

# SEÇÃO VI - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

## INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO DO SOLO SOBRE A FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* SPP.<sup>(1)</sup>

B. C. B. TANCK<sup>(2)</sup>, H. R. SANTOS<sup>(3)</sup> & J. A. DIONÍSIO<sup>(4)</sup>

### RESUMO

Avaliou-se, mensalmente, a influência dos sistemas plantio direto (PD) e convencional (PC), mata nativa (MN) e campo nativo (CN) sobre a densidade populacional e biomassa do Oligochaeta gênero *Amyntas* spp., na região dos Campos Gerais (PR), no período de fevereiro de 1993 a janeiro de 1994. No PC e PD, as áreas foram cultivadas com milho, triticale e soja, enquanto, no campo nativo, a vegetação era composta de estepes de gramíneas baixas e de matas de galerias subtropicais para a mata nativa. A densidade populacional foi determinada pelo método do formol a 0,22% e a biomassa pela pesagem direta em balança analítica. A densidade populacional e a biomassa foram superiores no plantio direto e mata nativa, comparadas às do plantio convencional, enquanto, no campo nativo, não ocorreu a presença do gênero estudado. Os valores mais expressivos de densidade populacional e biomassa nos ecossistemas plantio direto e mata nativa foram observados no verão e primavera.

**Termos de indexação:** plantio direto, plantio convencional, mata nativa, campo nativo, *Amyntas* spp., minhocas.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Recebido para publicação em agosto de 1998 e aprovado em fevereiro de 2000.

<sup>(2)</sup> Biólogo, Consultor Ambiental.

<sup>(3)</sup> Professor Titular do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná - UFPR. Caixa Postal 2959, CEP 80035-050 Curitiba (PR).

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos - UFPR. E-mail: jair@gaia.agrarias.ufpr.com

**SUMMARY:** *INFLUENCE OF DIFFERENT SYSTEMS OF SOIL USE AND MANAGEMENT ON THE POPULATION FLUCTUATION OF EDAPHIC OLIGOCHAETA Amynthus SPP.*

*The influence of no-till (NT) and conventional tillage (CT) systems, native forest (NF) and grassland (G), on the population density and biomass of Oligochaeta Amynthus spp., at Campos Gerais in the state of Paraná, Brazil, was evaluated monthly between February 1993 and January 1994. For the NT and CT systems, the areas were cultivated with corn, triticale and soybean, while, the native field consisted of vegetation of steppes of low grasses and a range forest of gallery forest. The population density was determined by the 0.22% formalin method and biomass was measured by weighing. The population density and biomass were greater in the NT and FN, compared with CT, while, in G, Amynthus spp. did not occur. The most expressive values population density and biomass in the ecosystems NT and NF were observed in the summer and spring.*

*Indexation terms: no-till, conventional tillage, native forest, native grassland, Amynthus spp., earthworms.*

## INTRODUÇÃO

A população dos Oligochaeta edáficos é controlada por fatores ambientais que influenciam seus ciclos biológicos, tais como: temperatura, umidade do solo e suplementação de carbono orgânico (Edwards & Lofty, 1972).

A matéria orgânica influencia positivamente a população dos Oligochaeta edáficos, aumentando a biomassa e a quantidade de espécies e indivíduos, resultando em aumento da incorporação de compostos orgânicos (Lamparski & Lamparski, 1987). A quantidade de matéria orgânica ingerida varia de acordo com a natureza e com a distribuição do material disponível (Curry & Boyle, 1987).

De acordo com Parmelee (1990), a densidade e a biomassa da população dos Oligochaeta edáficos são favorecidas pela manutenção da matéria orgânica, pelo não-revolvimento do solo e pela rotação de culturas. Esses fatores, em associação com os Oligochaeta edáficos, podem influenciar as condições químicas e físicas do solo (Abbott & Parker, 1981).

