

## INFLUÊNCIA DE DOSES DE BIOFERTILIZANTE NOS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO NO CULTIVO DA BANANEIRA ‘BRS PLATINA’

**Monikuelly Mourato Pereira**

Dra. em Engenharia Agrícola, UFRB, Cruz das Almas, Bahia. [monikuelly@hotmail.com](mailto:monikuelly@hotmail.com)

**Eugênio Ferreira Coelho**

Prof. Dr. da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.  
[eugenio.coelho@embrapa.br](mailto:eugenio.coelho@embrapa.br)

**Helio Gondim Filho**

Doutorando em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

[helio.gondim91@hotmail.com](mailto:helio.gondim91@hotmail.com)

**Francisco Éder Rodrigues de Oliveira**

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

[ederigt@yahoo.com.br](mailto:ederigt@yahoo.com.br)

### RESUMO

Os microrganismos desempenham papel chave em vários processos importantes, como decomposição da matéria orgânica. A quantificação da atividade microbiana vem sendo utilizada como indicador de alterações e qualidade do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações microbiológicas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, submetido a diferentes doses do biofertilizante tipo ‘Vairo’. O experimento foi realizado com a variedade de banana ‘BRS Platina’ (AAAB), nas condições climáticas do município de Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia pertencente à Embrapa Mandioca e Fruticultura. Foram avaliados os seguintes atributos biológicos: carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico. A dose de 166 mL planta<sup>-1</sup> maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a ‘BRS Platina’.

**Palavras-chave:** Carbono da biomassa microbiana. Biologia do solo. Qualidade do solo.

### ABSTRACT

Microorganisms play a key role in several important processes, such as the decomposition of organic matter. The quantification of microbial activity has been used as an indicator of soil changes and quality. The objective of this work was to evaluate the microbiological alterations in a Typical Dystrocohesive Yellow Latosol, submitted to different doses of 'Vairo' type biofertilizer. The experiment was carried out with the banana variety 'BRS Platina' (AAAB), in the climatic conditions of the municipality of Cruz das Almas-BA. The experimental design used in the experiment was randomized blocks. The treatments consisted of five doses of the biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), with ten useful plants per treatment. The microbiological analyzes were carried out in the Microbiology Laboratory belonging to Embrapa Cassava and Fruticultura. The following biological attributes were evaluated: microbial biomass carbon, soil basal respiration and metabolic quotient. The dose of 166 mL plant<sup>-1</sup> maximized the carbon of the microbial biomass of the soil cultivated with the 'BRS Platina'.

**Keywords:** Carbon from microbial biomass. Soil biology. Soil quality.

## INTRODUÇÃO

Os microrganismos estão presentes no meio ambiente e exercem uma variedade de funções essenciais. A biomassa microbiana é tanto o agente de alterações bioquímicas no solo quanto um repositório de nutrientes vegetais que são mais lábeis do que a maior parte da matéria orgânica do solo (DWIVEDI; SONI, 2011).

Em estudos sobre a atividade microbiana em solos com diferentes tipos de manejo, Hungria et al. (2009) observaram que o aumento da atividade microbiana esteve intimamente ligado à deposição de material orgânico. A aplicação de fertilizante orgânico pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total principalmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). A quantidade desse aumento está associada principalmente com a composição, a frequência de aplicação, e a quantidade do fertilizante orgânico (GUARDINI et al., 2012).

Um dos indicadores utilizados para avaliar a atividade da microbiota do solo é a respiração basal, que representa o CO<sub>2</sub> produzido pela biomassa microbiana durante os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica adicionada ao solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Respiração basal é um parâmetro utilizado para quantificar a atividade microbiana e, indiretamente, a qualidade do solo (SILVA et al., 2014). A avaliação combinada de biomassa microbiana e respiração do solo fornece a quantidade de dióxido de carbono desenvolvido por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ( $qCO_2$ ) (BOECHAT et al., 2012), e são fundamentais para entender melhor o solo submetido à adição de biofertilizantes orgânicos.

