

BENEDITO CARLOS BORGES TANCK

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO
***Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) EM QUATRO**
ECOSSISTEMAS, ATRAVÉS DE DOIS
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Ciências do Solo, subárea Biologia do Solo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Agronomia.

Professor Orientador:
Dr. Honório Roberto dos Santos.

CURITIBA
1996

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CIÊNCIA DO SOLO
"MESTRADO"

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **BENEDITO CARLOS BORGES TANCK**, com o título: **"Flutuação populacional do Oligochaeta Edáfico Amyntas spp (KINBERG, 1867) em quatro ecossistemas, através de dois métodos de extração"** para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação com o conceito **"B"** completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 25 de agosto de 1995.


Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos, Presidente.


Prof. Dr. Masato Kobiyama, Iº Examinador.


Prof. M.Sc. Jair Alves Dionísio, IIº Examinador.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador e Professor Dr. Honório Roberto dos Santos pelo incentivo, apoio incondicional, orientação e principalmente pela amizade.

Aos professores Anibal Moraes, Jair Alves Dionísio, Beatriz Prevedello, Antonio Carlos Motta e Glaucio Roloff pelo apoio, crédito e amizade.

Ao professor e grande mestre Dr. Wladimir C. Kavalieridze pelo amor a Ciência do Solo.

Ao professor Manoel Quintilham pela amizade, apoio e suas palavras de perseverança e incentivo.

A Nossa Senhora Aparecida que sempre me iluminou e protegeu durante todo o desenvolvimento desta.

A querida Andréezinha que sempre suportou e esteve presente nos momentos mais difíceis e acreditou no meu total desempenho.

Ao mestre Jorge Zahdi e companheiros de academia que sempre me deram força para a conclusão deste.

Aos colegas e amigos do Curso de pós-graduação em Agronomia que sempre participaram e incentivaram o decurso deste.

Aos colegas e amigos do Curso de Biologia da PUC-PR que me estimularam a acreditar que a pesquisa é o caminho mais importante para o desenvolvimento.

Ao meu amigo e irmão Alexandre Magno que participou e auxiliou no desenvolvimento deste.

Aos meus colegas do CEPPA/FUNPAR, especialmente aos amigos e companheiros Leandro Otávio e Vadel, que estiveram ao meu lado participando dos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade e apoio oferecidos.

Ao Departamento de Solos pelo auxílio estrutural e apoio concedidos a este projeto.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida.

Aos funcionários do Departamento de solo pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Ao funcionário Gerson Novicki que sempre esteve presente, com muita preocupação, lembrando dos prazos e deveres dos pós-graduados.

A Fundação ABC pelo apoio técnico-científico e informações para o conclusão deste.

Ao Sr. Franke Djikstra e família pelo apoio estrutural e auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Volnei pela amizade, companheirismo e auxílio deste.

Ofereço

A DEUS EM NOME DE JESUS E NOSSA SENHORA DE APARECIDA

A minha família pela formação,
dignidade e exemplo que me
ofereceram apoiaram e compre-
enderam a divisão de meu tempo
para com o trabalho.

Dedico

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	vii
	LISTA DE TABELAS	ix
	RESUMO	x
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	ASPECTOS GERAIS DA ECOLOGIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	5
2.2	CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	6
2.3	INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE A POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	8
2.3.1	Temperatura	8
2.3.2	Umidade	9
2.3.3	Aeração	11
2.3.4	Material Alimentar	12
2.3.5	pH (acidez e alcalinidade)	13
2.4	INFLUÊNCIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS SOBRE AS PROPRIEDADES PEDOLÓGICAS	14
2.4.1	Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades físicas do solo	15
2.4.2	Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades químicas do solo	17
2.4.3	Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades Biológicas do solo	20
2.5	INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	21
2.6	INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PLANTIO SOBRE A POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	23
2.6.1	Plantio Direto	24
2.6.2	Plantio Convencional	25
2.7	INFLUÊNCIAS DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS NO TRANSPORTE DE NUTRIENTES NO PERFIL DO SOLO	26

2.8	CATALIZAÇÃO DE METAIS PESADOS PELOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	28
2.9	IMPACTO DOS FERTILIZANTES NA POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	30
2.10	IMPACTO DOS AGROTÓXICOS NA POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	32
2.11	INFLUÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE ANO NA ATIVIDADE BIOLÓGICA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	34
2.12	MÉTODOS DE COLETA PARA AVALIAR A DENSIDADE POPULACIONAL DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS	35
2.12.1	Métodos Passivos	36
2.12.2	Métodos Ativos	37
2.13	CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E TAXONÔMICA DO GÊNERO ESTUDADO	39
2.13.1	Gênero <i>Pheretima</i> (KINBERG, 1867)	40
2.13.2	Gênero <i>Amyntas</i> (KINBERG, 1867)	41
3	MATERIAIS E MÉTODOS	42
3.1	LOCAL, CLIMA E VEGETAÇÃO	42
3.2	RELEVO E SOLO	44
3.3	ÁREAS INVESTIGADAS	44
3.3.1	Localização	45
3.3.2	Caracterização das Áreas Investigadas	45
3.3.2.1	Plantio Direto e Plantio Convencional	45
3.3.2.2	Aplicação de Fertilizantes e Agrotóxicos	46
3.3.2.3	Campo Nativo e Mata Nativa	48
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	49
3.5	AVALIAÇÕES EFETUADAS	49
3.5.1	Análise Biológica.....	49
3.5.2	Análise Física e Química do Solo	51

3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1	AVALIAÇÃO DE DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867) NAS ÁREAS INVESTIGADAS	53
4.2	AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867) NAS ÁREAS INVESTIGADAS	57
4.3	AVALIAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE E BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867)	60
4.4	AVALIAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA.....	67
4.5	AVALIAÇÃO DOS EXTRATORES EM RELAÇÃO A DENSIDADE DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA.....	71
4.6	AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA	75
4.7	AVALIAÇÃO DOS EXTRATORES EM RELAÇÃO A BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO <i>Amyntas</i> spp. (KINBERG, 1867), NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA	79
5	CONCLUSÃO	83
	ABSTRACT	86
	APÊNDICE	87
	ANEXO	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

LISTA DE FIGURAS

1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE CASTRO, PR	43
2	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.	55
3	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO, 1993/94.....	56
4	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO, 1993/94.....	58
5	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	59
6	FLUTUAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.....	63
7	FLUTUAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	64
8	FLUTUAÇÃO SAZONAL DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.....	65

9	FLUTUAÇÃO SAZONAL DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	66
10	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.....	69
11	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	70
12	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	73
13	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	74
14	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.....	77
15	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	78
16	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	81
17	FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO Amyntas spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.....	82

LISTA DE TABELAS

- 1 CRONOGRAMA DO MANEJO CONDUZIDO NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CASTRO-PR, 1993/94 47
- 2 PRODUTIVIDADE NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS CULTURAS CONDUZIDAS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO, CASTRO-PR, 1993/94 47

