

**EFEITOS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E MINHOCAS  
(*Pontoscolex corethrurus*) SOBRE A MICROBIOTA DO SOLO  
(PARAÍBA, BRASIL).**

*Rômulo Gil de Luna*

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos – UATA, Campus Pombal - Pombal – PB - CEP: 58840-000 - E-mail: romulo.luna@ig.com.br

*Henrique Douglas Melo Coutinho*

Universidade Federal da Paraíba – UFPB; Centro de Ciências Exatas e da Natureza – CCEN; Departamento de Biologia Molecular – DBM; Laboratório de Genética de Microrganismos – LGM. CEP:58051-900. João Pessoa (PB) Brasil. E – Mail: hdmcoutinho@gmail.com Phone number:55(83)32167787. Fax number: 55(83)32167277

**RESUMO** - Em três canteiros, entre Julho/93 e Agosto/94, no campus da Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa (lat. 7° 02' 30" S e long. 3° 45' 06" W) foram desenvolvidos os seguintes experimentos: os canteiros A, B e C foram preenchidos com solo podzólico e adicionados 25kg de bagaço de cana e 80 minhocas (A), 10kg de bagaço e 80 minhocas (B) e em (C) nenhum bagaço e 40 minhocas. Os resultados mostraram que o bagaço de cana melhorou algumas propriedades do solo, tais como pH, Ca<sup>++</sup>, carbono orgânico, M.O.S. e os níveis de N. A biomassa microbiana (BM) em mg de C-CO<sub>2</sub>.100g<sup>-1</sup> de solo e a atividade microbiana (AM), em g.ano<sup>-1</sup> de solo, apresentou uma média de: (A) BM= 7,88mg e AM= 1,54g; (B) BM= 10,44mg e AM= 1,59g; (C) BM= 3,29mg e AM=1,25g. A relação C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub> foi mais elevada nos canteiros que receberam maiores quantidades de bagaço de cana (0,84% em A; 0,64% em B; e 0,33% em C). A densidade populacional de minhocas (ind.m<sup>-2</sup>) foi inicialmente de 13 nos três canteiros e aumentou para 35 indivíduos em A, 40 indivíduos em B e 30 indivíduos em C. Os resultados aqui obtidos sugerem que 10kg de bagaço de cana melhoraram a biomassa e a atividade microbianas, assim como afetou positivamente a população de minhocas do teste.

**Palavras chaves:** biomassa microbiana, atividade microbiana, bagaço de cana, minhocas

**EFFECTS OF SUGARCANE BAGASS AND EARTHWORMS  
(*Pontoscolex corethrurus*) ON THE SOIL MICROBIOTA (PARAÍBA,  
BRAZIL).**

**ABSTRACT** - In the cemented plots, between July/93 and August/94, in the campus of the Federal University of Paraíba, in João Pessoa (lat 7° 02' 30" S and long 3° 45' 06" W), experiments were carried out as follows: in the plots A, B and C podzolic soil was put into them and amended with 25kg of sugarcane bagass and added 80 earthworms (A), 10kg of bagass and 80 earthworms (B) and unamended and added 40 earthworms (C). The results showed that the sugarcane bagass improved same soil properties, by raising the pH and Ca<sup>++</sup>, organic C, S.O.M., and N levels. Microbial biomass (BM), in mg CO<sub>2</sub>-C.100g<sup>-1</sup> of soil and microbial activity (MA), in g.year<sup>-1</sup>, showed a means: (A) BM= 7.88mg and AM= 1.54g; (B) BM= 10.44mg and AM= 1.59g; (C) BM= 3.29mg and AM= 1.25g. Ratio C<sub>mic</sub> : C<sub>org</sub> were higher in the plots with greater amount of sugarcane bagass (0.84% in A, 0.64% in B, and 0.33% in C). Earthworms population density (individuals.m<sup>-2</sup>) was initially 13 in the three plots and increased to 35 in A, 40 in B, and to 30 in C respectively. The results obtained here suggest that 10kg of sugarcane bagass enhanced soil microbial biomass and activity, and the earthworm population assayed.

