

Observações sobre as Propriedades Químicas do Solo e de Excrementos de Minhocas em Plantios de *Eucalyptus grandis*¹

*Ruth Maria Bianchini de Quadros*²

*Antonio Francisco Jurado Bellote*³

*Jair Alves Dionísio*⁴

RESUMO

Foram comparadas as características químicas do solo superficial com as de excrementos de minhoca em um plantio comercial de *Eucalyptus grandis* com 3 anos de idade próximo ao município de Mogi Guaçu-SP. Os excrementos foram separados da superfície do solo com o auxílio de uma espátula, enquanto que as amostras do solo foram coletadas nas profundidades 0-5; 5-10; 10-20 e 20-30 cm. Os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} trocáveis nos excrementos foram 11 vezes superiores aos determinados na profundidade de 0-5 cm, enquanto os teores de K^{+} foram 3 vezes superiores. Os valores da CTC e do Carbono nos excrementos foram, respectivamente, 4,41 e 2,83 vezes superiores aos observados no solo, na profundidade de 0-5 cm de solo. Constatou-se também que a saturação por Al (m%) diminuiu de 73% no solo, na profundidade de 0-5 cm, para 45% nos excrementos. Embora as características químicas dos excrementos de minhocas tenham sido melhores que aquelas observadas no solo, sua influência na nutrição e no crescimento do *E. grandis* precisa ser estudada.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, excrementos de minhocas, ciclagem de nutrientes.

¹ Trabalho extraído de dissertação do primeiro autor, apresentada ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Financiada pela CAPES.

² Professor, Mestre, Universidade do Contestado, Canoinhas. ruthmbq@floresta.ufpr.br

³ Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas. bellote@cnpf.embrapa.br

⁴ Professor, Doutor, Universidade Federal do Paraná. jair@agrarias.ufpr.br

Chemical Characteristics of Soil and of the Earthworm Casts in Commercial Plantation of *Eucalyptus grandis*

ABSTRACT

The chemical characteristics of earthworm casts and a soil sample from a commercial plantation of *Eucalyptus grandis* aged 3 years old near the city of Mogi-Guaçu in the State of São Paulo, Brazil, were compared. The casts were collected at the surface of the mineral soil, while the soil was collected at depths of 0 - 5; 5 - 10; 10 - 20 and 20 - 30 cm. The Ca^{+2} and Mg^{+2} contents of casts, in comparison to the 0 to 5 cm soil depth, were 11 times higher, while the K^{+} contents were 3 times higher. In addition, the cation exchange capacity (CEC) and C contents were 4.41 and 2.83 more concentrated in the casts, respectively. It was observed a decrease in Aluminum saturation (m%) from 73%, in the depth of the 0-5 cm, to 45% in the casts. While the chemical characteristics of the native earthworm casts represent a distinct improvement over the soil, it remains to be seen what influence, if any, this has on the growth and nutrition of *E. grandis*.

Keywords: *Eucalyptus*, earthworm casts, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

A influência da pedofauna, principalmente minhocas, térmitas e formigas sobre as características químicas do solo tem sido objeto de vários estudos. A atividade das minhocas está envolvida na ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, além de modificações nas propriedades físicas dos solos, bem como nos aspectos pedogenéticos (Lee, 1985; Edwards & Bohlen, 1996; Righi, 1997; Tiunov & Scheu, 2000). Entretanto, os efeitos das minhocas nestas propriedades diferem entre espécies. Minhocas anécicas como *Lumbricus terrestris* excretam a maior parte de seus excrementos no interior do perfil do solo, enquanto minhocas epigeicas excretam seus excrementos somente no solo superficial (Cortez & Bouché, 1998).

A atividade das minhocas é influenciada pelos fatores ambientais (Abbott, 1985), cobertura vegetal (Zou et al., 1997), alterações na cobertura vegetal (Wood, 1974; Zou & Bashkin, 1998) e manejo (Kang et al., 1994). Em florestas de coníferas no oeste da Austrália, Abbott (1985) constatou que a atividade das minhocas nos primeiros 5,5 cm do solo ocorria quando a umidade deste excedia 4% e variava com a precipitação média anual. Porém, sob regimes similares de temperatura e umidade, a quantidade e a qualidade de serapilheira parecem ser os fatores determinantes da abundância e da atividade das minhocas (Cuendet, 1984).