RESUMO

Neste trabalho procurou-se avaliar a influência dos sistemas plantio direto e convencional e dos ecossistemas naturais mata nativa e campo nativo, na região dos campos gerais no Paraná, sobre a densidade populacional do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867). As áreas situam-se no 2º planalto paranaense entre as cidades de Ponta Grossa e Castro. O estudo foi conduzido no período de fevereiro de 1993 a janeiro de 1994, sendo que as avaliações foram feitas mensalmente. Nos agroecossistemas foram desenvolvidas as culturas de milho (P-3069), triticale (Arapoti) e soja (EMBRAPA-4) simultaneamente, com aplicações de fertilizantes e agrotóxicos. Já nos ecossistemas naturais ocorrem vegetação característica de estepes de gramíneas baixas para o campo nativo e de matas de galerias subtropicais para a mata nativa. Para a determinação da densidade e biomassa dos Oligochaeta, utilizou-se o método ativo, através do uso de substâncias químicas repelentes: formol 1% e permanganato de potássio 0,2 %. As amostragens foram realizadas usando-se um quadrado de madeira com área de 0,25 m², onde as soluções extratoras eram adicionadas independentes. Os organismos, após a coleta, foram conduzidos ao laboratório de Biologia do Solo do Departamento de fitotecnia e fitossanitarismo do SCA/UFPR, para serem identificados, quantificados numericamente e pesados. A densidade e biomassa populacional do Oligochaeta **Amyntas** spp. foram mais acentuadas no agroecossistema plantio direto e no ecossistema natural mata nativa, enquanto que no agroecossistema plantio convencional foram baixas, devido provavelmente a movimentação mecânica do solo e baixo conteúdo de resíduos orgânicos. Já no ecossistema natural campo nativo não ocorreu presença do gênero estudado, devido as características peculiares que envolvem a área. Em relação aos extratores, o formol 1% mostrou-se com melhor rendimento no sistema de plantio direto, enquanto que o permanganato de potássio 0,2% obteve resultados significativos relacionados com a biomassa no ecossistema mata nativa. A caracterização física e química do solo foi realizada a partir de coletas sazonais, para ser observado alterações. Para a análise estatística utilizou-se o programa SANEST, onde avaliou-se diferenças entre os ecossistemas plantio direto e mata nativa e os extratores, através da aplicação de ANOVA e Teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que para os ecossistemas plantio convencional e campo nativo não foi possível realizar análise estatística, devido a inexistência de comparação entre os intervalos.

1 INTRODUÇÃO

O solo é o resultado líquido dos fatores climáticos e da ação dos organismos. Dessa forma, o solo compõe-se de um material-incremento orgânico no qual os organismos e seus produtos estão mesclados com o material-matriz finamente dividido e modificado. A diversidade da fauna do solo é completamente extraordinária sendo que a maioria dos organismos são microscópicos e podem ser separados do substrato sólido no qual vivem. O estágio ecológico destes organismos baseia-se principalmente na atividade, na alimentação, na capacidade de degradação de restos orgânicos e na produção de excrementos. Muitos grupos são importantes e geralmente têm um papel fundamental nos processos físicos, químicos e biológicos do solo.

A influência da pedofauna sobre as características físico-químicas do solo tem sido tópico de numerosos estudos. Em muitos destes, os Oligochaeta edáficos são descritos como organismos que influenciam a dinâmica da água, dos nutrientes e do ar no solo. Através da atividade destes organismos e de seu impacto sobre vários processos biogeoquímicos, têm-se comprovado, através de modelos de simulação, que estes organismos fornecem grande energia biológica ao substrato solo. É evidente que tais organismos dependam de raízes de plantas, atividade biológica, tipo de solo e fatores climáticos para poderem decompor, movimentar-se, reproduzir-se e fornecer nutrientes às plantas.

As características físicas e químicas do solo determinam a natureza do ambiente no qual os organismos são encontrados. Porém, estas características ambientais afetam consideravelmente a composição da comunidade sobre dois aspectos: qualitativamente e quantitativamente. Então, os organismos vivos e o seu ambiente abiótico estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si. O ecossistema "**solo**" é a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui os organismos quanto o ambiente abiótico, cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para a manutenção da vida. Sendo os ecossistemas abertos, o ambiente de entrada e o ambiente de saída devem ser considerados partes importantes do conceito.

A fauna e a flora do solo são constituintes da comunidade biótica ou edáfica. Organismos herbívoros consomem, restos vegetais e "**húmus**" e lançam grande quantidade de excrementos, concedendo um aumento na estrutura friável do solo. O processo de decomposição de tecidos mortos e plantas, misturados com os excrementos junto ao solo, aumentam e mantêm a porosidade, a aeração e a infiltração da água, que estão intimamente relatados para o aumento da atividade biológica. O movimento da pedofauna facilita a disseminação de esporos fúngicos e bacterianos. Portanto, a fauna do solo tem papel catalítico e está relatado para o aumento e manutenção da fertilidade do solo.

Tem-se investigado a adoção de métodos de preparo do solo para melhorar o conteúdo da matéria orgânica e a distribuição

dos nutrientes, objetivando um aumento da atividade pedobiológica. Esta atividade se traduz na transformação de resíduos de culturas em "**húmus**", conseqüentemente liberando nutrientes em formas solúveis para absorção pelos vegetais. Portanto, o plantio direto surge como uma opção técnica de conservação do solo, onde o não revolvimento e a constante manutenção da cobertura do solo pela palha, possibilitam uma gradativa recuperação das propriedades físico-químicas-biológicas. O processo de decomposição que ocorre no plantio direto é semelhante aquele de um ecossistema natural, onde as etapas de degradação de um resíduo orgânico e formas inorgânicas são mediadas biologicamente. Neste caso ocorre uma concentração da atividade biológica entre 0 - 20cm de profundidade no solo, tendo uma biomassa mais elevada do que no plantio convencional, esta consistindo em uma comunidade mais diversificada. Então, a relação entre a acumulação de resíduos orgânicos e a atividade biológica no plantio direto provocam significativamente uma elevação expressiva nos teores de matéria orgânica e de nutrientes.

Finalmente, os organismos individuais não somente se adaptam ao ambiente físico, mas através da sua ação conjunta nos ecossistemas, também adaptam-se ao ambiente geoquímico segundo as suas necessidades biológicas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as interferências dos sistemas de manejo agrícola na população do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. (Kinberg, 1867), tendo como subsídio ecológico duas áreas nativas com distinção de vegetação e com

propriedades pedológicas características. Com isso, pode-se avaliar as diferenças entre densidade e biomassa nos ecossistemas, como também os benefícios destes para com o organismo estudado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA ECOLOGIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Os Oligochaeta edáficos são encontrados em muitas partes do mundo, desde regiões áridas até regiões frias.

Aproximadamente 3000 espécies são catalogadas, incluindo as subordens Alluroidina, Moniligastrina e Lumbricina (BOUCHÉ, 1971;72;77). Muitos destes organismos são habitantes do solo, da camada superficial e sobre o solo em esterco de animais, montes de lixo, madeiras podres, abaixo de cobertura de musgos e samambaias em troncos de árvores, embaixo de cascas de árvores antigas ou em material inorgânico acumulado nas bases das epífitas ou na base de folhas de algumas árvores de florestas subtropicais (LEE, 1985). Os solos são sistemas abertos que modificam-se continuamente em espaço e tempo; materiais orgânicos são adicionados e perdidos e os processos cíclicos da acumulação de energia e liberação (Ciclo do Carbono) e da manutenção de nutrientes das plantas e animais provocam equilíbrio dinâmico que regula a fertilidade do solo, no qual os Oligochaeta edáficos freqüentemente têm importância fundamental neste processo (LEE, 1985). Portanto, estes organismos desempenham um papel pedoecológico essencial, desenvolvendo atividades que beneficiam as propriedades químicas e físicas do solo, favorecem a aeração do solo, aumentam a estabilidade dos agregados, aumentam a infiltração da água, aumentam a mescla e a decomposição dos resíduos das

plantas, modificam o pH e aumentam a disponibilidade dos nutrientes orgânicos e inorgânicos que diretamente ou indiretamente elevam a produtividade do solo (EDWARDS & LOFTY, 1972). A população dos Oligochaeta edáficos é controlada por fatores ambientais que influenciam seus ciclos biológicos, como temperatura, umidade e suplementação de carbono orgânico (EDWARDS & LOFTY, 1972). Então, estes organismos podem ser considerados como parte integrante do solo e com isso indicar impactos ambientais devido a sua importante atividade mecânica na formação de galerias e na atividade biológica pela decomposição da matéria orgânica (CHRISTENSEN & MATHER, 1990). Com isso, qualquer alteração no ambiente natural através do revolvimento do solo, distúrbios mecânicos nas galerias, compactação do solo, queimadas, destruição da matéria orgânica e a remoção da camada superficial orgânica, tem potencialmente efeitos negativos sobre a população dos Oligochaeta edáficos (EDWARDS & LOFTY, 1972; MATHER & CHRISTENSEN, 1988).

