

## ATIVIDADE MICROBIANA EM SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDO A DOSES DE FÓSFORO

*Renato Galdino Duarte Bezerra*

Engenheiro Agrônomo pelo CECA/UFAL/ Universidade Federal de Alagoas Maceió – AL  
E-mail: renatogaldino@hotmail.com

*Tânia Marta Carvalho dos Santos*

Prof. Dra. CECA/UFAL, Rio Largo Universidade Federal de Alagoas Maceió --  
E-mail: AL tmcs@ceca.ufal.br

*Ludmilla Santos de Albuquerque*

Mestranda em Manejo de Solo e Água, CCA, UFPB Areia - PB. E-mail: ludmilla\_agro@hotmail.com

*Vinicius Batista Campos*

Mestrando em Manejo de Solo e Água, CCA, UFPB Areia - PB. E-mail: viniciuspgmsa@hotmail.com

*Stella da Silva Prazeres*

Estudante de Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq/UFPB Areia - PB. E-mail: starprazeris@hotmail.com

**RESUMO---** A cultura da cana-de-açúcar no estado de Alagoas concentra-se na faixa litorânea, em solos de Tabuleiros Costeiros, nos quais predominam Latossolos Amarelos distróficos, coesos. Estes solos apresentam como fatores limitantes à produtividade agrícola, baixa capacidade de retenção de água, baixa disponibilidade de nutrientes. Objetivou-se no presente trabalho avaliar parâmetros biológicos do solo associados ao nível de adubação de fósforo por meio de indicadores numa área plantada com duas variedades de cana, RB 867515 e RB 928064, submetido a diferentes níveis de adubação de fósforo. Foram realizadas coletas na camada de 0 a 20 cm do solo em zigzag em 6 áreas distintas. Os dados foram obtidos no laboratório de microbiologia da Universidade Federal de Alagoas através dos métodos de fumigação-incubação com amostras fumigadas e não fumigadas. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença entre as variedades, quanto ao fósforo foram observadas influências significativas para o carbono da biomassa microbiana do solo e a respiração basal, demonstrando maiores valores de acordo com o maior nível de fósforo, não havendo decréscimo dos valores mesmo com os níveis mais elevados.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum* L., respiração e biomassa microbiana, adubo mineral

## MICROBIAL ACTIVITY IN SOIL CULTIVATED WITH SUGAR CANE SUBMITTED AT LEVELS OF PHOSPHORUS

**ABSTRACT ---** Sugar cane in the Alagoas State is concentrated in littoral band, Coastal Tablelands soils, in which they predominate Dark Yellow Latosol, cohesive. These soils present as limiting factors to the agricultural productivity, low capacity of water retention, low availability of nutrients. It was objectified to evaluate biological parameters in soil associates to the level of fertilization of phosphorus by means of pointers in an area planted with two cultivars sugar cane, RB 867515 and RB 928064, submitted the different levels of fertilization of phosphorus. Soil collections in zigzag in 6 distinct areas had been carried through in the depth 0 at 20 cm. The data had been gotten in the laboratory of microbiology of the Federal University of Alagoas through the methods of fumigation-incubation with fumigated and not fumigated samples. The gotten results had shown that it did not have difference between the varieties, how much to the phosphorus they had been observed you influence significant for carbon of the microbial biomass of the ground and the basal breath, demonstrating to bigger values in accordance with the biggest level of match, not having decrease of the values same with the raised levels more.

**Key words:** *Saccharum officinarum* L., microbial respiration and biomass, mineral fertilization

## INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é destaque no cenário agrícola do Brasil, sendo cultivada em vários tipos de ambiente e manejo, sem que tenha sido avaliado o impacto decorrente do manejo na microbiota do solo. O estudo das respostas dos diferentes cultivares com tratamentos culturais diferenciados auxilia a maximizar a exploração econômica da cultura, indicando práticas mais adequadas, de acordo com as propriedades biológicas do solo.

As práticas agrícolas afetam as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, as quais dependem das condições de solo, clima, tipo de cultura e práticas adotadas. A biomassa microbiana responde às mudanças do manejo do solo, atuando como uma medida mais sensível das alterações na matéria orgânica do solo. O impacto da atividade agrícola nas propriedades microbiológicas dos solos cultivados, na redução acentuada nos teores de biomassa microbiana em áreas cultivadas, comparativamente ao solo sob vegetação nativa (MENDES ET AL., 2003).

