, como a mata, a multitude de material vegetal disponível na superfície ou na rizosfera do solo favorece o desenvolvimento de uma população microbiana diversa (TÓTOLA e CHAER, 2002). A diversidade de plantas altera a composição da população microbiana, estimulando a diversidade de micro-organismos (VARGAS e SCHOLLES, 2000) e fazendo com que o solo seja biologicamente mais ativo e resiliente (CATTELAN et al., 1997; TÓTOLA e CHAER, 2002). Neste contexto, a resposta menos pronunciada a

distúrbios ambientais e à manutenção da atividade microbiana deve-se, também, à maior diversidade metabólica da população microbiana e sua capacidade de metabolizar os compostos presentes nas caldas (JONES e ANANYEVA, 2001).

A microbiota do solo é responsável por diversas funções relacionadas à produtividade e sustentabilidade dos sistemas agroecológicos. No entanto, os resultados apresentados sugerem que a utilização continuada de caldas alternativas pode modificar o metabolismo das populações microbianas, possivelmente desviando a utilização de seus recursos dos mecanismos de promoção do crescimento vegetal para os mecanismos de defesa, adaptação e sobrevivência.

Conclusões

Conclui-se que as caldas testadas interferem no metabolismo dos micro-organismos do solo e que as caldas APS e de extrato de fumo desencadeiam estresse mais pronunciado nestas populações. Dada a carência de estudos que apontem os potenciais impactos ambientais relacionados ao uso de caldas alternativas de uso agrícola, estes resultados ressaltam a necessidade de cautela na utilização das mesmas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, ao MEC-SETEC/MAPA (Apoio à Núcleos de Estudo em Agroecologia) e ao CNPq - Chamada 46/2012 (407082/2012-3) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho

Referências Bibliográficas

- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds.) **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. p.234-245.
- ALMEIDA, T.F. et al. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v.35, p.196-201, 2009.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. São Paulo: Expressão Popular/AS-PTA, 2012. 400p.
- AMADOR, J.A.; JONES, R.D. Nutrient limitations on microbial respiration in peat soils with different total phosphorus content. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.793-801, 1993.
- ARIAS, A.R.L. et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, p.61-72, 2007.
- BETTIOL, W. **Leite de vaca crú para o controle de oídio**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 14)
- BRUSSAARD, L. et al. Soil biodiversity for agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.121, p.233-244, 2007.
- CARVALHO, H.H.C. et al. Atividade antibacteriana em plantas com indicativo etnográfico condimentar em Porto Alegre, RS/Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.7, p.25-32, 2005.
- CATTELAN, A. J. et al. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.293-301, 1997.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da Trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256p.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005. p.17-28.
- EDWARDS, C.A. Impact of herbicides on soil ecosystems. **Critical Reviews in Plant Science**, v.8, p.221-257, 1989
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- FERNANDES, M.C.A. et al. **Defensivos Alternativos**. Programa Rio Rural. Niterói: Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, 2008. 17p. (Manual Técnico, 1)
- FERREIRA, A.P. et al. Impactos de pesticidas na atividade microbiana do solo e sobre a saúde dos agricultores. **Revista Baiana Saúde Pública**, v.30, p.309-321, 2006.
- GLIESSMAN, S.R., **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**, 4 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009. 658p.
- GONÇALVES, P.A.S. et al. Avaliação de biofertilizantes, extratos vegetais e diferentes substâncias alternativas no manejo de tripes em cebola em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.22, p. 659-662, 2004.
- HUNGRIA, M; ARAUJO, R S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 542p.
- ISMAIEL, A., PIERSON, M.D. Inhibition of growth and germination of *Clostridium botulinum* 33A, 40B, and 1623E by essential oil of spices. **Journal of Food**

- Science**, v.55, p.1676-1678, 1990.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.8, p.209-213, 1976.
- JONES, W.J.; ANANYEVA, N.D. Correlations between pesticide transformation rate and microbial respiration activity in soil of different ecosystems. **Biology and Fertility of Soils**, v.33, p.477-483, 2001.
- KASCHUK, G. et al. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.1-13, 2010.
- MARTINS, G.S.L. et al. Respiração basal e induzida por compostos orgânicos de carbono em solos de diferentes agroecossistemas da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Vértices**, v.14, p.189-201, 2012.
- MOREIRA, J.C. et al.. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.7, p.299-311, 2002.
- ODUM, E, P. Trends expected in stressed ecosystems. **BioScience**, v.35, p.419-422, 1985.
- REIS, M.R. et al. Atividade microbiana em solo cultivado com cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v.26, p.323-331, 2008.
- ROSSET, P; ALTIERI, M A. Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. **Society and Natural Resources**, v.10, p.283-295, 1997.
- TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade dos solos. In: NOVAIS, R. F. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 2v. 692p.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. et al. Controle do inóculo inicial para redução dos danos pela podridão-‘olho-de-boi’ em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1044-1054, 2010.
- VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.35-42. 2000.