2.2 CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Muitas informações sobre as preferências alimentares dos Oligochaeta edáficos tem sido derivadas das examinações detalhadas dos conteúdos do canal alimentar (LEE, 1985). Porém, estas informações indicam que algumas espécies não necessariamente tem a mesma dieta em diferentes localidades. Através das experiências observadas por BOUCHÉ (1971; 1972; 1977), foi proposta uma classificação dos Oligochaeta edáficos

ao redor de três formas de vida generalizadas, "epígenas", "endógenas" e "anécicas". Respectivamente, estas são basicamente habitantes de superfície com pigmentação-escuro; habitantes do solo com pigmentação acinzentada-escuro; e as que tem galerias profundas mas que sobem a superfície para alimentarem-se ou excretarem (BOUCHÉ, 1971; 1972; 1977). Há outra classificação mais simples segundo PIARCE (1972) que após investigação do canal alimentar de várias espécies, constatou três principais componentes: a) **húmus** cru, no qual regularmente classificou de células de plantas intactas; b) **húmus** amorfo, consistindo de material orgânico escuro com células intactas não reconhecíveis e c) material mineral. PIARCE (1972), então concluiu, que a alta concentração de **húmus** cru e material mineral é predominante em organismos "detritípagos" e que alta concentração de **húmus** amorfo e material mineral é predominante em organismos "geófagos". Entretanto, OLIVER & CLARK (1978) definiram através de extensos estudos, que os ciclos de vida dos "Annelida" distingue-se em três principais grupos reprodutivos: a) monotélicos, nos quais algumas espécies se reproduzem somente uma vez durante a vida; b) politélicos, nos quais ocorrem reprodução em diversas vezes durante a vida e c) semi-contínuos/contínuos, nos quais espécies reproduzem-se várias vezes durante a vida e liberam gametas em números de espécimens pequenos sobre uma reprodução extensiva sazonal dentro de um ou mais anos. Segundo OLIVER & CLARK (1978) classificam-se os Oligochaetas edáficos entre os grupos reprodutores **semi-contínuos/contínuos**.

2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE A POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Os principais fatores ambientais básicos que podem influenciar a reprodução, o crescimento, a atividade mecânica e a atividade metabólica são: temperatura, umidade, aeração, material alimentar e pH (acidez e alcalinidade).

2.3.1 Temperatura

Os Oligochaeta edáficos têm grande capacidade móvel dentro do solo quando ocorre variações de temperatura (LEE, 1985) entretanto, é relativamente fácil determinar limites de temperaturas ótimas e seus efeitos, sobre espécies de laboratório e população de campo, através de modelos ecológicos (EDWARDS, 1967). Estes métodos, oferecem possibilidades para um melhor entendimento da significância da temperatura ambiental e do solo, mas têm sido pouco usados. BAROIS (1992) enfatizou em seu trabalho que a temperatura tem um efeito direto sobre a atividade microbiana no conteúdo intestinal dos Oligochaeta edáficos. Este efeito se traduz na dinâmica do oxigênio e nutrientes, portanto ocorre mutualismo, porque tem requerimentos importantes, como: grande quantidade de muco nutritivo e conteúdo de água no sistema digestivo (BAROIS & LAVELLE, 1986). A interrelação da temperatura entre Oligochaeta edáficos e microflora é um importante fator no argumento, sobre

a idéia que o mutualismo tem um papel fundamental na estrutura e função da rede alimentar nos solos tropicais (LAVELLE & FRAGOSO, 1992). Em outro aspecto (BUTT, 1991) ressalta que a temperatura ambiental tem uma importância significativa sobre os estágios de vida (produção de ootecas, desenvolvimento de ootecas e crescimento populacional) que podem estar comprometidos pelas oscilações sazonais. MOMENT et al.(1980) reporta que a temperatura ótima para espécies européias está em torno de 10°C a 15°C, tendo estas temperaturas grande importância no ciclo biológico e metabólico destes organismos. Portanto, a atividade dos Oligochaeta edáficos é importante na reabilitação, manutenção ou melhoramento das condições químicas, físicas e biológicas, as quais são diretamente ou indiretamente influenciadas pela temperatura (CURRY & COTTON, 1983).

2.3.2 Umidade

Tem-se discutido que os Oligochaeta edáficos requerem uma grande quantidade de água (LEE, 1985) e que estes organismos podem adquirir somente do alimento ou pela embebição direta da água dos filmes superficiais do solo ou da água ocupada nos poros do solo ou em outros habitats (EDWARDS, 1967). LEE (1985) afirma também, que os Oligochaeta edáficos obtém o oxigênio pela absorção da solução do solo através da cutícula e assim mesmo umas poucas espécies tem especial adaptação morfológica que permita a sobrevivência em solos saturados, mas a maioria

das espécies não podem sobreviver por longo tempo nesse ambiente.

É provável que os Oligochaeta edáficos em solos orgânicos inundados (**turfa**), sejam componentes da fauna insignificante, porque a alimentação é limitada, o pH é baixo e há grande concentração de água (COTTON & CURRY, 1982).

KRETZSCHMAR (1978;1982) encontrou diferentes grupos ecológicos de Oligochaeta edáficos que contribuem para diferentes formas de galerias e que a quantidade de galerias variam através dos anos, estando correlatado com o conteúdo de água no solo e temperatura.

LAVELLE, et al. (1980) sugerem que os Oligochaeta edáficos alimentam-se essencialmente de constituintes orgânicos da água solúvel do solo e que neste processo ocorre eficiência na digestão mutualística, através dos altos níveis de nutrientes utilizados na atividade microbiana. Então, para que ocorra o metabolismo, estes organismos requerem primeiramente a ingestão de água e o conteúdo de água no corpo destes pode ser controlado pela ingestão de umidade do solo (LAVELLE, 1978). Este conteúdo de água no intestino e nos tecidos, formam muitos fluidos fisiológicos, os quais têm muitas funções metabólicas (LAVELLE, 1986).

A disponibilidade de água no solo governa as propriedades mecânicas e conseqüentemente auxiliam na atividade biológica dos Oligochaeta edáficos endogênicos, através da construção de galerias (KRETZSCHMAR & BRUCHOU, 1991). De qualquer forma a atividade biológica está diretamente relacionada com o conteúdo

de água no solo, isto é, níveis ótimos de umidade (20K Pa até 100K Pa), que são compatíveis com o nível normal de atividade e auxiliando na distribuição mecânica da água através da construção de galerias (KRETZSCHMAR & BRUCHOU, 1991).

2.3.3 Aeração

Os Oligochaeta edáficos podem viver relativamente em níveis baixos de oxigênio, níveis alto de dióxido de carbono e podem até sobreviver em água, se essa água contiver oxigênio dissolvido (EDWARDS, 1967).

LEE (1985) afirma que a utilização do oxigênio livre da água, requer que a água da superfície em contato com o ar seja suficiente para manter a concentração de oxigênio dissolvido até um nível adequado para a demanda dos Oligochaeta edáficos.

Através do movimento mecânico dos Oligochaeta edáficos nas camadas do solo, forma-se uma rede de galerias que tem um importante papel no movimento do oxigênio e água no perfil do solo (EHLERS, 1975). Este movimento do oxigênio está diretamente relacionado com o nível populacional e biomassa dos Oligochaeta edáficos, favorecendo o nível de oxigênio quando a população e biomassa são representativas (MCKENZIE & DEXTER, 1993). Portanto, favorecido o nível de oxigênio, estes organismos são beneficiados em seu habitat, podendo contribuir dentro do solo nas transferências dos fluxos de oxigênio e carbono.

2.3.4 Material Alimentar

Os Oligochaeta edáficos são organismos saprófagos, isto é, sua dieta compreende principalmente de detritos orgânicos em vários estágios de decomposição (LEE, 1985). Embora o volume do alimento ingerido é tecido de plantas mortas, microrganismos vivos, fungos, componentes da microfauna e mesofauna, os seus tecidos mortos são também ingeridos, fazendo parte da dieta (LEE, 1985).