Em razão da importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana podem fornecer subsídios para o melhor uso do solo (D'ANDRÉA et al., 2002). Por serem sensíveis às mudanças que ocorrem no solo, os microrganismos são importantes indicadores na avaliação das alterações resultantes de diferentes práticas agrícolas (HUNGRIA et al., 2009). Assim, a avaliação da biomassa e respiração microbiana apresenta-se como um importante subsídio para melhor entender a dinâmica dos processos de transformação dos resíduos orgânicos no solo (SEGATTO et al., 2012).

Do ponto de vista da produtividade do solo, a biomassa microbiana do solo controla os principais processos envolvidos na transformação de nutrientes e ciclagem da manutenção da matéria orgânica do solo e macroagregação para características favoráveis de água e aeração.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações microbiológicas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, submetido a diferentes doses do biofertilizante tipo 'Vairo', na variedade de banana 'BRS Platina'.

## REVISÃO DE LITERATURA

### **Influência da aplicação de biofertilizante nos atributos biológicos do solo**

O biofertilizante bovino líquido apresenta em sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica que atuam não só nas plantas como também sobre a atividade microbiana do solo (BETTIOL et al., 1998).

A aplicação de biofertilizantes pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total particularmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). No entanto, a velocidade deste aumento está associada principalmente com a composição, a frequência, e a quantidade do material aplicado (GUARDINI et al., 2012).

Os valores de CBM indicam o potencial de reserva de C no solo, permitindo mensurar o acúmulo ou perda de C em função do manejo. Quanto maior o valor de CBM, maior será a reserva de C no solo, o que expressa um menor potencial de decomposição da matéria orgânica (FIALHO, 2005).

Em estudo conduzido por Sousa et al. (2014) foi constatado que a aplicação de doses de dejetos suínos (0, 125, 250, 500 kg ha<sup>-1</sup>) favoreceu um incremento na biomassa microbiana. Araújo et al. (2014) avaliaram o efeito de três tipos de biofertilizantes na biomassa e atividade microbiana de um fluvisol cultivado com pimentão e constaram que a aplicação dos biofertilizantes aumentou esses atributos em comparação aos controles (fertilização convencional e não fertilização).

A respiração basal do solo reflete a produção de CO<sub>2</sub> no solo resultante da atividade respiratória de microrganismos, protozoários, nematóides, insetos, anelídeos e raízes do solo. A respiração é um indicador que revela rapidamente alterações nas condições ambientais que porventura afetem a atividade microbiana (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005). No entanto, a interpretação dos dados de respiração basal deve ser cuidadosa, uma vez que o incremento na atividade respiratória pode ser desencadeada tanto pela alta produtividade de um determinado ecossistema quanto pelo estresse advindo de distúrbios ambientais (SILVA et al., 2007).

A análise isolada do carbono da biomassa microbiana (CBM) e da respiração basal do solo (RBS) pode limitar a análise do solo quanto à atividade microbiana; assim, o quociente metabólico, junto com essas variáveis fornecem informações mais adequadas para o entendimento da atividade microbiológica do solo (ALVES et al., 2011).

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) é a razão entre a respiração basal e o carbono da biomassa microbiana, por unidade de tempo (ANDERSON; DOMSCH, 1990). Ele expressa quanto de CO<sub>2</sub> é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo, representando a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (ALVES et al., 2011). O  $qCO_2$  indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo indicador sensível para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI, 2002).

Singh et al. (2015) avaliaram os efeitos de sete combinações de adubos orgânicos (resíduos vegetais, biofertilizante, esterco e vermicomposto) em dois sistemas de cultivo, arroz-trigo e arroz-trigo-feijão, nesse estudo os autores constataram aumento significativo do carbono da biomassa microbiana nas parcelas onde foi aplicada a combinação de esterco, resíduo vegetal e biofertilizante, aumento da respiração basal do solo com a adição das diferentes fontes de adubos orgânicos. Também observaram aumento do  $qCO_2$  em quase todas as combinações de aplicação de adubos orgânicos nos dois sistemas de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e condução experimental

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2016 a julho de 2017. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento.