Os agroecossistemas são caracterizados pela intervenção antrópica, por meio de uma variedade de técnicas agrícolas, tais como: o cultivo, a fertilização e a aplicação de agrotóxicos (Christensen & Mather, 1990). Todavia, métodos de preparo reduzido do solo, como o plantio direto, podem diminuir diretamente os danos à população dos Oligochaeta edáficos, por promoverem menor exposição desses organismos aos implementos agrícolas, fertilizantes e agrotóxicos (Nuutinen, 1992). Por outro lado, no plantio convencional, a população dos Oligochaeta edáficos pode ser afetada, porque, nesta condição, a matéria orgânica, a estrutura do solo e as galerias dos Oligochaeta são

prejudicadas pelo revolvimento do solo, expondo-os a agentes ambientais, como radiação solar e predadores (Barnes & Ellis, 1979).

As flutuações populacionais dos Oligochaeta edáficos em áreas de cultivo dependem dos sistemas utilizados. A população aumenta durante circunstâncias mais favoráveis como o plantio direto, enquanto, em condições menos favoráveis, em áreas de sistema convencional, diminui drasticamente (Barnes & Ellis, 1979).

O ciclo de vida dos Oligochaeta edáficos também é influenciado diretamente pelas estações do ano (Lee, 1985), as quais determinam a taxa de produção de casulos, o crescimento, a mobilidade e o consumo de alimentos (Hauser, 1993). Na Europa, a taxa de produção das populações é alta na primavera e verão e menor no outono e inverno (Lee, 1985). As variações sazonais de temperatura e umidade dentro das estações do ano indicam que estes fatores, em condições ideais, têm influenciado a maturidade sexual dos Oligochaeta edáficos (Hauser, 1993). Sistemas conservacionistas, com a manutenção dos resíduos de culturas, evidenciam-se positivamente no equilíbrio da densidade populacional durante as estações do ano (Nuutinen, 1992).

O gênero *Amynthus*, que pertence à família Megascolecidae, ocorre em áreas tropicais e subtropicais da América Latina. Foi introduzido no Brasil pelos colonizadores, juntamente com mudas de plantas (Righi, 1997).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as interferências dos sistemas de manejo agrícola na densidade populacional e biomassa do Oligochaeta edáfico *Amynthus* spp., tendo, como base, duas áreas nativas com vegetação distinta.

## MATERIAL E MÉTODOS

As áreas pesquisadas pertencem ao segundo planalto paranaense, na altitude de 1.200 m, latitude 25° 11' S, longitude 50° 15' W. O clima da região é subtropical úmido, mesotérmico, com temperatura média do mês mais quente de 22°C e do mês mais frio de 18°C e precipitação anual em torno de 1.400 mm (IAPAR, 1978).

Durante o período de fevereiro de 1993 a janeiro de 1994, selecionaram-se quatro ecossistemas distintos da região sobre Latossolo Vermelho-Escuro (LE) (EMBRAPA-SNLCS, 1981). Realizaram-se, mensalmente, coletas do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. na Fazenda Frankana, localizada na rodovia PR 151, no Km 125 entre Ponta Grossa e Castro e nas adjacências dessas cidades. Foram utilizadas áreas de 1 ha em dois agroecossistemas, cultivados há 18 anos com manejos diferentes: um com plantio direto e outro com plantio convencional. Os ecossistemas de referência tinham vegetação natural, representados por campo e mata nativa. O campo nativo está situado ao longo da rodovia PR 151, no Km 123, medindo 1,5 ha, com vegetação característica de estepes de gramíneas baixas, em relevo suave (EMBRAPA, 1981). A mata nativa situa-se nas proximidades da área de campo nativo, no Km 127 da mesma rodovia, medindo 2,5 ha e formada por mata de galerias subtropicais de *Araucária* sp. (EMBRAPA, 1981).