É evidente que a disponibilidade proteica é importante na determinação, distribuição e abundância dos Oligochaeta edáficos (SATCHELL, 1967), porque estes organismos aumentam de peso somente sobre a alta alimentação proteica (ABBOTT & PARKER, 1981). Então, sobre certas condições alimentares, estes invertebrados contribuem diretamente e indiretamente no fluxo de nutrientes e carbono nos solos (ANDERSON, 1988). As contribuições diretas são através de transferências tróficas nas redes alimentares, no nível trófico (alimentação, excreção e respiração) e no retorno de tecidos produzidos (mortos), sendo que cada ciclo direto, o biota, o nitrogênio e o carbono são mineralizados (ANDERSON, 1988; NEKRASOVA & ALEKSANDROVA, 1982).

Foi verificado que os Oligochaeta edáficos utilizam aproximadamente 14% da energia total aplicada dentro do sistema decompositor, isto indica a importância destes organismos no sistema edáfico (DASH, et al., 1979). Portanto, o conhecimento dos membros da fauna é essencial para se entender os processos

de decomposição e a importância ecológica nos processos de disseminação de esporos de fungos e bactérias, como de outros microrganismos que povoam o ecossistema solo. (DASH et al., 1979).

Os limites de crescimento dos Oligochaeta edáficos estão sobre uma ampla série de combinações de sais minerais, substrato rico em celulose e vitaminas na forma de biomassa microbiana (FLACK & HARTENSTEIN, 1984).

2.3.5 pH (acidez e alcalinidade)

O pH do solo têm alta correlação com o número de Oligochaeta edáficos e em experimentos de laboratório confirmou a sensibilidade de algumas espécies à concentração dos íons de hidrogênio (SATCHELL, 1980; KAPLAN et al., 1980). Isto geralmente demonstra que estes organismos são raros em muitos solos ácidos, mas também onde o nível de cálcio trocável é baixo, portanto um fator limitante (HURWITZ, 1912). NIELSON (1951) encontrou algumas espécies de campo que foram correlatadas com os níveis de cálcio trocável no solo do que com o nível de pH e concluiu que a presença do cálcio foi o mais importante fator na distribuição dos Oligochaeta edáficos. Estas observações sugerem que muitos destes organismos necessitam de suplementação contínua de cálcio, o qual convertem em carbonato de cálcio e são excretados por glândulas especiais conhecidas como calcíferas (RUSSELL, 1950). LEE (1985) após revisão de muitos trabalhos atribuiu várias funções

às glândulas calcíferas, dentre elas pode-se citar: a) neutralização de materiais húmicos; b) absorção de nutrientes do intestino; c) absorção de oxigênio; d) excreção do excesso de cálcio absorvido do intestino; e) fixação e excreção do dióxido de carbono respiratório; f) regulação da acidez na excreção nitrogenada; g) regulação do pH sanguíneo; h) regulação osmótica, iônica e pH dos fluidos do corpo; e i) excreção do excesso de água e regulação de conteúdo de água no corpo.

Alguns estudos demonstram que os Oligochaeta edáficos podem ser usados como bioindicadores de contaminação de metais em solo (BEYER, et al., 1987), então estes organismos concentram metais em seus tecidos, sendo esta concentração relacionada com variáveis do solo, entre estas o pH mostra-se significativa (LEE, 1985).

2.4 INFLUÊNCIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS SOBRE AS PROPRIEDADES PEDOLÓGICAS

Pedogênese e fertilidade do solo é resultado de uma combinação de fatores abióticos e bióticos, incluindo a composição do material de origem, desgaste físico e químico, regimes de temperatura, estabilidade hidrológica e paisagem. Fatores bióticos, especialmente absorção pelas plantas de água, nutrientes, fotossíntese, degradação, decomposição da liteira e decomposição de raízes mortas (LEE, 1985).

DARWIN (1881) reconheceu que os Oligochaeta edáficos foram contribuidores significantes para os componentes bióticos dos

processos do solo e estas observações iniciais tem sido confirmadas e ampliadas por muitos pesquisadores subseqüentes.

2.4.1 Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades físicas do solo

Os efeitos dos Oligochaeta edáficos no solo resulta da escavação de galerias e produção de excrementos (LEE, 1985). Estes excrementos consistem em material orgânico e inorgânico mixados no solo que são triturados após passarem pelo sistema digestivo (ARMSTRONG, 1984). As espécies geófagas ingerem e trituram grande quantidade de partículas inorgânicas do solo, enquanto que espécies detritípagas também ingerem solo quando constroem suas galerias (LEE, 1985). A ingestão de grande quantidade de solo pelos Oligochaeta edáficos e o efeito da população sobre a macro e microestrutura do solo é significativa (LAVELLE, 1979; LAVELLE, et al., 1987), conseqüentemente provocando maior abastecimento de gases no perfil do solo (VANNIER, 1987). LEE (1985) descreveu três principais formas de galerias: estas são usualmente galerias verticais, algumas vezes com ramificações próximas a superfície; galerias de espécies geófagas que procuram alimentar-se na sub-superfície dos horizontes do solo mas que são predominantemente horizontais com algumas aberturas na superfície; e as galerias intermediárias verticais feitas por organismos que vivem na superfície mas que durante as estações de seca e frio se retraem para dentro do perfil do solo. Galerias, como bioporos em geral, são canais cilíndricos e tem sido descritos como

importantes estruturas para o movimento de água e ar através do solo (EHLERS, 1975; JOSCHKO et al., 1989) e possivelmente proporcionar caminhos para o crescimento das raízes das plantas (DEXTER, 1978).

As atividades alimentares e escavadoras dos Oligochaeta edáficos, têm modificado as propriedades físicas do solo com importantes conseqüências para o balanço hídrico, taxa de infiltração, fluxo e transporte de sedimentos (ANDERSON, 1988; EDWARDS et al., 1992). Estes organismos são especialmente notados pela sua habilidade em aumentar a taxa de infiltração de água, mas em adição, podem também aumentar a porosidade do solo (BOSTRÖM, 1986; JOSCHKO et al., 1980). Estas atividades são claramente importantes, no melhoramento da estrutura do solo e com o trânsito de máquinas pesadas esse processo é afetado (LEE, 1985). A maioria dos Oligochaeta edáficos têm galerias permanentes, mas algumas espécies as galerias são profundas e mantidas por longo período (BOUCHÉ, 1971). Nos bioporos, que são usualmente ocupadas com depósito de muco, a água e o ar podem fluir muito rapidamente (HAUKKA, 1991) e evidencia que as galerias dos Oligochaeta edáficos aumentam a condutividade hidráulica em 80% (LEE, 1985). Então, modelos funcionais simulados do sistema de poros no solo são construídos, como necessidade para se conhecer modelos geométricos e espaciais dos sistemas de galerias (HAUKKA, 1991; SMETTEM, 1992; VLIET et al., 1993). Portanto, a construção e o uso das galerias são o resultado da adaptação e especialização, bem como as formas de comportamento as quais são sujeitas as

normas de evolução (LAMPARSKI & LAMPARSKI, 1987) e que estudos micromorfológicos demonstram que grupos distintos ecologicamente podem interagir com diferentes solos e produzirem um amplo limite dentro do ecossistema (SHAW & PAWLUK, 1986).

2.4.2 Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades químicas do solo

Os Oligochaeta edáficos afetam a composição química dos solos e a distribuição de nutrientes para as plantas (LEE, 1985), através da produção de excrementos sobre condições normais, as quais dependem do volume de solo habitado de indivíduos de vários tamanhos, espécies e categorias ecológicas, isto é, a taxa de produção de excrementos na superfície mostra-se numa relação linear com a biomassa da população (KRISHNAMOORTHY, 1989). LAVELLE (1984) estimou que os excrementos superficiais formam somente 25% do total de excrementos produzidos, o restante foi incrementado nas camadas do sub-solo e galerias. Os Oligochaeta edáficos depositam excrementos sobre a superfície do solo na ordem de 75 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 250 t ha⁻¹ ano⁻¹ (solos temperados), representando um incremento de modo geral de 3mm a 4mm sobre a superfície do mesmo (LEE, 1985), estes excrementos protegem o solo da lixiviação dos nutrientes e diminuem a erosividade (ANDERSON, 1988). BEZBORODOV & KHALBAYEVA (1989) indicam que a quantidade de "**húmus**" nos excrementos dos Oligochaeta edáficos está em torno de 76% maior do que no solo e 74 vezes mais resistentes ao impacto das gotas de chuva. A temperatura do solo, a matéria

orgânica, a umidade e a temperatura ambiente influenciam significativamente sobre a produção de excrementos (EVANS & GUILD, 1947) e conseqüentemente estes fatores terão um aspectos sobre a produção ativa, retorno de nutrientes no solo, humificação e retorno de íons permutáveis, base e nitrogênio (EDWARDS & LOFTY, 1977; LEGER et al., 1977).