A capacidade produtiva de um solo não depende unicamente da fertilidade, mas também das interações de fatores bióticos e abióticos. As práticas agrícolas que objetivam menor degradação do solo e maior sustentabilidade da agricultura têm recebido atenção por partes dos pesquisadores como também pelos produtores. Neste sentido, o uso de atributos microbianos, aliados ao teor de carbono orgânico do solo, tem sido utilizados para avaliar o grau de sustentabilidade de um sistema agrícola. A biomassa microbiana do solo (BMS), a respiração basal do solo (RBS), o quociente metabólico e o teor de C orgânico parecem possuir uma estreita ligação entre si (VARGAS e SCHOLLES, 2000).

Os elementos na solução do solo são influenciados por transformações bióticas ou abióticas específicas que regulam os processos de adição e perda, assim como a biociclagem dos mesmos, que passam por diferentes formas no solo e são absorvidos pela vegetação e microbiota. Os microrganismos do solo desempenham papel fundamental no ciclo biogeoquímico do fósforo (P) e na sua disponibilidade para as plantas, mediante o fluxo de P pela biomassa microbiana, a solubilização do P inorgânico, a mineralização do P orgânico e a associação entre plantas e fungos micorrízicos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Dentre os constituintes da fração orgânica do solo, a biomassa microbiana, embora quantitativamente pouco representada, é de grande significância, visto que os produtos do seu metabolismo constituem, por exemplo, uma das principais fontes do nitrogênio mineral e fósforo para as plantas (COLODRO et al., 2007).

Objetivou-se com esse trabalho, comparar o estado biológico de um solo plantado com duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação de fósforo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias no Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, localizado no município de Rio Largo, Alagoas, em solo classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico coeso (SANTOS et al. 2006). O clima da região possui uma pluviosidade média de 1267 mm. Foram realizadas seis coletas de solo em uma área plantada com duas variedades de canas-de-açúcar, RB 867515 e RB 928064, tratadas com três níveis de adubação de fósforo com as dosagens de 0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>. Os ensaios foram conduzidos no laboratório de Microbiologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, durante o período de outubro de 2006 a janeiro de 2007.

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, por caminhamento em ziguezague, acondicionados em sacos plásticos e colocados em caixas de isopor com gelo, até o transporte para o laboratório. No laboratório realizou-se o peneiramento (abertura = 4 mm), a retirada manual de raízes e restos de vegetais e o armazenamento em temperatura de 4 °C (por um período máximo de 60 dias). Oito dias antes das análises as amostras foram retidas e incubadas à temperatura de 27 ± 2 °C no escuro, visando reduzir os efeitos das amostragens, transporte, peneiramento e armazenamento sobre os microrganismos e seus processos.

A análise biológica foi realizada através da determinação do carbono da biomassa microbiana, enquanto a atividade microbiana foi analisada através da medição da respiração basal e sua relação com o carbono da biomassa microbiana (*q*CO<sub>2</sub>).

As amostras de solo foram analisadas pelo laboratório Central Analítico, cujo alguns atributos químicos estão apresentados na Tabela 1.

A respiração microbiana do solo foi determinada pelo método de Isermeyer descrito por Alef (1995), através da quantificação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado no processo de respiração microbiana. Para cada tratamento foram pesadas quatro amostras de 20g, que foram fumigadas utilizando-se 20 mL de clorofórmio livre de etanol. O clorofórmio foi vaporizado sob o vácuo. Após o período de 24 horas procedeu-se à retirada do resíduo de clorofórmio e a reinoculação com 2 g de solo respectivo a cada tratamento. As amostras foram incubadas a 27 ± 2°C, em frascos de vidro com tampa vedada e volume de 2 L, contendo um franco de 10 mL de solução de NaOH, 0,5M para reter o CO<sub>2</sub> liberado do solo.