Os agroecossistemas foram cultivados com milho (*Zea mays* L.), triticale (*Triticum secale*, W.) e soja (*Glycine max* L.), na mesma época. O milho, cultivar Pioneer 3069, foi semeado em 29.09.92 e colhido em 10.03.93; o triticale, cultivar Arapoti, foi semeado em 20.04.93 e colhido em 03.08.93, e a soja, cultivar Embrapa 4, foi semeada em 01.12.93 e colhida em 10.04.94. Para análise estatística, considerou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (usos) e cinco repetições (coletas/área). Os resultados da densidade populacional e da biomassa foram transformados em

número por metro quadrado e submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5%.

Os ecossistemas foram amostrados em cinco locais distintos, escolhidos aleatoriamente, respeitando-se a distância mínima de 5 m (Lee, 1985). Com o auxílio de uma enxada, retiraram-se os resíduos orgânicos da superfície do solo e fixou-se o demarcador "quadrado de madeira", com área de 0,25 m<sup>2</sup>. No interior deste, adicionaram-se, lentamente, 5 L da solução extratora de formol 0,22% (Raw, 1959). Após dez minutos da adição da solução extratora, coletaram-se, manualmente, os Oligochaeta que atingiram a superfície do solo. Posteriormente, foram lavados em água destilada para retirar o solo aderido e armazenados em solução de formol a 4% (Talavera, 1987). Em seguida, o solo foi coletado e peneirado até à profundidade de 20 cm, correspondente a 0,05 m<sup>3</sup>, para assegurar a ausência de Oligochaeta na camada de solo amostrada.

Na primeira avaliação em fevereiro de 1993, coletaram-se amostras de solo compostas de vinte repetições na profundidade de 0-15 cm, as quais foram enviadas aos Laboratórios de Física e Química do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, para caracterização química e física de acordo com EMBRAPA (1979) (Quadros 1 e 2).

A densidade populacional, biomassa fresca e identificação foram obtidas no Laboratório de Biologia do Solo do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da UFPR-Curitiba/PR. A biomassa fresca foi obtida mediante lavagem das minhocas em água corrente, secagem em papel-toalha por um minuto e posterior pesagem. A identificação do gênero *Amyntas* spp. foi realizada de acordo com Righi (1966) e Sims & Easton (1972).

Em uma estação meteorológica localizada na Fazenda Frankana, obtiveram-se a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica diárias (Figura 1) como médias mensais.

**Quadro 1. Caracterização química dos solos estudados na profundidade de 0-15 cm, nos ecossistemas plantio direto (PD), plantio convencional (PC), campo nativo (CN) e mata nativa (MN)**

Área	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	T	P	C	m
		mmolc kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	%
PD	5,1	0,0	6,2	3,8	2,0	0,28	12,3	8,0	26,0	0,0
PC	5,0	0,0	5,8	3,2	1,4	0,38	10,8	5,0	23,0	0,0
CN	4,3	1,1	9,0	0,6	0,7	0,20	10,5	1,0	29,0	42,3
MN	3,9	2,3	12,1	0,5	0,4	0,18	13,2	2,0	27,0	68,0

**Quadro 2. Granulometria da TFSA dos solos estudados na profundidade de 0-15 cm, nos ecossistemas plantio direto (PD), plantio convencional (PC), campo nativo (CN) e mata nativa (MN)**

Área	Areia	Silte	Argila
	g kg <sup>-1</sup>		
PD	460	220	320
PC	440	240	320
CN	300	180	520
MN	560	120	320

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade populacional

Verificou-se que os quatro ecossistemas avaliados podem ser divididos em dois grupos distintos: o primeiro, representado pelo plantio direto e mata nativa, e o segundo, representado pelo plantio convencional e campo nativo (Quadro 3). Resultados similares aos encontrados para o plantio direto foram relatados por Deibert et al. (1991), quando encontraram valores de 30 a 183 indivíduos m<sup>-2</sup>, porém, com grande diversidade de espécies. Da mesma forma, para mata nativa, densidades de 34 e 61,7 indivíduos m<sup>-2</sup> são citados por Madge (1969) e Cook et al. (1980), respectivamente, abrangendo diversas espécies. Em oito das avaliações efetuadas, o plantio direto foi significativamente superior aos demais. O manejo do solo em plantio direto, promovendo acúmulo de material orgânico na superfície do solo e pequena movimentação mecânica, beneficia a comunidade desses organismos (Lee, 1985; Edwards & Fletcher, 1988).