LEE (1985) evidencia que a composição química e a distribuição de nutrientes sofrem modificações consideráveis através da atividade e metabolismo dos Oligochaeta edáficos, dentre elas destacam-se: a) incorporação de grandes quantidades de detritos orgânicos parcialmente decompostos da superfície para o interior do solo; b) deposição de excrementos, os quais consistem de material inorgânico e orgânico mixados finamente, que são depositados na superfície do solo e nas galerias; c) obtenção de energia do metabolismo de compostos de carbono na ingestão de materiais orgânicos; d) excreção de produtos do metabolismo que são redistribuídos no solo como excrementos, urina e secreções glandulares; e) a ingestão de microrganismos juntamente com materiais orgânicos e inorgânicos; f) a fina camada do solo imediatamente rodeando as galerias é afetada pela excreção do nitrogênio e secreção de muco, e g) acumulação e distribuição de metais pesados e elementos radioativos.

DEIBERT, et al. (1991) sugere que a população dos Oligochaeta edáficos tão logo passam a fase adulta, intensificam-se na liberação de nutrientes através dos excrementos. Entretanto, as interações entre os Oligochaeta edáficos e os microrganismos são de grande importância na

degradação da matéria orgânica e na liberação de nutrientes minerais dentro do solo (EDWARDS & LOFTY, 1977; LEE, 1985). O suporte da hipótese do mutualismo entre os microrganismos e os Oligochaeta edáficos para explorar as reservas orgânicas do solo é confirmada, favorecendo o aumento da atividade da população e do benefício nutricional para o solo (BAROIS & LAVELLE, 1986). O solo sofre transformações químicas e físicas através da passagem pelo sistema digestivo dos Oligochaeta edáficos e a matéria orgânica modifica-se estruturalmente pela biodecomposição, neoformação (humificação) e proteção por partículas minerais (argila) (BAROIS, et al., 1993). Estes organismos produzem carbono assimilável, através do muco intestinal, que estimula a microflora que degrada a matéria orgânica, auxilia a digestão e libera nutrientes para solo (BAROIS, 1992). ANDERSON (1988) e SPRINGETT et al. (1992) afirmam que os Oligochaeta edáficos podem afetar diretamente e indiretamente o transporte de materiais orgânicos dentro e entre os sistemas do solo, mesmo que o ambiente para decomposição e a locação de nutrientes disponíveis seja espacialmente e temporariamente diferentes para o material relocado. Estes fatores são determinantes na exportação de grande quantidade de energia armazenada, contribuindo na liberação mais rápida de nutrientes para o solo (TOMLIN & MILLER, 1972).

SHARPLEY, et al. (1979) observaram que os Oligochaeta edáficos contribuem significativamente, através dos excrementos, no incremento de nutrientes tanto na superfície

como no perfil do solo. Este incremento está associado com a concentração e decomposição de materiais orgânicos, os quais dependem da atividade biológica do solo.

2.4.3 Influência dos Oligochaeta sobre as propriedades Biológicas do solo

Tem sido reportado que os Oligochaeta edáficos dos trópicos são hábeis nos solos pobre em matéria orgânica, o qual permite que ampliem seu nicho ecológico (LAVELLE, 1983), mas isto consiste da interrelação entre os Oligochaeta edáficos geófagos e os microrganismos que decompõe a matéria orgânica do solo (BAROIS, 1992). A essencial atividade desta simbiose sobre os constituintes orgânicos solúveis em H₂O, aumenta na proporção que a matéria orgânica passa ser assimilada durante o trânsito intestinal pelos microrganismos que nele habitam (LAVELLE, et al., 1980). Em algumas espécies de *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) o conteúdo intestinal tem duas vezes mais água do que a capacidade de campo do solo, isto é um importante fator para habilitar a atividade microbiana (LAVELLE & FRAGOSO, 1992). BAROIS, et al. (1993) e URBASEK & PIZL (1991) encontraram evidências que no conteúdo intestinal dos Oligochaeta edáficos ocorre uma grande reorganização de colônias microbianas pelos polissacarídeos e argilas ou ativação de alguns microrganismos dormentes. Então, a atividade microbiológica é fortemente estimulada por condições favoráveis que auxiliam a expansão do muco intestinal (BAROIS & LAVELLE, 1986). Esta relação entre os Oligochaeta edáficos e os

microrganismos para explorar as reservas orgânicas do solo, aumentam significativamente quando as condições ambientais são favoráveis (LEE, 1985). Os microrganismos podem rapidamente aumentar sua atividade e tornam-se hábeis para digerir os mais complexos materiais orgânicos por um efeito imediato, beneficiando os Oligochaeta edáficos (BAROIS & LAVELLE, 1986; PARK et al., 1992).

FLACK & HARTENSTEIN (1984) afirmam que o aumento da atividade microbiológica nos excrementos indicam uma intensificação nos processos de mineralização de nutrientes e humificação. Portanto, a passagem do solo através do sistema intestinal dos Oligochaeta edáficos causam um aumento na respiração microbiana em torno de 90%, enquanto que a população nativa tem um aumento significativo somente em excrementos frescos (SCHEU, 1987). Neste aspecto, EDWARDS & FLETCHER (1988) concluíram que os Oligochaeta edáficos podem dispersar microrganismos patogênicos e influenciar a mobilidade de esporos de fungos e bactérias e cistos de nematóides.

2.5 INFLUÊNCIAS DA MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A POPULAÇÃO DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS

A contribuição positiva da matéria orgânica sobre a população dos Oligochaeta edáficos está intimamente vinculada entre a diversidade microbiana e a disponibilidade de alimentos orgânicos (COTTON & CURRY, 1982). Esta interação é dependente de vários fatores, os quais são influenciados pelo estágio

avançado de decomposição ou pela quantidade de substâncias orgânica-nutritivas (EDWARDS & FLETCHER, 1988; ROMBKE, 1991).

A incorporação da matéria orgânica pelos Oligochaeta edáficos, ocorre durante a formação das galerias sendo mixada com quantidades variadas de solo (GUILD, 1948). Algumas espécies preferem matérias orgânicas de animais, outras, vegetais suculentos remanescentes fibrosos ou lignificados (GUILD, 1951). A quantidade de material orgânico que os Oligochaeta edáficos ingerem indubitavelmente, varia de acordo com a natureza e a distribuição de material disponível (CURRY & BOYLE, 1987). Segundo MARTIN & LAVELLE (1992) a qualidade, não somente a quantidade da matéria orgânica do solo, determina a taxa de crescimento e a reprodução dos Oligochaeta edáficos, isto é, material fresco de plantas ricos em moléculas energéticas aumentam consideravelmente o peso destes organismos. Então, isto pode ser correlatado com o alto conteúdo de compostos orgânicos assimiláveis e de fácil fracionamento físico (HASSINK et al., 1993).