Após 10 dias de incubação retirou-se os frascos com a solução de NaOH e adicionou-se 5 mL de BaCl<sub>2</sub> e três gotas de indicador fenolftaleína. A quantidade de CO<sub>2</sub> liberada do solo foi determinada após a titulação do excedente de NaOH com solução de HCl 0,5 M. O cálculo da respiração foi feito utilizando-se o método da titulação com captura de CO<sub>2</sub>, por NaOH pela seguinte fórmula.

$$\text{CO}_2 \text{ (mg kg}^{-1} \text{ de solo seco)} = \frac{(\text{Vb} - \text{Va}) \times 1,1 \times 1000}{1000}$$

PSS

Vb = volume de HCl (mL), gasto na titulação do NaOH do controle;

Va = volume de HCl (mL), gasto na titulação de NaOH da amostra;

1,1 = fator de conversão (1 mL de NaOH 0,5 M = 1 mg de CO<sub>2</sub>);

PPS = peso do solo seco.

O carbono prontamente mineralizável foi estimado por meio da quantificação de CO<sub>2</sub> de solo não fumigado durante o período de 10 dias de incubação conforme descrito no item anterior.

**Tabela 1.** Valores de alguns atributos químicos e físicos do solo antes da aplicação dos tratamentos.

Atributos químicos	Profundidade (cm)	
	0-20	21-40
pH em água (1:2,5)	5,2	5,0
MO (g dm <sup>-3</sup> )	17,1	13,7
P (mg dm <sup>-3</sup> )	14,2	7,01
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	5,8	36,2
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,4	1,4
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,2	0,8
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,75	2,29
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	0,02
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,80	6,20
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,63	0,70
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,55	8,49
V (%)	26,06	26,99

MO= Matéria orgânica; SB= Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup>); CTC= Capacidade de troca catiônica = [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V= Saturação por bases = (SB/CTC) x 100

O carbono da biomassa microbiana foi determinado pelo método da fumigação-incubação (JENKINSON,1976). Para obtenção dos valores das amostras fumigadas e não fumigadas, foi aplicado a seguinte fórmula:

$$\text{BM} = \frac{\text{F} - \text{NF}}{\text{Kc}}$$

Em que: F e NF - é o total de CO<sub>2</sub> liberado respectivamente pelas amostras fumigadas e não fumigadas;

Kc = 0,45 (constante que representa o carbono da biomassa que foi convertido em CO<sub>2</sub>).

A partir dos resultados da respiração basal das amostras de solo e do C da biomassa microbiana, o quociente metabólico foi determinado como proposto por (ANDERSON e DOMSCH (1993), que é interpretado pela razão (Respiração basal)/(Biomassa microbiana), expressa pela fórmula (μ g C - CO<sub>2</sub> hora<sup>-1</sup> / μ g C - biomassa g<sup>-1</sup> solo seco).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