**Keywords:** microbial biomass, microbial activity, sugarcane bagass, earthworms

## INTRODUÇÃO

Em seu estado natural, o solo constitui-se em um conjunto de condições ecológicas sob as quais micro, meso e macrorganismos podem explorar uma fonte de energia. Apresentando microhabitats com amplas e diversificadas condições de sobrevivência para inúmeros componentes da biota do solo, nos diferentes agro e ecossistemas terrestres, o solo, muitas vezes, também apresenta condições que limitam a proliferação dos microrganismos, principalmente quando mal manejados. Os microrganismos nele presentes desempenham importante função na produtividade edáfica, agindo como reservatório temporário de elementos como o carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e muitos outros, assimilados durante o processo de decomposição da necromassa (Anderson & Domsch, 1978; Grisi, 1978, 1995, 1996). Nos solos mineralogicamente pobres, como alguns latossolos e podzólicos da região nordeste, os microrganismos exercem importante papel na melhoria de suas propriedades nutricionais. Sua participação na decomposição e, conseqüentemente, na ciclagem de nutrientes é preponderante.

Há uma grande necessidade de se efetuar estudos visando a melhoria dessas propriedades, identificando áreas onde são necessários maiores esforços de pesquisa para que se possam realizar manejos mais racionais desses solos. De acordo com Graziano-Neto (1986), esta irracionalidade está atestada nas inúmeras atividades agrícolas que vêm sendo desenvolvidas em nosso país, aliadas à inadequação tecnológica importada de países de clima temperado, incompatíveis, portanto, com as condições tropicais. Segundo Siqueira et al. (1994), se estes procedimentos não forem controlados e monitorados, haverá queda na produtividade e degradação dos ecossistemas (Luna & Coutinho, 2007).

A agricultura biológica ou agroecologia vem ocupando espaço na atualidade como uma alternativa em potencial ao uso de adubos químicos ou como complemento destes (Altieri, 2004). Uma das técnicas mais conhecidas desta nova ciência é a incorporação de resíduos de cultivo no solo, no sentido de melhorar suas propriedades nutricionais e, ao mesmo tempo, minimizar a aplicação de insumos agrícolas como os fertilizantes industriais, a calagem e outros amplos elencos de interferências ambientais típicos da tão aclamada moderna agricultura (Gliessman, 2005). Algumas usinas sucroalcooleiras nordestinas vêm usando os resíduos obtidos durante a produção do álcool (vinhaça) e/ou do açúcar (torta de filtro) no sentido de melhorar algumas de suas propriedades do solo, já que este cultivo tem mostrado se beneficiar deste tipo de adubação orgânica. Para Minhoni (1992), a utilização da vinhaça não é apenas um meio de não poluir água superficiais, mas, implica também, na reciclagem de elementos que, em vez de poluentes,

tornem-se nutrientes para as plantas, além de outros aspectos favoráveis, tais como baixo custo e segurança.

Assim como a vinhaça e a torta de filtro (Luna & Grisi, 1996), o bagaço de cana de açúcar também tem sido utilizado com esse mesmo propósito. Face à sua grande disponibilidade, as usinas vêm procurando outras alternativas mais rentáveis economicamente para seu destino, como gerador de energia térmica e elétrica para a própria usina, através de sua combustão; ou comercializando-o com as indústrias de celulose para a produção de papelão (1T de bagaço de cana custa ½ de cana crua; 1T= 1Mg= 1000 000g). É bem possível que a produção de bagaço de cana venha atingir quantidades nunca registradas na história deste cultivo no Brasil, uma vez que, a produção de cana deverá crescer muito para atender a demanda nacional de biocombustível, como o metanol.

Embora alguns cultivos pareçam se beneficiar deste tipo de adubação orgânica, o uso do bagaço de cana no solo tem apresentado certas limitações, necessitando, portanto, de estudos que visem descobrir outras alternativas mais eficazes de acelerar sua decomposição, pelo fato de persistir no ambiente devido à recalcitrâncias de seus constituintes (lignina, lignocelulose e hemicelulose). Esta possível descoberta poderia trazer grandes benefícios à agroindústria sucroalcooleira e ao Estado paraibano, uma vez que esta indústria constitui-se em uma das mais importantes para a economia regional (Luna & Grisi, 1996).