A habilidade dos Oligochaeta edáficos em promover a decomposição rápida da matéria orgânica é o resultado da ação combinada da alimentação sobre a microflora intestinal e da colonização microbiana ingerida através do material orgânico parcialmente decomposto (SENESI, et al., 1992; WOLTERS & JOERGENSEN, 1992). Por isso, muitos microrganismos internos do sistema digestivo dos Oligochaeta edáficos, são usualmente similares aos microrganismos que habitam o solo e a matéria orgânica (EDWARDS & FLETCHER, 1988). Supõe-se, que a absorção

de nutrientes e a atividade microbiana são dependentes de certos fatores que influenciam maior disponibilidade de material orgânico digerível (WOLTERS & SCHAEFER, 1993). É notório, que o processo enzimático-digestivo é de grande importância, pois uma grande variedade de enzimas atua sobre os extratos orgânicos, os quais fornecem energia e nutrientes. Certamente, o aumento da absorção de nutrientes através das membranas peritróficas, é dependente da função catalítica das enzimas e das atividades microbianas orgânicas (EDWARDS & FLETCHER, 1988).

Portanto, a matéria orgânica influencia positivamente na população de Oligochaeta edáficos, aumentando a biomassa e a quantidade de espécies e indivíduos, como resultado aumentam consideravelmente a incorporação de compostos orgânicos e melhoram as condições morfológicas do solo (LAMPARSKI & LAMPARSKI, 1987).

2.6 INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PLANTIO SOBRE A POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Os Oligochaeta edáficos nos agroecossistemas estão intimamente envolvidos com a incorporação e decomposição de resíduos de colheita e na melhoria orgânica, como também no desenvolvimento estrutural do solo, resultando na redução do desgaste superficial (WERNER & DINDAL, 1989). A matéria orgânica é um fator determinante da abundância dos Oligochaeta edáficos em solos agrícolas (EDWARDS, 1983). Qualquer distúrbio nos solos como cultivo excessivo e o uso de agrotóxicos tem

importantes efeitos negativos na população destes invertebrados (LEE, 1985).

WERNER & DINDAL (1989) afirmam que os principais fatores determinantes da estrutura comunitária dos Oligochaeta edáficos, nos agroecossistemas examinados, são mais prováveis, a quantidade e qualidade de matéria orgânica, incluindo esta disposição no perfil do solo e a influência dos distúrbios mecânicos.

2.6.1 Plantio Direto

Métodos reduzidos de cultivo diminuem diretamente os danos na população dos Oligochaeta edáficos, garantindo assim, menor exposição destes organismos, conseqüentemente aumentando a produção de ootecas na superfície ou no perfil do solo (NUUTINEN, 1992).

Os pequenos distúrbios físicos e o alto conteúdo de matéria orgânica com a cobertura de resíduos reduzem a evaporação do solo e diminui as amplitudes da temperatura e umidade, beneficiando a atividade biológica da população dos Oligochaeta edáficos (NUUTINEN, 1992). As flutuações populacionais dos Oligochaeta edáficos em áreas de cultivo, dependem dos sistemas utilizados, aumenta a população durante circunstâncias favoráveis sobre o plantio direto, enquanto que condições não favoráveis a população diminui drasticamente em áreas de sistema convencional (BARNES & ELLIS, 1979). Tem-se notado que a superfície cultivada do solo formada após anos de

plantio direto, as atividades dos Oligochaeta edáficos aumentam, esta observação é consistente tanto na superfície como abaixo dela (BARNES & ELLIS, 1979), conseqüentemente estes organismos produzem agregados estáveis a água, contendo mais nutrientes do que o solo (LEE, 1985).

PARMELEE et al. (1990) admitem que a densidade e a biomassa da população dos Oligochaeta edáficos, estão condicionadas favoravelmente sobre condições estáveis da manutenção da matéria orgânica, o não revolvimento mecânico do solo e a rotação de culturas. Portanto, as práticas de manutenção destes fatores e a interação com os Oligochaeta edáficos, influenciam positivamente as condições químicas e físicas do solo (ABBOTT & PARKER, 1981).

2.6.2 Plantio Convencional

Os agroecossistemas são caracterizados pela alta degradação provocada pelo homem, através de uma variedade de técnicas agrícolas como o cultivo, a fertilização e os tratamentos com agrotóxicos (CHRISTENSEN & MATHER, 1990). Estas práticas, freqüentemente, exercem várias pressões ecológicas ao ambiente, como conseqüência, impactos deletérios são transformados progressivamente e dão origem a sérios problemas ambientais como erosão do solo, contaminação do nitrato em águas do solo e o esgotamento da fauna e flora (CHRISTENSEN & MATHER, 1990; WESTERNACHER, 1992). Sobre condições de plantio convencional a população de Oligochaeta edáficos é afetada

severamente, porque nesta condição a matéria orgânica, a estrutura e as galerias são destruídas e o revolvimento do solo provoca exposição destes organismos à agentes ambientais e predadores (BARNES & ELLIS, 1979).

2.7 INFLUÊNCIAS DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS NO TRANSPORTE DE NUTRIENTES NO PERFIL DO SOLO

Em solos agrícolas que se utiliza de práticas conservacionistas o nível da população de Oligochaeta edáficos é alta, conseqüentemente, seus excrementos tem alta concentração de nutrientes (BEZBORODOV & KHALBAYEVA, 1989). A dinâmica da água, do ar e distribuição dos nutrientes no perfil do solo dependem dos processos biológicos, isto é, da atividade biológica da pedofauna. ANDERSON (1988) e BUSINELLI et al. (1984) afirmam que as contribuições do fluxo de nutrientes aumenta quando, a dinâmica da população de organismos está diretamente relacionada com o ótimo nível de alimento, envolvendo efeitos na excreção, na respiração e na mobilidade. O efeito potencial dos Oligochaeta edáficos sobre a fertilidade do solo tem significado particular para a melhoria dos sistemas agrícolas (HAUSER, 1993). EDWARDS & LOFTY (1972), reportam em seu trabalho que os excrementos depositados sobre a superfície do solo continham grande quantidade de nutrientes mineralizados disponíveis às plantas, conseqüentemente, as propriedades químicas dos excrementos variam conforme o sistema agrícola, onde há preocupação na manutenção de material orgânico fresco (PALHA) e onde os excrementos tende a obter maior energia e

nutrientes (HAUSER, 1993). Algumas espécies de Oligochaeta edáficos produzem excrementos com alto nível de nutrientes, entretanto, não pode ser um indicativo para que espécies diferentes geralmente produzam excrementos de baixa qualidade (HAUSER, 1993). Ainda em seu trabalho, HAUSER (1993) afirma que os Oligochaeta edáficos podem eficientemente reciclar N, P, Ca e Mg, fazendo uma contribuição substancial para a reciclagem de nutrientes. A variação das quantidades de nutrientes está associada com o estágio da humificação da matéria orgânica, indicando que os resíduos de vegetais reciclados pelos Oligochaeta edáficos atingem um estágio hidrofílico distinto de decomposição somente nos excrementos, neste momento, a fonte da formação de substâncias húmicas específicas e de reserva nutritiva (SAMEDOV & NADIROV, 1989). Este estágio distinto de decomposição está associado com a mistura do solo e substrato que ocorre nos interstícios dos componentes digestivos (CHESHIRE & GRIFFITHS, 1989).

A atividade mecânica dos Oligochaeta edáficos no perfil do solo auxilia o escoamento dos nutrientes solúveis, através das galerias e na deposição de excrementos dentro do sistema edáfico (SHARPLEY, et al., 1979). MANSELL, et al. (1981) sugerem que uma porcentagem do fósforo, disponível às plantas, sofre modificação pelos Oligochaeta edáficos, através da ingestão de resíduos de vegetais mortos. A maioria dos nutrientes que são incorporados pelos Oligochaeta edáficos, através do material orgânico combinado com a população microbiana, formam complexos orgânicos-disponíveis-englobados

juntamente com os minerais (BARNES & ELLIS, 1979). Estas formas podem ser atribuídas a qualidade dos sedimentos orgânicos derivados das colheitas, da manutenção e da acumulação na liteira (SAMEDOV, 1988).