Os excrementos de minhocas consistem numa mistura bastante homogênea de restos orgânicos e de partículas minerais. A proporção desses dois componentes depende do regime alimentar das minhocas, se detritívoro ou geófago (Righi, 1997). A quantidade de excrementos varia de acordo com a idade; tamanho do animal; estrutura das populações; época do ano, qualidade e quantidade de alimento, umidade, temperatura e ainda com a textura e a densidade do solo (Lee, 1985; Tomlin et al., 1995).

Em regiões temperadas, as quantidades de excrementos encontradas nos campos variam de 1,5 a 120 t ha⁻¹ ano⁻¹, e em regiões tropicais, de 50 a 2.600 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Bal, 1982; Lee, 1985). Já as características físicas e químicas dos excrementos variam com a espécie e idade das minhocas; tempo de exposição às condições de campo; qualidade e quantidade de matéria orgânica ingerida pela minhoca; temperatura; disponibilidade de água e textura do solo (Lee, 1985; Zou, 1993; Tiunov & Scheu, 1999).

Excrementos, excreções, secreções e cadáveres liberados pelas minhocas podem ocasionar alterações nas características químicas do solo, já que os níveis de nutrientes são diferentes dos níveis do solo adjacente. Resultados desta natureza foram encontrados por vários autores, tanto em regiões temperadas como tropicais (Edwards & Lofty, 1977; Vleeschauwer & Lal, 1981; Guerra, 1982). Com relação aos valores de pH os resultados são conflitantes. Algumas pesquisas indicam que os valores de pH dos excrementos são maiores que os do solo (Tunnera et al., 1991; Guerra, 1994; Cortez & Bouché, 1998), enquanto outras (Vleeschauwer & Lal, 1981; Haimi & Boucelham, 1991), citam o contrário.

O Brasil possui cerca de 6,4 milhões de hectares de plantações florestais,

sendo a maioria destas com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, as quais são plantadas e manejadas com uma variabilidade de técnicas silviculturais (Gonçalves et al., 1997). Recentemente, boa parte das empresas reflorestadoras que utilizam *Eucalyptus* sp no País estão substituindo o preparo intensivo por um preparo mínimo do solo, com o objetivo de evitar perdas de nutrientes e matéria orgânica. Estas técnicas beneficiam a fauna do solo, a qual é extremamente importante na ciclagem biogeoquímica de nutrientes.

Este trabalho teve como objetivo comparar as características químicas de excrementos de minhocas com as do solo, em um plantio comercial de *Eucalyptus grandis*, com 3 anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em trabalho conduzido por Quadros (1996), nas mesmas áreas onde foi conduzido este estudo, constatou-se que, de um total de 151 parcelas experimentais (300 m²) distribuídas em 56 talhões comerciais de *E. grandis*, em 14% das parcelas, haviam excrementos de minhocas, acima do solo mineral. Devido a isso e, principalmente, pelo fato de haver uma grande concentração de raízes superficiais das árvores de eucalipto junto a esses excrementos, selecionou-se um talhão localizado no município de Mogi-Guaçu (22° 07' S, 47° 03' W), de onde foram coletadas amostras para análises químicas.

O local onde foi selecionado o talhão encontra-se a uma altitude de 600 m; apresenta precipitação média anual de 1335 mm e déficit hídrico menor que 60 dias (Quadros, 1996). A distribuição pluvial segue o regime típico de zonas tropicais de baixa altitude, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. A sucessão de períodos chuvosos faz-se claramente, marcando com nitidez duas estações: uma seca no inverno, que se estende de abril a setembro, e outra chuvosa, no verão, que se estende de outubro a março (Oliveira et al., 1992). Pela classificação de Köppen o clima é Cwa, mesotérmico de inverno seco onde a temperatura do mês mais frio é inferior a 18° C e a do mês mais quente ultrapassa 22° C.

O solo foi classificado como um Latossolo Vermelho-Escuro Álico, A moderado, textura média, derivado de Arenito da Formação Aquidauana da Era Paleozóica, com teores de areia total até a profundidade de 30 cm de 75%. Numa parcela

de 300 m² foram abertos 3 microperfis de 0,50 x 0,50 x 0,50 m de onde foram coletadas amostras compostas de solo, perfazendo um total de 3 amostras, nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-30 cm. Foi coletado uma amostra de excrementos de minhocas, exclusivamente depositados na superfície dos solos amostrados, coletados aleatoriamente nessa parcela, com auxílio de uma espátula, e o solo aderido, removido com um pincel. Ambas as amostras foram secas ao ar, peneiradas em malha de 2 mm e submetidas às análises químicas conforme método preconizado pela Embrapa (1997).