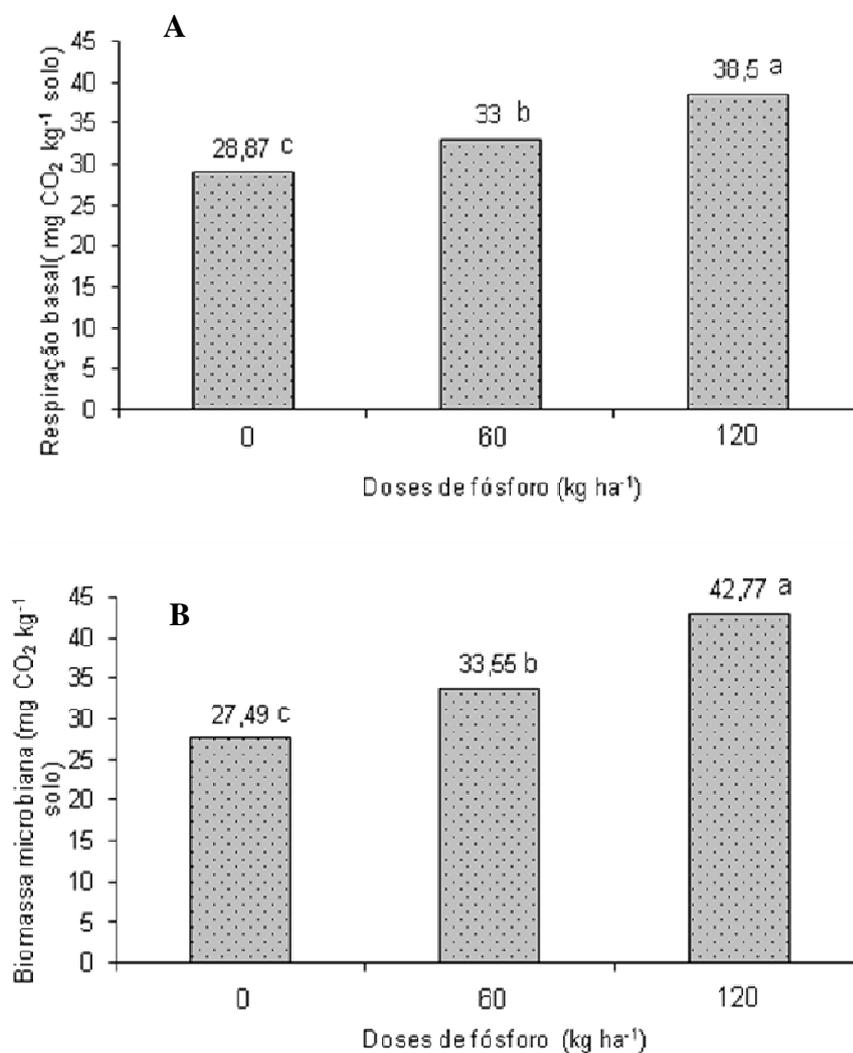
Verificou-se diferença significativa entre as doses de fósforo sobre a respiração microbiana e o carbono da biomassa microbiana, entretanto, não foi constatada interferência estatística sobre o quociente metabólico e o carbono mineralizável (Tabela 2). As variedades e as interações estudadas também não exerceram influência estatística sobre os aspectos avaliados em área cultivada com cana-de-açúcar.

Com a estimativa da atividade microbiana através da respiração basal (liberação de CO<sub>2</sub>) foi possível avaliar os efeitos da aplicação de três diferentes níveis de adubação de fósforo. Foi observado um acréscimo na produção de CO<sub>2</sub> com o aumento do nível de fósforo (Figura 1A), não ocorrendo em nenhuma das doses inibição do processo respiratório, mesmo na dosagem mais elevada. Este fato também foi observado por Konrad (2000), que avaliou as alterações químicas e biológicas do solo decorrentes da adição de lodos de curtume. O quociente metabólico (*q*CO<sub>2</sub>) é um valioso indicador de estresse, perturbação ou estabilidade do ecossistema. Ele indica o estado metabólico dos microrganismos e a quantidade de energia necessária para a manutenção da atividade metabólica em relação à energia necessária para a síntese da biomassa. Os valores para o quociente metabólico (*q*CO<sub>2</sub>), não apresentaram diferenças significativas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância pelo quadrado médio para respiração microbiana (RM), quociente metabólico (QM), carbono da biomassa microbiana (CBM) e carbono mineralizável de um Latossolo Amarelo distrófico coeso cultivado com cana-de-açúcar

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		RM	QM	CBM	CM
Doses de fósforo (P)	2	186,541**	0,157 <sup>ns</sup>	522,832*	20,167 <sup>ns</sup>
Variedades (V)	1	5,041 <sup>ns</sup>	0,385 <sup>ns</sup>	223,992 <sup>ns</sup>	20,167 <sup>ns</sup>
Interação (P x V)	2	5,041 <sup>ns</sup>	0,239 <sup>ns</sup>	74,664 <sup>ns</sup>	20,167 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	15,125	0,140	124,48	10,083
Total	35	-	-	-	-
CV (%)		12,58	18,74	14,59	16,22

<sup>ns</sup>, \* e \*\*: não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.



**Figura 1.** Liberação de CO<sub>2</sub> (A) e carbono da biomassa microbiana (B) de um Latossolo Amarelo Coeso sob cultivo de cana-de-açúcar. As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Segundo Sparling (1992) as mudanças no quociente metabólico refletem o padrão de entrada da matéria orgânica no solo, a eficiência da conversão do C microbiano, as perdas do C do solo e a estabilização do C orgânico pela fração mineral do solo. Assim seu valor pode indicar se está ocorrendo acúmulo ou perda de carbono no solo (ANDERSON e DOMSCH, 1989; INSAM, 1990).