2.8 CATALIZAÇÃO DE METAIS PESADOS PELOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Em muitas partes do mundo os Oligochaeta edáficos são os principais organismos envolvidos na translocação e misturas dos constituintes do solo. Alguns investigadores indicam que estes organismos da pedofauna podem acumular alguns metais pesados do solo em seus corpos. FISCHER & KOSZORUS, (1992) demonstram que alguns elementos são abundantes no solo e são também abundantes nos corpos dos Oligochaeta edáficos. Estas características fazem deles, potencialmente organismos atrativos para monitorar a disponibilidade biológica dos elementos naturais e antropogênicos do solo (FISCHER & KOSZORUS, 1992).

Os Oligochaeta edáficos são, entre as espécies, altamente capacitados para acumular alguns elementos tóxicos, mas esta capacidade é extremamente variável, dependente da espécie, do elemento e das propriedades do solo (BEYER et al., 1987).

FISCHER & KOSZORUS (1992) referem-se sobre a habilidade significativa dos Oligochaeta edáficos concentrarem, arsênio e selênio em seus corpos por um longo período, porque a sua habilidade de eliminar é restrita. Alguns elementos podem ser correlatados positivamente ou negativamente com outros elementos, isto é, ANDERSON (1988) sugere que o chumbo é

positivamente correlatado com o cálcio nos tecidos dos Oligochaeta edáficos, e que o cálcio destes organismos é negativamente correlatado com o cálcio do solo. Estas situações ficam mais complicadas quando os Oligochaeta edáficos comparados em solos diferentes, para diferentes espécies, metabolizam o cálcio diferentemente (LEE, 1985).

É evidente que, as concentrações dos elementos tóxicos aumentam nos Oligochaeta edáficos, através das concentrações elevadas no seu ambiente (FISCHER & KOSZORUS, 1992). Entretanto, as diferenças entre as concentrações letais e subletais dos elementos tóxicos pode variar consideravelmente, provocando efeitos retardados sobre o crescimento e a reprodução, que são sinais sensitivos para certos elementos tóxicos e que são caracterizados por uma diferença ampla entre níveis letais e subletais, por exemplo o selênio (FISCHER & KOSZORUS, 1992).

A grande capacidade de acumulação e a pequena taxa de eliminação são, provavelmente, relatados para o bom desenvolvimento celular do mecanismo de imobilização, que ocorre no corpo dos Oligochaeta edáficos no tecido cloragogenio (JANSSEN, 1989), de excreção através das glândulas calcíferas e de armazenagem e subsequente eliminação através dos nódulos de excreção ou corpos marrons (LEE, 1985).

As diferenças interespecíficas nas taxas de absorção atribuídas aos fatores edáficos, ocorrem devido as interações no ambiente e na química interna dos Oligochaeta edáficos, entre várias combinações e concentrações relativas dos metais

pesados que ocorrem simultaneamente, no tamanho das partículas dos poluentes aéreos, na forma química na qual os metais pesados ocorrem, na absorção dos metais pesados sobre superfícies de argilas ou partículas de matéria orgânica e na seleção das partículas de material disponível no solo, que podem conter relativamente alta e baixa concentração de metais pesados (LEE, 1985).

2.9 IMPACTO DOS FERTILIZANTES NA POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Na agricultura atual os fertilizantes orgânicos e inorgânicos são aplicados anualmente para suprir a deficiência dos solos desgastados. Em muitos estudos, a população de Oligochaeta edáficos é afetada positivamente ou negativamente após aplicação de fertilizantes (EDWARDS & LOFTY, 1969). A população destes organismos aumenta potencialmente após aplicação de esterco, farinha de peixe e outros fertilizantes orgânicos, porém, fertilizantes minerais balanceados contendo N, P, K, Ca e Mg tem causado insignificante aumento da densidade populacional, mas grandes doses de sulfato de amônio tem diminuído significativamente o número de Oligochaeta edáficos, porque com o tratamento, aumenta-se a acidez do solo, enquanto que, outros fertilizantes nitrogenados, particularmente o nitrato de cálcio e a adição de calcário, favorecem o desenvolvimento de muitas espécies de Oligochaeta edáficos (EDWARDS & LOFTY, 1969). O aumento de população e a sua biomassa ocorre através da disponibilidade de alimento

orgânico, que pode ser composto por vários materiais desde esterco de animais como materiais herbáceos suculentos, especialmente aqueles com alto conteúdo de nitrogênio e açúcares (SATCHELL, 1958).

Alguns fertilizantes inorgânicos, como: sulfatos e fosfatos usados individualmente podem ser prejudiciais para muitas espécies de Oligochaeta edáficos, provocando antagonismo e inibição da produção de ootecas (MARSHALL, 1977). É evidente que, os efeitos deletérios dos fosfatos e sulfatos sobre os Oligochaeta edáficos dependem do tipo de solo e da taxa de aplicação, e são geralmente atribuídos a acidez natural destes fertilizantes (MARSHALL, 1977). Contudo, outros fertilizantes beneficiam os Oligochaeta edáficos como aqueles que apresentam íons de cálcio, os quais tem papel importante no metabolismo e na manutenção do conteúdo hídrico do organismo (MARSHALL, 1977). Enquanto que, fertilizantes nitrogenados podem causar declínios temporários, mas nem todos as espécies são afetados adversamente (MA et al., 1990). Portanto, os efeitos dos fertilizantes inorgânicos sobre a população de Oligochaeta edáficos são extremamente variáveis e cada problema pode ser considerado individualmente, mas mesmo distante, os resultados do uso intensivo de fertilizantes tem sido positivos (MARSHALL, 1977).

A incorporação dos fertilizantes pelos Oligochaeta edáficos é dependente dos fatores abióticos do solo, da manutenção do material orgânico na superfície, da espécie e

principalmente das características e proporções destes componentes para serem decompostos (LEE, 1985).

2.10 IMPACTO DOS AGROTÓXICOS NA POPULAÇÃO DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

A acumulação e toxicidade dos agrotóxicos pelos organismos, como os Oligochaeta edáficos, é de interesse, porque estes podem ter um papel na redistribuição após aplicação e podem ser afetados na reprodução, mobilidade e desenvolvimento (LORD, et al., 1980). Os agrotóxicos podem causar mortalidade aos Oligochaeta edáficos e acumular em seus tecidos, além disso, estes organismos podem mover os agrotóxicos absorvidos da superfície do solo para dentro do perfil (EDWARDS & THOMPSON, 1973; ANTON et al., 1990). Alguns agrotóxicos são degradados dentro do organismo dos Oligochaeta edáficos, por um instante o mais estável agrotóxico o DDT transforma-se em DDE (EDWARDS, 1965).

Felizmente, muitas substâncias não causam mortalidade nos Oligochaeta edáficos nas doses recomendadas, porém causam dificuldades para se ter alguma taxaço relativa da toxicidade dos diferentes agentes químicos (ANTON et al., 1993). Os nematicidas tendem ter um amplo espectro biocida e variam o grau de toxicidade para os Oligochaeta edáficos, em particular, o nematicida cloropicrin, metil bromido e metham sódio são muito tóxicos (EDWARDS & THOMPSON, 1973). Inseticidas organoclorados, como o "Clordane" é muito tóxico para os Oligochaeta edáficos, enquanto que o "Endrin" é levemente

tóxico, mas estes agrotóxicos são absorvidos do solo para dentro de seus corpos, ocorrendo alta concentração nos tecidos (EDWARDS & THOMPSON, 1973).

Inseticidas organofosforados parecem ser menos tóxicos para os Oligochaeta edáficos, somente o "Forate" tem alta toxicidade (EDWARDS & LOFTY, 1972), já os herbicidas não são diretamente tóxicos, mas tem efeitos indiretos consideráveis, pois ocorre alterações da vegetação superficial, a qual fornece material orgânico para o solo, conseqüentemente afetando a comunidade (EDWARDS, 1965).

A concentração do agrotóxico no corpo dos Oligochaeta edáficos tende a diminuir após algumas semanas, embora a relativa razão das concentrações, no organismo e no solo, é o resultado de um trajeto similar para produtos químicos estáveis (BRIGGS & KENNETH, 1983). Portanto, a absorção pelos Oligochaeta edáficos é considerada como um equilíbrio entre o químico no organismo, na solução aquosa e na adsorção sobre a matéria orgânica do solo (LORD, et al., 1980). É evidente que, a absorção dos agrotóxicos por estes organismos depende do conteúdo de matéria orgânica e argila, estas contendo partículas providas de superfície estáveis, nas quais os agrotóxicos possam ser adsorvidos (THOMPSON, 1971).