As diferenças significativas entre o plantio direto e a mata nativa podem estar relacionadas com as características do solo (Quadro 1). Constata-se que, no plantio direto, há elevação do pH, cátions trocáveis, P disponível e CTC, associada à ausência de Al trocável, além da quantidade e a diversidade nutricional da fitomassa das culturas de milho, triticale e soja, fatores que podem ter beneficiado a população. Martin & Lavelle (1992) afirmam que a quantidade de material orgânico, a menor relação C/N e os baixos teores de lignina e tanino favorecem a população, bem como determinam a taxa de crescimento e de reprodução dos Oligochaeta edáficos. Os resultados de densidade populacional, encontrados para a mata nativa, são semelhantes aos obtidos por Dionísio et al. (1994) para o mesmo gênero.

No plantio convencional, a densidade populacional dos Oligochaeta edáficos foi afetada e, em três coletas, foi nula. Tais resultados concordam com os de Nuutinen (1992), o qual afirma que a população dos Oligochaeta edáficos sofre danos quando a atividade agrícola convencional é intensa, pela exposição dos organismos às condições adversas que retardam o crescimento, diminuindo a reprodução, provocando fuga e morte.

A ausência do Oligochaeta *Amyntas* spp no campo nativo pode estar associada a uma série de fatores, entre eles, baixos pH e níveis de cátions trocáveis (Lee, 1985, e Edwards & Bohlen, 1996). Por outro lado, no tratamento mata nativa, onde se observam estas condições, encontram-se valores de densidade populacional e biomassa fresca elevados. Dessa forma, a ausência do Oligochaeta no campo nativo pode estar associada a outros fatores, tais como: a quantidade da matéria orgânica proveniente da vegetação de gramíneas (Edwards & Bohlen, 1996) e o elevado teor de argila deste solo (Quadro 2), que, em períodos chuvosos, pode tornar-se anaeróbio, afetando a população de Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp (Lee, 1985).

### Biomassa fresca

Em consequência da maior densidade populacional no plantio direto e na mata nativa, encontraram-se diferenças significativas na biomassa fresca desses sistemas em relação ao plantio convencional em todas as avaliações (Quadro 4). Tais resultados, apesar de serem relativos a um único gênero avaliado, são expressivos. Resultados obtidos por Guerra (1994) em áreas de pastagem e capoeira, na presença das espécies *Pontoscolex corethurus*, *Chibui bari* e *Rhinodrilus curiosus*, apresentam oscilações de 0,94 a 27,65 e de 0,32 a 19,94 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. Da mesma forma, Caballero (1973) constatou 80,1 g m<sup>-2</sup> em áreas de pastagem colonizadas por três espécies.

Comparando a biomassa no PD e MN, verifica-se que, em 50% das avaliações, os sistemas não diferiram significativamente. Nas demais, cada ecossistema foi significativamente superior em 25% das avaliações. Para ressaltar a importância da biomassa fresca, as médias das doze leituras foram transformadas, obtendo-se 302 kg ha<sup>-1</sup>, no PD, e 258 kg ha<sup>-1</sup>, na mata nativa. Tais valores destacam a importância do PD no aumento da biomassa de *Amyntas* spp e são superiores aos encontrados por Satchel (1983), que encontrou 205 kg ha<sup>-1</sup> para diversas espécies. Por outro lado, os valores de biomassa ressaltam a importante participação de *Amyntas* spp nos processos de decomposição e incorporação da matéria orgânica no solo.