A cultivar utilizada no estudo foi a 'BRS Platina' (híbrido tetraploide AAAB), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

O biofertilizante foi preparado em reservatórios plásticos com capacidade para 200 L, utilizando-se os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. O biofertilizante foi aplicado via sistema de irrigação por microaspersão, foi utilizado um microaspersor para quatro plantas. Os emissores utilizados foram autocompensantes de vazão de 54 L h<sup>-1</sup>, com raio de ação de cerca de 2,5 metros.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As doses de biofertilizante foram submetidas à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### **Coleta e preparo de amostras de solo para análises biológicas**

A amostragem do solo foi realizada ao final do primeiro ciclo de cultivo. Em cada parcela seis subamostras deformadas formaram três amostras compostas, que foram consideradas como repetição do tratamento. As amostras foram coletadas a 0,30 m de distância da planta e 0,20 m de profundidade com auxílio de um trado tipo holandês. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, posteriormente foram peneiradas (2 mm) e mantidas em câmara fria a 5 °C até a realização das análises.

### **Variáveis analisadas**

#### **Carbono da biomassa microbiana (CBM)**

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi extraído pelo método adaptado da fumigação-extração (FE) segundo Vance et al. (1987). Para a etapa de fumigação, uma amostra de 20 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, e 1 mL de clorofórmio (CHCl<sub>3</sub>) isento de etanol foram transferidos para um recipiente de polietileno de 80 mL e mantidos em incubadora com temperatura controlada de 25 °C durante 24 horas. Posteriormente, o frasco foi aberto e mantido em condição ambiente para aspiração do clorofórmio. Após a fumigação, acrescentou-se 50 mL de sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (0,5 mol L<sup>-1</sup>) com o pH ajustado na faixa de 6,5 a 6,8 e a mistura foi mantida em agitação a 150 rpm por 1 hora utilizando-se agitador com movimento circular horizontal. Após agitação a amostra permaneceu 30 minutos em repouso para decantação e procedeu-se a filtração utilizando filtro de papel de filtragem lenta. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi transferida para tubo tipo Falcon, em

seguida, foram adicionados 3 mL de água destilada, 2,5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> e 2,5 mL de solução sulfopermangânica (KMnO<sub>4</sub> / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A mistura foi mantida por 16 horas em temperatura ambiente e após o tempo de reação, foi efetuada a leitura da absorbância a 495 nm em espectrofotômetro, conforme método descrito por Brookes (1984). O mesmo procedimento foi realizado em amostras que não sofreram fumigação. As análises foram feitas em triplicatas. O fator de conversão (Kc) usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana foi de 0,33 (SPARLING; WEST, 1988). Os teores de CBM foram expressos com base na massa de solo seco em estufa a 105 °C, por 24 h.

Para cálculo do teor de CBM utilizou-se a equação:

$$CBM = \frac{C_F - C_{NF}}{Kc} \quad \text{Eq. (1)}$$

em que,

CBM = carbono da biomassa microbiana (mg kg<sup>-1</sup>);

C<sub>F</sub> = teor de C recuperado nas amostras fumigadas (mg kg<sup>-1</sup>);

C<sub>NF</sub> = teor de C recuperado nas amostras não fumigadas (mg kg<sup>-1</sup>);

Kc = fator de conversão usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana (0,33).

### Respiração basal (RB)

A quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberada pela biomassa microbiana por unidade de tempo foi considerada como sendo a respiração basal (RB) do solo, que foi medida segundo metodologia adaptada de Anderson (1982). Para isso, uma amostra de 100 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, foi transferida para um frasco de vidro de 500 mL tipo Schott. O frasco hermeticamente fechado foi mantido em incubadora a 25 °C por três dias. Após esse período o frasco foi mantido aberto em temperatura ambiente desde o início da manhã até o final do dia, visando reestabelecer o equilíbrio da atividade microbiana. Em seguida, o frasco foi mantido fechado por um período de 18 horas. A quantificação do C-CO<sub>2</sub> liberado foi determinada utilizando um analisador de gás infravermelho (IRGA) modelo LI-8100 (LI-COR®, EUA). A pressão na câmara de fluxo no momento da leitura foi 98,6 kPa e a temperatura de 28 °C. Com esses dados foi calculado o fluxo de C-CO<sub>2</sub> do solo e o resultado foi expresso em mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo dia<sup>-1</sup>.

### Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>)

O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi obtido pela razão entre a quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberada em determinado tempo por unidade de carbono da biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH, 1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



Todos os atributos biológicos avaliados foram afetados significativamente pelas doses de biofertilizante (Tabela 1). A CBM foi influenciada ao nível de ( $p < 0,01$ ) de significância, enquanto a RB e o  $qCO_2$  foram à ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos biológicos do solo na profundidade de 0-0,20 m, no 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina, fertirrigada com biofertilizante via microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017

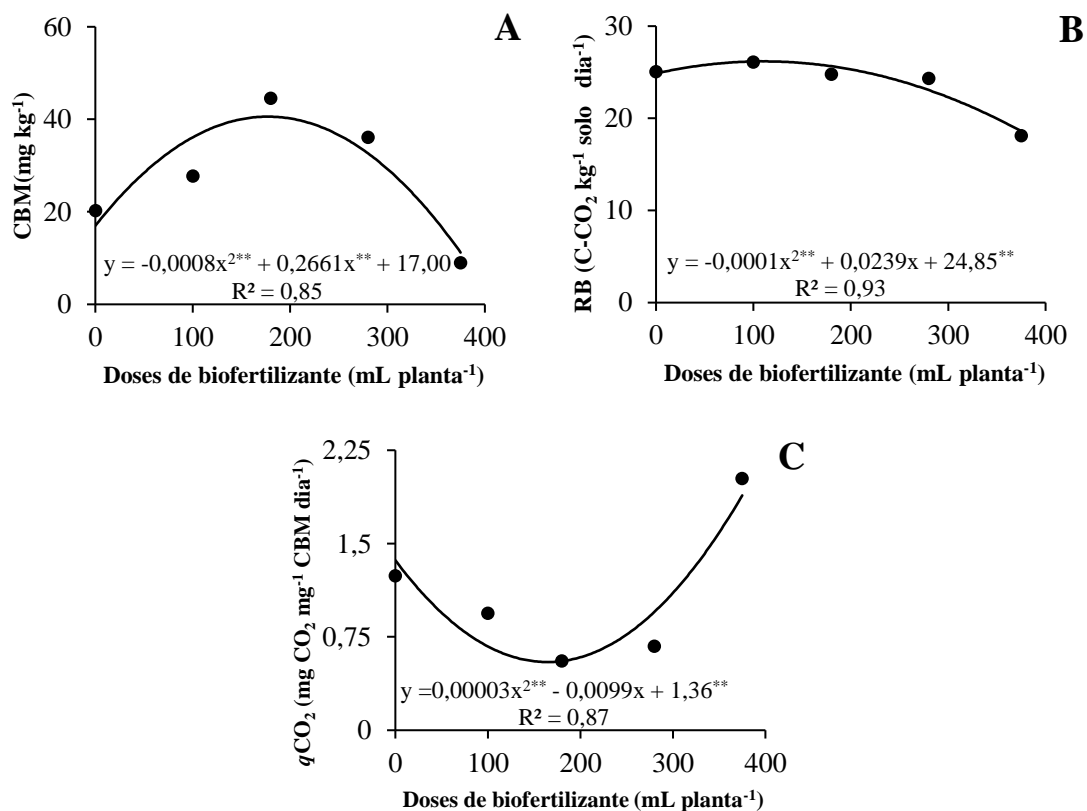
FV	GL	Quadrado médio		
		CBM	RB	$qCO_2$
Bloco	4	17,11	36,03	0,53
Dose	4	<b>950,24**</b>	<b>50,34*</b>	<b>1,67*</b>
Erro	16	49,47	19,90	0,30
Total	24			
CV(%)		25,57	18,85	47,99

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância ( $p < 0,05$ ) \*\* = Significância ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D = Dose do biofertilizante; CBM = Carbono da biomassa microbiana ( $mg\ kg^{-1}$ ); RB = Respiração basal ( $C-CO_2\ kg\ solo^{-1}\ dia^{-1}$ );  $qCO_2$  = Quociente metabólico ( $mg\ CO_2\ mg^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$ ).