O P assimilável, o K⁺ e o Na⁺ trocável, foram extraídos com solução de HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N; o pH com CaCl₂; Ca⁺² + Mg⁺² e o Al⁺³ trocável extraído com KCl 1N, conforme descrito por Bloise et al. (1979). Os teores de Carbono (C) foram determinados pelo método Walkley e Black, conforme descrito por Pavan et al. (1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químicas mostradas no Quadro 1 estão dentro da faixa dos solos mais representativos onde ocorrem plantações de *Eucalyptus* no Brasil (Lopes, 1977; Vieira & Santos, 1987; Bellote, 1990; Quadros, 1996). A maior parte dos solos da Região Sudeste do Brasil onde ocorre grande parte dos plantios comerciais de *Eucalyptus* sp é derivada de Arenitos. Estes solos são altamente intemperizados e de baixa fertilidade natural. Nos solos derivados de arenitos estudados por Quadros (1996), dentre outras características químicas, nos primeiros 30 cm superficiais, os teores médios observados de C, Ca + Mg, K, Na e P, foram 12 g kg⁻¹, 3,75 mmol_c kg⁻¹, 0,32 mmol_c kg⁻¹, 0,09 mmol_c kg⁻¹ e 10 mg kg⁻¹, respectivamente. A CTC observada foi baixa, em torno de 13,4 mmol_c kg⁻¹ e a saturação por alumínio (m%) alta (71%).

Devido a pouca alteração encontrada nas diferentes profundidades estudadas, além do fato da atividade da pedofauna ser mais intensa no solo superficial, a comparação das características químicas dos solos com as dos excrementos será feita somente com relação a profundidade a 0-5 cm. Os resultados apresentados pela literatura também procedem da mesma forma.

Quadro 1. Dados médios das características químicas dos excrementos de minhoca e do solo em diferentes profundidades (cm) sob *E. grandis*, com três anos de idade, no município de Mogi Guaçu, SP, 1994.

Amostras	pH	Al	Ca	Mg	Na	K	CTC	P	C	m
	CaCl ₂	mmolc kg ⁻¹			mmolc kg ⁻¹			mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	%
Excrementos	3,4	20,5	12,5	10,0	0,6	1,8	45,4	19	33,1	45
0-5	4,1	7,5	1,0	1,0	0,2	0,6	10,3	17	11,7	73
5-10	4,1	6,0	0,5	2,0	0,1	0,4	9,0	6	13,2	67
10-20	4,2	6,5	0,5	1,0	0,1	0,4	8,4	3	12,4	77
20-30	4,2	5,5	0,5	1,5	0,1	0,3	7,9	3	8,6	70

Embora existam poucos trabalhos que comparem as características químicas do solo com as de excrementos de minhoca (Edwards & Lofty, 1977; Vleeschauwer & Lal, 1981; Guerra, 1982; Cortez & Bouché, 1998) pode-se observar no Quadro 1 que, comparativamente, os valores das variáveis estudadas são bastante discrepantes, comparando-se os excrementos com a camada de solo de 0-5 cm. Os valores de pH encontrados nas diferentes profundidades do solo são praticamente idênticos, porém, os excrementos das minhocas apresentaram uma redução entre 0,7 e 0,8 unidades. Resultados semelhantes foram obtidos por Cortez & Bouché (1998).

Com relação aos cátions trocáveis, verifica-se que os níveis de cálcio e magnésio nos excrementos foram, respectivamente, 12,5 e 10,0 vezes maiores que os níveis encontrados na profundidade de 0-5 cm do solo. Resultados de acréscimos nos teores destes elementos nos excrementos, em relação à profundidade 0-5 cm do solo, são citados por Cook et al. (1980), na ordem de 59,8 e 236%, respectivamente. Numa floresta secundária na Nigéria, Vleeschauwer & Lal (1981), ao compararem os teores de cálcio e magnésio trocáveis nos excrementos com aqueles dos primeiros 10 cm do solo, observaram que estes cátions estavam mais concentrados de 2,6 a 7,4 vezes nos excrementos.