A utilização de um organismo rústico, de poucas exigências nutricionais, como *Pontoscotlex corethrurus*, uma espécie de oligoqueta de ampla distribuição geográfica, que pudesse usar este tipo de matéria orgânica como fonte de alimento, poderia acelerar este processo e tornar este resíduo mais facilmente decomponível e humificado, o que favoreceria, subseqüentemente, o ataque das populações microbianas, melhorando as propriedades nutricionais do solo (Guerra & Silva, 1994; Righi, 1990).

O presente trabalho teve como objetivos investigar o potencial microbiológico de um solo podzólico paraibano através da biomassa microbiana e da atividade dos microrganismos do solo, sob diferentes concentrações de bagaço de cana-de-açúcar e sob a ação de minhocas; estudar o comportamento das minhocas no solo podzólico, na ausência e nas diferentes concentrações de matéria orgânica (bagaço de cana-de-açúcar).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em três canteiros cimentados, localizados no *campus* I da Universidade Federal da Paraíba (lat. 7°02'30" S long. 3°45'06" W). Nesses canteiros (A e B) com

capacidade de 1,89m<sup>3</sup>; e C 0,95m<sup>3</sup>), foram colocados solo podzólico e bagaço de cana-de-açúcar. Este solo foi fornecido pela Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), de sua estação experimental localizado em Mangabeira (PB). O bagaço utilizado foi fornecido pela Usina Japungu, localizada no município de Santa Rita (PB). No canteiro A, foram colocados 25kg de bagaço de cana (= 41,666Mg.ha<sup>-1</sup>) e 80 minhocas (13 indivíduos.m<sup>2</sup> = 130 indivíduos.ha<sup>-1</sup>); em B, 10kg de bagaço de cana (=16,666Mg.ha<sup>-1</sup>) e 80 minhocas (13 indivíduos.m<sup>2</sup>) e o canteiro C foi utilizado como controle, ou seja, sem bagaço e com 40 minhoca (13 indivíduos. m<sup>2</sup>).

*Pontoscolex corethurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta), como mencionado, foi a espécie escolhida pela sua alta rusticidade e por ser espécie euriécia (ampla distribuição em diversos habitats), conforme atestaram os estudos de Guerra & Silva (1994) e Righi (1990).

Após a introdução dos animais, os canteiros passaram a ser regados sempre que necessário, para manter o solo úmido. Foram utilizadas palhas de coqueiro na cobertura dos canteiros com o objetivo de evitar superaquecimento, perda excessiva de umidade e incidência direta da luz solar sobre o solo tratado.

Quatro meses após a introdução das minhocas, foi realizada a primeira amostragem para verificar a densidade populacional de minhocas em cada canteiro. Essas amostragens foram realizadas utilizando-se o método de Anderson & Ingran (1987), sugerido no “*Tropical Soil Biology and Fertility*” (TSBS), pelo qual são coletados blocos de terra (25cm de lado x 30cm de profundidade) e, em seguida, os animais são cuidadosamente separados e contados.

Foram feitas análises para determinar as características físicas e químicas do solo. As determinações da biomassa microbiana foram estimadas segundo o método de fumigação-incubação proposto por Jenkinson & Powlson (1976), conforme descrito em Grisi & Gray (1986) e Luna & Grisi (1996). Este método baseia-se na eliminação das populações microbianas de uma amostra de solo por um biocida (clorofórmio livre-de-álcool) e na medição

do CO<sub>2</sub> liberado a partir da decomposição dos microrganismos mortos, após um período de incubação de 10 dias. Utiliza-se como controle amostras de solo não-fumigadas. A biomassa representada pelo carbono microbiana, pode então ser estimada pela relação:  $BM = (X-x)/kc$ , onde BM - biomassa microbiana em mg de C-CO<sub>2</sub>.100g<sup>-1</sup> de solo seco em estufa; X - CO<sub>2</sub> emanado das amostras fumigadas; x - CO<sub>2</sub> emanado das amostras não-fumigadas; kc - fator de mineralização do carbono de 0,45 a 25 °C. Este é o valor recomendado por Jenkinson & Ladd (1981) e Vance et al. (1987), para aqueles solos que apresentam pH acima de 4,5, como é o caso do podzólico aqui estudado.