Os valores obtidos para os tratamentos com fósforo foram de 27,49; 33,55 e 42,77 mg C kg<sup>-1</sup> de solo para os respectivos tratamentos com níveis de fósforo de 0, 60, 120 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1B). Nos valores encontrados para a biomassa do solo verificou-se um acréscimo de 49,4% pra o tratamento com 120 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrado assim uma maior disponibilidade de nutrientes ao solo. Os microrganismos do solo desempenham papel

fundamental no ciclo biogeoquímico do fósforo (P) e na sua disponibilidade para as plantas, mediante o fluxo de P pela biomassa microbiana, a solubilização do P inorgânico, a mineralização do P orgânico e a associação entre plantas e fungos micorrízicos (PAUL e CLARK, 1996).

Os valores de quociente metabólico (Tabela 3) apresentaram correlações significativas negativa com a biomassa ( $r = -0,7180$ ) indicando um aumento da biomassa decorrente da disponibilidade de fósforo e a uma manutenção na taxa respiratória devido a pouca disponibilidade no teor de compostos orgânicos no solo. O fato da pouca disponibilidade também interfere significativa positiva com o C-mineralizável ( $r = 0,7753$ ), uma vez que o aumento da biomassa esta relacionado com o teor de P.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação entre as variáveis biológicas de um Latossolo Amarelo Coeso sob cultivo de cana-de-açúcar.

Variedades	$qCO_2$	Respiração	Biomassa	C-minerazável
$qCO_2$	1			
Respiração	-0,2537 <sup>ns</sup>	1		
Biomassa	-0,7180**	0,7999**	1	
C-minerazável	0,7753**	0,2335 <sup>ns</sup>	-0,3968*	1

A respiração correlacionou-se significativamente com o carbono da biomassa ( $r = 0,7999$ ). Segundo Cattelan e Vidor (1990), os fatores que estimulam a atividade microbiana geralmente favorecem a formação de sua biomassa. Diversos autores encontraram correlações significativas entre a evolução de CO<sub>2</sub> e o carbono da biomassa em solos sujeitos a diferentes tipos de cultivo (ROSS et al., 1980; CATTELAN & VIDOR, 1990; MINHONI et al., 1990).

O carbono da biomassa microbiana apresentou correlação negativa com o C-mineralizável ( $r = -0,3968$ ), Isto pode ser explicado pelo aumento da população microbiana devido a aplicação de fósforo, sem ter havido uma incorporação de matéria orgânica no solo, promovendo assim uma diminuição do C-mineralizável.

## CONCLUSÕES

Não houve diferenças entre as variedades RB 867515 e RB 928064 para os aspectos estudados;

A respiração basal e a biomassa microbiana foram superiores nas maiores doses de fósforo;

O carbono mineralizável e o quociente metabólico indicam que a incorporação de carbono orgânico no solo foi uniforme para todos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF, K. Soil respiration. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, p.214-219. 1995.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.393-395, 1993.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.14, p. 133-142, 1990.

COLODRO, G.; ESPÍNOLA, C.R.; CASSIOLATO, A.M.R.; ALVES, M.C. Atividade microbiana em um Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p.195-198, 2007.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 604p.

JENKISON, D.S.; POLWSON, D.S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method

of measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, n. 209-213, 1976.

INSAM, H. Are the soil microbial biomass and basal respiration governed by the climatic regime. **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p.525-532, 1990.

KONRAD, E.E. **Alterações químicas e biológicas do solo decorrentes da adição de lodos de curtume**. Pelotas, 2000. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Solos). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

MENDES, I.C.; SOUZA, L.V.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p.435-443, 2003.

MINHONI, M. T. A; EIRA, A F. & CARDOSO, E. J. B. N. Efeito da adição de N e P sobre a decomposição de diferentes tipos de material orgânico no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, 297-304, 1990.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002, 626p.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego, Academic Press, 340p. 1996.

ROSS, D. J.; TATE, K. R.; CAIRNS, A.; PANSIER, E. A. Microbial biomass estimations in soils from Tussock grasslands by three biochemical procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. p.375-383, 1980.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBREBAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro:Embrapa Solos. 2006. 306p.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal Soil Research**, Melbourne, v.30, n. 95-207, 1992.

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 35-42, 2000.