Para o potássio, os valores encontrados nos excrementos foram 3 vezes mais altos que os encontrados na profundidade 0-5 cm. O aumento das bases

trocáveis nos excrementos pode ser atribuído ao elevado conteúdo de tecidos vegetais não digeridos pelas minhocas (Lee,1985).

Em relação ao fósforo disponível, verifica-se no solo um gradiente de concentração comum à maioria dos solos tropicais. A concentração de P nos excrementos foi 10,5% superior à concentração obtida na profundidade 0-5 cm. Superioridade na concentração de fósforo nos excrementos de minhocas em relação à profundidade 0-10 cm são citadas por Meinicke (1982).

Para a CTC e o teor de carbono (C), observa-se que os valores foram, respectivamente, 4,41 e 2,83 vezes maiores nos excrementos do que na profundidade 0-5 cm. Aumentos na CTC e C são também confirmados por Vleeschauwer & Lal (1981) que encontraram nos excrementos aumentos de 3,1 a 4,6 vezes na CTC e de 2,1 a 4,5 vezes no C. Estes resultados são corroborados por Righi (1997), quando afirma que geralmente as minhocas terrestres assimilam uma quantia inferior a 10% do total da matéria orgânica ingerida. De acordo com Scheu (1991), as minhocas excretam substanciais quantidades de carbono e nitrogênio como muco cutâneo e urina.

Constatou-se também, neste estudo, uma diminuição na saturação por Al (m%), que oscilou entre 67 e 77% nas diferentes profundidades, enquanto que nos excrementos este índice foi de 45%. Estes resultados são confirmados por Guerra (1994), num Podzólico Vermelho-Amarelo sob pastagens, quando encontrou reduções na saturação por alumínio de 6,5 para 1,0% e, em capoeira, de 12,0 para 1,8%. Entretanto, os teores isolados de Al^{+3} nos excrementos foram 273% superiores aos encontrados na profundidade de 0-5 cm. Diferentemente deste trabalho, Guerra (1994) encontrou reduções do Al de 62 a 75%. A elevação de Al^{+3} trocável nos excrementos, provavelmente, ocorreu em função dos elevados teores totais de Al na serapilheira do *Eucalyptus grandis* (Quadros, 1996) ingerida, não digerida e excretada pelas minhocas.

Os resultados deste trabalho indicam que a identificação da(s) espécie(s) de minhocas adaptada(s) às condições de acidez, baixa fertilidade e textura arenosa sob cultivo de *Eucalyptus*, pode ser essencial na busca de sistemas de manejo sustentáveis, devido aos benefícios advindos da sua atividade, na incorporação e ciclagem de nutrientes.

4. CONCLUSÃO

Os excrementos de minhocas apresentaram características químicas distintas quando comparados com o solo na profundidade 0-5 cm, entretanto, sua influência no crescimento e nutrição do *E. grandis*, assim como nas próprias características químicas do solo precisa ser investigada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, I. Influence of some environmental factors on indigenous earthworms in the northern jarrah forest of Western Australia. **Australian Journal of Soil Research**, Oxford, v. 23, n. 2, p. 271-290, 1985.

BAL, L. **Zoological ripening of soil**. Wageningen: Agricultural Publications and Documentation, 1982. p. (Agricultural Research Report, 850).

BELLOTE, A. F. J. **Nährelementversorgung und Wuchsleistung von gedüngten *Eucalyptus grandis* - Plantagen im Cerrado von São Paulo (Brasilien)**. Freiburg: Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 1990. 159p. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor.

BLOISE, R. M.; MOREIRA, G. N. C.; DYNIA, J. F. **Métodos de análise de solos e calcários**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 32 p. (Boletim Técnico, 55).

COOK, A. G.; CRITCHLEY, B. R.; CRITCHLEY, U.; PERFECT, T. J.; YEADON, R. Effects of cultivation and DDT on earthworm activity in a forest soil in the sub-humid tropics. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 21-29, 1980.

CORTEZ, J.; BOUCHÉ, M. B. Field decomposition of leaf litters: earthworm – microorganism interactions – the ploughing-in effect. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 30, n. 6, p. 795-804, 1998.

CUENDET, G. A comparative study of the earthworm population of four different woodland types in Wytham woods, Oxford. **Pedobiologia**, Jena, v. 26, p. 421-439, 1984.