Todo o tratamento das amostras das amostras de solo feitas anteriormente à medição de biomassa foi realizado segundo recomendações de Grisi (1995).

A atividade microbiana foi estimada utilizando-se o método de decomposição celulolítica proposto por Parkinson et al. (1971), utilizando-se o próprio bagaço de cana como substrato para as populações microbianas, segundo a técnica descrita por Grisi (1996) e utilizada por Luna & Grisi (1996) em estudos sobre decomposição do bagaço de cana-de-açúcar no campo.

Por este método, amostras de 1g de bagaço de cana, previamente secas em estufa, são colocadas em sacos confeccionados com náilon com abertura de malha aproximada de 45µm (malha de náilon do tipo utilizada em serigrafia, com 140 fios/mm) e enterrados a 20cm de profundidade. Em cada canteiro foram colocadas seis dessas amostras e renovadas a cada 90 dias. Os sacos após coletados, foram lavados em água corrente, sendo as amostras removidas e secas em estufa a 105 °C por 24h e determinadas a sua perda de peso em balança analítica, com precisão de 0,0001g. Após as pesagens, foram calculadas as médias das taxas de decomposição do bagaço.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra resultados de alguns parâmetros da análise física do podzólico, nos três tratamentos utilizados.

Tabela 1- Análise física do solo podzólico

Granulometria (%)	Experimento A	Experimento B	Experimento C
Areia	88,34	87,27	88,28
Silte	6,03	5,05	4,04
Argila	5,63	7,68	7,68
Classificação Textural	Areia	Areia Franca	Areia

A classificação textural mostra que o solo podzólico estudado é essencialmente arenoso, típico dos tabuleiros da costa nordestina. A Tabela 2 mostra os

resultados da análise química do podzólico, nos três tratamentos.

Tabela 2- Análise química do solo podzólico

Table 2- Chemical analysis of podzolic soil

Propriedade	A 25kg de bag. 80 ind.	B 10kg de bag. 80 ind	C S/ bag. 40 ind
N(%) <sup>(a)</sup>	0,09	0,16	0,09
pH	5,39	5,24	4,85
Ca <sup>++</sup> (cmol/kg) <sup>(b)</sup>	1,18	0,98	0,75
C Org. (%)	0,94	1,63	0,99
M.O. (%)	1,62	2,81	1,70

<sup>(a)</sup> A unidade recomendada por Cantarella & Andrade (1992) aqui utilizada, também poderia ser expressa em g/kg.

<sup>(b)</sup> Unidade recomendada por Cantarella & Andrade (1992).

Observando a Tabela 2, percebe-se que tanto o pH como o Ca<sup>++</sup> diminuem à medida que menores quantidades de bagaço de são adicionados ao solo. Os maiores índices de N, C orgânico e M.O.S. (matéria orgânica do solo) foram obtidos no tratamento B. O tratamento C mostrou o menor pH.

As médias de biomassa microbiana (BM), em mg de C-CO<sub>2</sub>. 100g<sup>-1</sup> de solo seco em estufa, (SE) e a atividade microbiana (AM) (ou taxa de decomposição lignolítica: em g.ano<sup>-1</sup>) obtidos ao longo dos experimentos foram: no tratamento A, a BM= 7,88mg de C-CO<sub>2</sub>.100g<sup>-1</sup> de solo (S.E.) e a AM= 1,54g.ano<sup>-1</sup>; em B, a BM= 10,44mg de C-CO<sub>2</sub> e a AM= 1,59g.ano<sup>-1</sup>; e em C, a BM= 3,29mg de C-CO<sub>2</sub> e a AM= 1,25g.ano<sup>-1</sup>.

Estes resultados mostram que tanto a biomassa microbiana quanto a atividade dos microrganismos, em média, foram mais elevadas nos tratamentos onde se empregaram bagaço de cana-de-açúcar, havendo um aumento maior de biomassa e atividade microbianas no solo tratado com 10kg de bagaço.