### Flutuação sazonal

Verificou-se que a densidade populacional do gênero *Amyntas* spp mostrou-se superior no plantio

direto nas quatro estações (Quadro 3). Isto se deve ao volume e diversidade de material orgânico depositado na superfície do solo, à qualidade deste componente e, principalmente, às menores amplitudes térmicas, associadas à precipitação pluviométrica (Figura 1). Já na mata nativa, a densidade populacional entre as estações manteve-se mais homogênea, em razão da cobertura permanente. No plantio convencional, o nível populacional baixo deveu-se ao uso de implementos agrícolas, revolvimento do solo, exposição aos inimigos naturais e ausência de cobertura vegetal. A falta de cobertura vegetal evidencia negativamente o equilíbrio da temperatura e umidade do solo, fatores que influenciam a maturidade dos *Oligochaeta* edáficos (Hauser, 1993).

O pico da densidade populacional foi atingido nos períodos de verão e primavera, quando as condições ambientais do plantio direto e mata nativa foram melhores para a comunidade *Oligochaeta* edáfico *Amyntas* spp. Resultados semelhantes foram confirmados por Lee (1985), que constatou ser a comunidade dos *Oligochaeta* edáficos maior no verão e primavera dentro de um sistema equilibrado; todavia, onde ocorreu revolvimento do solo e alterações das características naturais, a comunidade desses organismos foi afetada.

Os resultados obtidos para plantio direto e mata nativa demonstram variabilidade de biomassa (Quadro 4). No plantio direto, a biomassa dos *Oligochaeta* edáficos foi superior no verão e primavera, em razão da quantidade e da qualidade de alimento disponível, as quais beneficiaram o

ganho de peso (Satchell, 1967). Na mata nativa, observou-se maior biomassa no outono e inverno, mas mantendo-se próxima das outras estações do ano. Considerando tal variação, pode-se esperar que a comunidade do *Oligochaeta* edáfico *Amyntas* spp. tenha capacidade própria de manter-se dentro do ecossistema natural, mesmo quando as condições ambientais variam ao longo do ano. A variação da biomassa, no sistema plantio direto, deveu-se, possivelmente, à safra de verão e à presença de restos da cultura no caso triticales, menos assimilável pela comunidade. Já no sistema natural, não houve qualquer alteração nas características originais da vegetação da área.

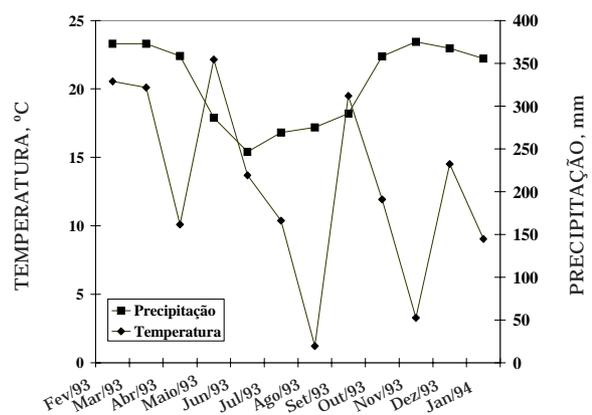


Figura 1. Temperatura média mensal e precipitação no período de fevereiro de 1993 a janeiro de 1994.

Quadro 3. Densidade populacional do *Oligochaeta* edáfico *Amyntas* spp., nos ecossistemas plantio direto (PD), plantio convencional (PC), campo nativo (CN) e mata nativa (MN)

Amostragem (Época)	Ecossistema			
	PD	MN	PC	CN
	n <sup>o</sup> m <sup>-2</sup>			
Fevereiro 93	133,5 a	37,6 b	0,0 c	0,0 c
Março 93	37,6 a	52,4 a	2,4 b	0,0 c
Abril 93	82,4 a	93,6 a	5,6 b	0,0 b
Mai 93	158,4 a	32,0 b	3,2 c	0,0 c
Junho 93	64,8 a	83,2 a	2,4 b	0,0 b
Julho 93	70,4 a	30,4 b	4,8 c	0,0 c
Agosto 93	118,4 a	95,2 a	2,4 b	0,0 b
Setembro 93	145,6 a	50,4 b	0,0 c	0,0 c
Outubro 93	77,6 a	46,4 a	1,6 c	0,0 c
Novembro 93	159,6 a	57,6 b	0,0 c	0,0 c
Dezembro 93	170,2 a	72,8 b	0,0 c	0,0 c
Janeiro 94	124,0 a	61,6 b	3,2 c	0,0 c