O CBM e a RB apresentaram valores máximos de  $39,13\ mg\ kg^{-1}$  e  $27,59\ C-CO_2\ kg^{-1}\ solo\ dia^{-1}$  para as doses estimadas de 166 e 120  $mL\ planta^{-1}$ , respectivamente (Figura 1A e 1B). No entanto, o  $qCO_2$  diminuiu até a dose de 157  $mL\ planta^{-1}$  (Figura 1C). A partir desse ponto, houve decréscimo dos atributos, porém com diminuição mais acentuada para o CBM com conseqüente aumento do  $qCO_2$  indicando uma alta atividade metabólica dos microrganismos, ou que estavam sob estresse ambiental (FIGUEIREDO; RAMOS, 2009).

No que diz respeito à evolução da respiração basal com o incremento das doses verificamos em Fialho et al. (2006) que a respiração basal do solo cultivado com a bananeira se ajustou ao modelo linear, sendo essa tendência justificada pela utilização da porção lábil do carbono presente no solo, pelos microrganismos. O resultado da presente pesquisa discorda dos encontrados pelos autores, pois houve um decréscimo na RB a partir da dose 120  $mL\ planta^{-1}$ , podendo indicar a ocorrência do esgotamento das fontes de C mais prontamente mineralizáveis (C lábil).

**Figura 1** - Carbono da biomassa microbiana (CBM) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ); Respiração Basal (RB) ( $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ ) e quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) ( $\text{mg CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ CBM dia}^{-1}$ ) Cruz das Almas, BA, 2017



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dose de 166  $\text{mL planta}^{-1}$  maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a cv. BRS Platina. O aumento do  $q\text{CO}_2$  com o incremento das doses do biofertilizante ‘Vairo’ via microaspersão, sugere a ocorrência de condições estressantes para microbiota e sucessão de população de microrganismos.

**Agradecimentos:** A FAPESB pela concessão da bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.
- ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana do solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, p.341-347, 2011.
- ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In. PAGE, A. L (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 2. Chemical and microbiological methods. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 837-871.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental condition, such as pH on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.393-395, 1990.
- ARAÚJO, A. S. de.; OLIVEIRA, J. R.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. Biofertilizers on soil microbial biomass and activity. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.234-245, 2014.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA - CNPMA, 1998. 22p. (Circular técnico, 02).
- BOECHAT, C. L.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. D. A.; BOMFIM, M. R.; SANTOS, A. C. D. Industrial and urban organic wastes increase soil microbial activity and biomass. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1629-1636, 2012.
- BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Phosphorus in the soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.16, p.169-175, 1984.
- D'ANDRÉA, P. et al. **Adubação biológica**: novas tecnológicas na produção agrícola intensiva. 2007. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/artigos> > acesso em 15 de fevereiro de 2016.
- DE PAULA SEGATTO, M.; ANDREAZZA, R.; BORTOLON, L.; SANTOS, V. P.; DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília-DF: Embrapa, 2005. p.17-28.



DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p.(Embrapa-CNPMPF. Boletim de Pesquisa, 7).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi - CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v.37, p.250-257, 2006.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. Biomassa microbiana do solo e produção de alface em função da dose de N e adubo orgânico. **Bioscience Journal**, v.25, 2009.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T.; BENDER, M. A.; DOS SANTOS, D. R.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experimente with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v.42, p.288-296, 2009.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. D.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006, 729 p.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p.96-101, 2002.

SILVA, E. E. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo ( $q\text{CO}_2$ ). Seropédica-RJ: **Comunicado Técnico Embrapa**, 2007.

SILVA, I. F.; ARAUJO NETO, S. E. de; KUSDRA, J. F. Biological activity of soils under systems of organic farming, agroforestry and pasture in the Amazon. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.427-432, 2014.

SINGH, M.; DOTANIYA, M. L.; MISHRA, A.; DOTANIYA, C. K.; REGAR, K. L.; LATA, M. Role of biofertilizers in conservation agriculture. *In: Conservation Agriculture*. Springer, Singapore, 2016. p.113-134.

SOUSA, F. A.; de BARROS SILVA, E.; CAMPOS, A. T.; GANDINI, A. M. M.; CORREA, J. M.; GRAZZIOTTI, P. H. Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v.30, p.1041-1049, 2014.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and C labeled sells. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.337-343, 1988.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.