Os valores de biomassa microbiana interpretados em termos de armazenamento de C na biomassa (relação C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub> total do solo, de acordo com Anderson & Ingran, 1987), foram: 0,84% do C total no tratamento A, ocorrendo maior armazenamento de carbono na biomassa que nos tratamentos B e C, que foram 0,64% e 0,33%, respectivamente.

Estes resultados mostram que o bagaço de cana adicionado surtiu efeito positivo sobre os microrganismos do solo, em termos de imobilização de carbono, uma vez que, à medida que maiores concentrações de bagaço são adicionados ao solo,

maior é a quantidade de C orgânico armazenada na biomassa microbiana.

Os resultados da relação C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub>, aqui obtidos, são considerados baixos quando comparados aos obtidos por Luna & Grisi (1996), em solos cultivados com cana-de-açúcar, sob efeito de vinhaça, os quais foram: 0,9% e 4,6% em solo pouco produtivo com e sem aplicação de vinhaça, respectivamente e 15,2% e 13,9% em solo produtivo com e sem aplicação deste resíduo, respectivamente. No entanto, estes autores analisando estes valores comparativamente aos relatados na literatura, em geral, afirmaram serem elevados. Ainda segundo os referidos autores, tal elevação poderia ser consequência de superestimativa da biomassa quando utilizaram a fórmula (BM= X/kc), proposta por Paul & Voroney (1984) e Vance et al. (1987), pela qual o volume de C-CO<sub>2</sub> emanado das amostras não-fumigadas é excluído, ou talvez ainda pela alta biodiversidade microbiana da rizosfera da cana-de-açúcar, beneficiada pela vinhaça.

Comparando-se, porém os valores de C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub> com os obtidos por outros autores em diferentes agro e ecossistemas, os resultados aqui obtidos não parecem ser tão discrepantes. Geraldine et al. (1995), por exemplo, utilizando o método de FI em solos da Amazônia, obtiveram em mata nativa 2%, pastagem de 4 anos 2,7%, pastagem de 10 anos 1,7% e de 15 anos 0,7%. Luizão et al. (1992), embora tenham obtido na Amazônia resultados de C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub> um pouco mais elevados: 2,5% e 3,3% na floresta; 1,8% e 3,9% em área onde a floresta foi cortada e queimada, e 3,1% e 4,3% em pastagem, estes ainda encontram-se próximos dos resultados aqui obtidos, sendo estes últimos ainda mais próximos.

Tabela 3- Densidade populacional de minhocas no solo podzólico (ind.m<sup>-2</sup>)

Table 3- Population density of earthworms in podzolic soil (individuals.m<sup>-2</sup>)

	Experimento A	Experimento B	Experimento C
Julho/93	13	13	13
Novembro/93	30	25	10
Julho/94	35	40	30
Aumento percentual. Ano <sup>-1</sup>	269,23	307,69	230,77

O bagaço de cana, em geral, beneficiou as populações de minhocas, havendo um benefício mais evidente no tratamento B, onde se empregaram 10 kg de bagaço de cana. Neste tratamento, a densidade

aumentou cerca de 307,69% em um ano, havendo um aumento de 3,08 vezes superior à densidade inicial de indivíduos (= 40000ind.ha<sup>-1</sup>). Nos canteiros A e C, o aumento foi de 269,23%, e 230,77% ou 2,69 e 2,31

vezes superior à quantidade inicial de indivíduos, que correspondem a 350000 ind.ha<sup>-1</sup> e 300000 ind.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). Este comportamento já havia sido verificado por Guerra & Bezerra (1989) trabalhando com latossolo em caixas de madeira na Amazônia, e talvez se explique pelo fato desta espécie não ser exigente em relação à presença de elevados níveis de matéria orgânica no solo, sendo por isso classificada como endogéica oligohúmica.

## CONCLUSÕES

Os resultados aqui obtidos sugerem que o bagaço de cana adicionado trouxe alguns benefícios ao solo, aumentando seu pH e os níveis de Ca<sup>++</sup>, C orgânico, M.O.S. e N. Os maiores valores de biomassa e atividade microbianas foram obtidos no solo tratado com 10kg de bagaço de cana. A relação C<sub>mic</sub>: C<sub>org</sub> mostrou que, à medida que maiores quantidades de bagaço de cana são adicionados ao dolo, maior é a imobilização de carbono na biomassa microbiana. Isso demonstra que, em termos de fonte de energia, o bagaço de cana empregado parece ter beneficiado as populações de minhocas aqui empregadas.