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. **Biology and ecology of earthworms**. 3. ed. London, Chapman & Hall, 1996. p.

EDWARDS, C. A., LOFTY, J. F. **Biology of earthworms**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1977. 297 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

GONÇALVES, J. L. M.; BARROS, N. F.; NAMBIAR, E. K. S.; NOVAIS, R. F. Soil and stand management for short-rotation plantations. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIAR, 1997. p. 379-417. (ACIAR. Monograph, 43).

GUERRA, R. T. **Influência de *Ponstoscolex corethurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) na absorção de fósforo pelas plantas utilizando ³²P como traçador**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1982, 80 p. Tese.

GUERRA, R. T. Sobre a comunidade de minhocas (Annelida, Minhocas) do campus da Universidade Federal do Acre, Rio Branco (AC). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 4, p. 593-601, 1994.

HAIMI, J.; BOUCELHAM, M. Influence of a litter feeding earthworm, *Lumbricus rubellus*, on soil processes in a simulated coniferous forest floor. **Pedobiologia**, Jena, v. 35, p. 247-256, 1991.

KANG, B. T.; AKINNIFESI, F. K.; PLEYSIER, J. L. Effect of agroforestry woody species on earthworm activity and physicochemical properties of worm casts. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 18, p. 193-199, 1994.

LEE, K. E. **Eartworms: their ecology and relations with soils and land use**. London: Academic Press, 1985. 411 p.

LOPES, A. S. **Available water, phosphorus fixation, and zinc levels in Brazilian cerrado soils in relation to the physical, chemical, and mineralogical properties**. Raleigh: North Carolina State University, 1977. 189 p. PhD Thesis.

MEINICKE, A. C. **As minhocas**. Ponta Grossa: Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais, 1982. 124 p.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40 p.

QUADROS, R. M. B. **Avaliação nutricional em plantios de *Eucalyptus grandis*, em diferentes solos, no Estado de São Paulo**. 1996. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RIGHI, G. R. Minhocas da América latina: diversidade, função e valor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 1 CD-Rom.

SCHEU, S. Mucus excretion and carbon turnover of endogeic earthworms. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 12, p. 217-220, 1991.

TIUNOV, A. V.; SCHEU, S. Microbial respiration, biomass, biovolume and nutrient status in burrow walls of *Lumbricus terrestris* L. (Lumbricidae). **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 31, p. 2039-2048, 1999.

TIUNOV, A. V.; SCHEU, S. Microbial biomass, biovolume and respiration in *Lumbricus terrestris* L. cast material of different age. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 32, p. 265-275, 2000.

TOMLIN, A. D.; SHIPTALO, M. J.; EDWARDS, W. M.; PROTZ, R. Earthworms and their influence on soil structure and infiltration. In: HENDRIX, P. F. (Ed.). **Earthworm ecology and biogeography in Norte America**. Boca Raton: Lewis, 1995. p. 159-183.

TUNNERA, B.; RAMAKRISHNAN, P. S.; BHADAURIA, T. Population dynamics of earthworms and their activity in forest ecosystems of north-east India. **Journal of Tropical Ecology**, Tempe, v. 7, p. 305-318, 1991.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia**: seus sonhos e outros recursos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416 p.

VLEESCHAUWER, D.; LAL, R. Properties of worm casts under secondary tropical forest regrowth. **Soil Science**, Baltimore, v. 132, p. 175-181, 1981.

WOOD, T. G. The distribution of earthworms (Megascolecidae) in relation to soils, vegetation and altitude on the slopes of Mt. Kosciusko, Australia. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 43, p. 87-106, 1974.

ZOU, X. M. Species effects on earthworm density in tropical tree plantations in Hawaii. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 15, n. 1, p. 35-38, 1993.

ZOU, X. M.; GONZALEZ, G.; EDWARDS, C. A. Changes in earthworm density and community structure during secondary succession in abandoned tropical pastures. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 29, p. 627-629, 1997.

ZOU, X. M.; BASHKIN, M. Soil carbon accretion and earthworm recovery following revegetation in abandoned sugarcane fields. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 30, n. 6, p. 825-830, 1998.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Champion Papel e Celulose S. A. pela oportunidade e pessoal técnico oferecido, durante a fase de coleta das amostras, para execução do trabalho.