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Quadro 4. Biomassa fresca do *Oligochaeta* edáfico *Amyntas* spp., nos ecossistemas plantio direto (PD), plantio convencional (PC) e mata nativa (MN)

Amostragem (Época)	Ecossistema		
	PD	MN	PC
	g m <sup>-2</sup>		
Fevereiro 93	30,3 a	27,3 a	0,0 b
Março 93	11,1 b	38,3 a	0,1 c
Abril 93	27,0 b	65,1 a	0,4 c
Mai 93	35,8 a	16,5 b	0,1 c
Junho 93	5,1 b	57,2 a	0,1 b
Julho 93	31,8 a	21,9 a	0,6 b
Agosto 93	38,8 a	29,2 b	0,1 c
Setembro 93	29,0 a	29,7 a	0,0 b
Outubro 93	35,0 a	24,8 a	0,1 b
Novembro 93	38,3 a	34,2 a	0,0 b
Dezembro 93	50,0 a	34,7 b	0,0 c
Janeiro 94	30,2 a	31,4 a	0,1 b

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Diferenças estatisticamente significativas da mata nativa em relação ao plantio direto foram observadas nos meses de março, abril e junho, as quais podem ser explicadas pelo revolvimento do solo, utilização de agrotóxicos e fertilizantes (Werner & Dindal, 1989). Portanto, na mata nativa, onde não houve revolvimento mecânico, a comunidade apresentou-se mais estável. Por outro lado, as diferenças estatisticamente significativas do plantio direto em relação à mata nativa nos meses de maio, agosto e dezembro podem ser atribuídas ao aumento da umidade do solo, proveniente de chuvas nesses meses, e ao acréscimo de resteva de milho e triticale.

### CONCLUSÕES

1. Os sistemas de manejo do solo interferiram, diferenciadamente, nas características analisadas. O plantio direto e a mata nativa promoveram a maior densidade populacional e biomassa do gênero *Amyntas* spp., enquanto, no plantio convencional, observou-se o contrário. No campo nativo, este gênero não foi encontrado.

2. Na mata nativa e no plantio direto, foram observadas a maior densidade populacional e biomassa do gênero *Amyntas* spp.; entretanto, na mata nativa, sazonalmente, a densidade sofreu pequenas oscilações, enquanto a biomassa permaneceu praticamente constante.