Contudo, os resultados ainda sugerem que 10kg de bagaço de cana-de-açúcar beneficiaram mais a população de minhocas, assim como o solo, em termos de suas propriedades químicas e microbiológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.10, p.215-221, 1978.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, p.471-479, 1989.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. M. TSBS methods handbook. UNESCO/IUBS, 1987. 77P.
- CANTARELLA, H.; ANDRADE, J. C. O sistema internacional de unidades e a ciência do solo. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.91-102, 1992.
- GERALDES, A. P. A.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.55-60, 1995.
- GRAZIANO-NETO, F. **Questão agrária e ecologia. Crítica da moderna agricultura**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo, SP: Edit Brasiliense. 1986. 154p.
- GRISI, B. M. Biodinâmica de solo cultivado som cacauero sombreado e ao sol. **Revista Theobroma**. V.6, p.87-99, 1976.
- GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v.30, n.1, p.82-88, 1978.
- GRISI, B. M.; GRAY, T. R. G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.109-115, 1986.
- GRISI, B. M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. **Revista Nordestina de Biologia**, v.10, p.1-22, 1995.
- GRISI, B. M. Participação da microbiota na ciclagem de nutrientes. in: Anais do XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo. IV Simpósio Brasileiro sobre Microbiologia do Solo. Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Águas de Lindóia. 1996. CD – Rom.
- GUERRA, R. T.; BEZERRA, D.R.B. Comportamento de *Pontoscolex corethrus* MUELLER, 1857 (Oligochaeta, Glossoscolecidae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biologia**, v.9, n.2, p.209-223, 1989.
- GUERRA, R. T.; SILVA, E. G. Estudo das comunidades de minhocas (Annelida, Oligochaeta) em alguns ambientes terrestres do estado da Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia**, v.9, n.2, p.209-223, 1994.
- 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.
- JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. **Microbial biomass in soil: measurement and turnover**. in: Paul, E. A.; Ladd, J. N. (eds.). Soil biochemistry. New York: Marcel Dekker inc., 1981. Vol 5, p. 415-471.
- LUIZÃO, R. C. C.; BONDE, T.A.; ROSSWALL, T. Seasonal variation of soil microbial biomass: the effects of clear-felling a tropical rainforest and establishment of pasture in the central Amazon. **Soil Biology Biochemistry**, v.24, p.805-813, 1992.
- LUNA, R.G.; COUTINHO, H.D.M. Efeitos do pastejo descontrolado sobre a fitocenose de duas áreas do Cariri oriental paraibano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 08-15, 2007.

LUNA, R. G.; GRISI, B. M. Biomassa e atividade microbianas de solo cultivado com cana de açúcar, sob efeito da vinhaça. **Revista Nordestina de Biologia**, v.11, n.1, p.15-29, 1996.

MINONI, M. T. A. Decomposição da vinhaça no solo e efeitos sobre alguns processos microbianos. in: Anais do II Simpósio Brasileiro Sobre Microbiologia do Solo. São Paulo. 1992. p. 24-29.

PAUL, E. A.; VORONEY, R. P. **Field interpretation of microbial biomass activity measurements.** in: Klug, J. J.; Reddy, C. A. (org.). Current perspectives in microbial ecology. Washington, D. C.: American Society for Microbiology, 1984. p. 509-521.

PARKINSON, D.; GRAY, T. R. WILLIAMS, S. T. **Methods for studying the ecology of soil microorganisms.** Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1971. 116p.

RIGHI, G. **Minhocas de Mato Grosso e Rondônia.** Programa tropical úmido (Relatório de Pesquisa N° 12). Brasília: CNPq, 1990.157p.  
SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. DE S.; GRISI,

B. M.; HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 142p.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. S.; JENKINSON, D. S. Microbial biomass measurements in forest soil: The use of the chloroform fumigation-incubation method in strongly acid soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, n.6, p.697-702, 1987.