### LITERATURA CITADA

- ABBOTT, I. & PARKER, C.A. Interactions between earthworms and their soil environment. *Soil Biol. Biochem.*, 13:191-197, 1981.
- BARNES, B. T. & ELLIS, F. B. Effects of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues on populations of earthworms. *J. Soil Sci.*, 30:669-679, 1979.
- CABALLERO, M.E.S. Binomia dos Oligochaeta terrestres da região norte-ocidental do estado de São Paulo. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1973. 142p. (Tese de Mestrado)
- CHRISTENSEN, O. & MATHER, J.G. Dynamics of lumbricid earthworm cocoons in relation to habitat conditions at three different arable sites. *Pedobiologia*, 34:227-238, 1990.
- 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. *J. Appl. Ecol.*, 17:21-29, 1980.
- CURRY, J.P. & BOYLE, K.E. Growth rates, establishment, and effects on herbage yield of introduced earthworms in grassland on reclaimed cutover peat. *Biol. Fertil. Soils*, 3:95-98, 1987.
- DEIBERT, E.J.; UTTER, R.A. & SCHWERT, D.P. Tillage system influence on earthworms (Lumbricidae) in north Dakota. *North Dakota Farm. Res.*, 48:10-12, 1991.
- DIONÍSIO, J.A.; TANCK, B.C.B.; SANTOS, A.; SILVEIRA, V.I. & SANTOS, H.R. Avaliação da população de Oligochaeta (terrestres) em áreas degradadas. *R. Ci. Agra.*, 13:35-40, 1994.
- EDWARDS, C.A. & BOHLEN, P.J. *Biology and ecology of earthworms*. 3.ed. London, Chapman and Hall, 1996. 426p.
- EDWARDS, C.A. & FLETCHER, K.E. Interactions between earthworms and organic matter breakdown. *Agric. Ecosyst. & Environ.*, 24:235-247, 1988.
- EDWARDS, C.A. & LOFTY, J.F. *Biology of Earthworms*. London, Chapman and Hall, 1972. 283p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Ciência do Solo. Manual de métodos e análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. 79p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Ciência do Solo. Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, mapa Escala 1:600.000. Curitiba, 1981.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. Cartas Climáticas do Estado do Paraná. Londrina, 1978. 38p.
- GUERRA, R.T. Sobre a comunidade de minhocas (Annelida, Oligochaeta) do campus da Universidade Federal do Acre, Rio Branco (AC), Brasil. *R. Bras. Biol.*, 54:593-601, 1994.
- HAUSER, S. Distribution and activity of earthworms and contribution to nutrient recycling in alley cropping. *Biol. Fertil. Soils*, 15:16-20, 1993.
- LAMPARSKI, A.K. & LAMPARSKI, F. Burrow constructions during the development of *Lumbricus badensis* individuals. *Biol. Fertil. Soils*, 3:125-129, 1987.
- LEE, K.E. *Earthworms. their ecology and relations with soils and land use*. London, Academic Press, 1985. 411p.
- MADGE, D.S. Field and laboratory studies on the activities of two species of tropical earthworms. *Pedobiologia*, 9:188-214, 1969.
- MARTIN, A. & LAVELLE, P. Effects of soil organic matter quality on its assimilation by *Millsonia anomala*, a tropical geophagus earthworm. *Soil Biol. Biochem.*, 24:1535-1538, 1992.
- NUUTINEN, V. Earthworm community response to tillage and residue management on different soil types in southern Finland. *Soil Till. Res.*, 23:221-239, 1992.
- PARMELEE, R.W. Earthworms and enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic matter breakdown. *Biol. Fertil. Soils*, 10:10-10, 1990.
- RAW, F. Estimating the earthworm population by using formalin. *Nature*, 184:1661, 1959.

- RIGHI, G.R. Invertebrados: A minhoca. São Paulo, Instituto Brasileiro Educação e Cultura, 1966. 83p.
- RIGHI, G.R. Minhocas da América latina: diversidade, função e valor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, SBCS-CNPS-CNPAB-UFRRJ-PESAGRO, 1997. (CD-ROM)
- SATCHELL, J.E. Lumbricidae. In: Soil biology. BURGESS, A. & RAW, F., eds. London, 1967. 657p.
- SATCHELL, J.E. Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. 1.ed. London, Chapman and Hall, 1983, 495p.
- SIMS, R.W. & EASTON, E.G.A. A numerical revision of the earthworm genus *Pheretima* auct. (Megascolecidae: Oligochaeta) with recognition of new genera and an appendix on the earthworms collected by the Royal Society North Borneo Expedition. Biol. J. Lin. Soc., 4:169-268, 1972.
- TALAVERA, J.A. Lombrices de tierra presentes en la laurisilva de Tenerife (Islas Canarias). Misc. Zool., 11:93-103, 1987.
- WERNER, M.R. & DINDAL, D.L. Earthworm community dynamics in conventional and low-input agroecosystems. R. Écol. Biol. Sol., 26:427-437, 1989.