Os efeitos dos agrotóxicos sobre a comunidade de Oligochaeta edáficos, são caracterizados por resultados negativos na biomassa, no consumo de matéria orgânica, na decomposição e incorporação de restos vegetais e na estimulação

da atividade microbiana nos excrementos e galerias (PARMELEE, et al., 1990).

2.11 INFLUÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE ANO NA ATIVIDADE BIOLÓGICA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

O ciclo de vida dos Oligochaeta edáficos é influenciado diretamente pelas estações do ano (LEE, 1985), que determina a taxa de produção de ootecas, no crescimento, na mobilidade e no consumo de alimentos (HAUSER, 1993). Na Europa a taxa de produção das populações são altas na primavera e verão, sendo menor no outono e muito baixa no inverno (LEE, 1985). As variações sazonais de temperatura e umidade dentro das estações do ano, indicam que estes fatores em condições ideais, tem influenciado positivamente na maturidade sexual dos Oligochaeta edáficos (HAUSER, 1993). Algumas espécies são comuns durante a primavera, inverno e outono em solos arenosos, que suportam alguma pastagem, mas no verão quando a superfície do solo seca e cessa a germinação, provoca uma diminuição da atividade, porém ootecas são encontradas, que é o resultado da secreção de material albuminoso pelas glândulas celulares do "clitelo", sugerindo que o tamanho das ootecas aumenta com o aumento das dimensões dos Oligochaeta adultos, que dependem particularmente das variações sazonais (LEE, 1985).

HAUSER (1993) recorda que a produção de excrementos dos Oligochaeta edáficos no início das chuvas regulares (primavera), pode ser alta e com propriedades químicas e

físicas positivas, que variam com o sistema agrícola e a espécie.

A variação da migração dos Oligochaeta edáficos, na superfície do solo é determinada por fatores climáticos, provocando aumento durante a primavera, já no outono e inverno a migração superficial é menos intensa (MATHER & CHRISTENSEN, 1992). Sistemas de manejo agrícola conservacionista, onde há resíduos de cultura, evidencia-se positivamente no equilíbrio da densidade populacional durante as estações do ano (NUUTINEN, 1992).

2.12 MÉTODOS DE COLETA PARA AVALIAR A DENSIDADE POPULACIONAL DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Alguns problemas que ocorrem nos solos podem dificultar a amostragem referente a qualidade, a abundância e biomassa dos Oligochaeta edáficos (LEE, 1985). A sua distribuição é frequentemente irregular, com um número variando grandemente, mesmo em pequenas distâncias, vivendo em sistemas de galerias extensivas e respondem aos distúrbios produzidos pelas escavações, movimentando-se rapidamente para longe do centro (LEE, 1985). Algumas espécies passam parte do ano em extratos mais profundos do solo em estágios de repouso e espécies pequenas e juvenis são toleradas facilmente e frequentemente comportam-se diferentemente dos adultos (LEE, 1985; SCHRADER, 1993).

Os métodos de amostragem de população de Oligochaeta edáficos mais comumente usados são de dois tipos: a) passivo,

no qual os Oligochaeta edáficos são separados fisicamente do solo, liteiras e outros habitats, e b) ativo, no qual os organismos são estimulados mover-se para fora ou são capturados quando movem-se voluntariamente das galerias (LEE, 1985).

2.12.1 Métodos Passivos

O número de amostragens necessárias e o tamanho das amostras individuais variam com a densidade da população (LEE, 1985). Por isso, quando há grande quantidade de organismos ativos na superfície, o solo bem estruturado e grande quantidade de excrementos na superfície utiliza-se o "método manual de separação", no qual o solo é colocado sobre um suporte e os Oligochaeta edáficos são separados do solo manualmente (LEE, 1985). Nesta condição, as amostragens são usualmente divididas horizontalmente por camadas e cada camada é classificada separadamente para determinar a distribuição vertical (LEE, 1985).

EDWARDS, et al. (1970) descreveram um "método mecanizado de peneira e lavagem", no qual as amostras de solo são depositadas em tambor vertical rotativo, com peneiras ajustadas e expostas a altos jatos de pressão de água. Este método passivo é provavelmente o mais efetivo e disponível para se extrair Oligochaeta edáficos, pequenos espécimens, ootecas, e organismos dormentes. LEE (1985), recomenda que para solos com alto conteúdo de argila e que são difíceis para a dispersão, ou são compactados e que apresentam problemas para separar

Oligochaeta edáficos, lavar e peneirar com adição de dispersantes para argila.

O "método passivo de flutuação" também é utilizado para se avaliar a presença de Oligochaeta edáficos, o qual envolve inicialmente o "método manual" ou de "peneira e lavagem" e em seguida os resíduos de solo e plantas, contendo pequenos organismos e ootecas, são depositados em um recipiente contendo uma solução de sulfato de magnésio, a qual provoca irritação e auxilia no movimento dos Oligochaeta edáficos através da gravidade específica (LEE, 1985). A solução de sulfato de magnésio é depositada e deixada para transbordar dentro da peneira; os Oligochaeta edáficos e suas ootecas e outros organismos flutuam e são coletados manualmente; na futura separação de pequenos Oligochaeta edáficos, utiliza-se uma mistura de água-querosene (LEE, 1985). Este método é satisfatório e tem suas vantagens, quando as amostras de solo apresentam grande quantidade de resíduos de vegetais e raízes de plantas (LEE, 1985).

2.12.2 Métodos Ativos

Estes métodos são largamente utilizados por inúmeros pesquisadores, tendo muitas vantagens sobre os métodos passivos, estas correlacionadas com o tempo, estudos a campo, fácil manuseio, relativa eficiência e praticamente pouca limitação (LEE, 1985).

Dentre os métodos mais utilizados, os "repelentes químicos" que envolve a saturação do solo com soluções irritantes, induzindo os Oligochaeta edáficos abandonarem suas galerias e emergirem sobre a superfície para serem coletados, são os mais usados entre os investigadores (LEE, 1985). Os principais reagentes que tem sido usados são: cloreto de mercúrio à 1%, permanganato de potássio à 0,2%, e formol a 1% (LEE, 1985). É evidente que, estes reagentes extratores são agentes oxidantes e atacam os tecidos dos Oligochaeta edáficos, provocando irritação cutânea ou até morte (LEE, 1985). GUNN (1992), afirma em seu trabalho que utilizando-se uma "solução extratora de mostarda" entre 5mL L⁻¹ e 25mL L⁻¹, dependendo das condições ambientais do solo, pode ser muito eficiente. GUNN (1992) demonstrou que a "solução extratora de mostarda" é ótima e tem uma grande vantagem de não ser tóxica, sendo uma indicadora ideal para estimar a densidade populacional de Oligochaeta edáficos em áreas agrícolas e não provocar efeitos fitotóxicos, como outros agentes extratores.

SATCHELL (1969), descreve o "método a quente", onde blocos de solo foram envolvidos com uma gaze elétrica e banhados com água, em seguida aquecidos por 3 horas com uma intensidade de 60W, os Oligochaeta edáficos se retraem dentro do solo quente e locomovem-se para fora. Em outro trabalho, SATCHELL (1958) testou o "método elétrico" no qual introduz eletrôdos no solo com descarga alternadas, através da intensidade variando de 2A-4A com 360 V AC (50 ciclos s⁻¹), neste método o fluxo é dependente da condutividade, a qual depende principalmente da

umidade do solo, do conteúdo eletrolítico da água do solo e da temperatura, estas propriedades do solo são variáveis e verticalmente procede da natureza do perfil.

Alguns *Oligochaeta* edáficos podem ser induzidos a abandonar suas galerias e locomover-se para a superfície do solo, através do "método mecânico de vibração", sendo um método útil para obter espécimens suscetíveis, mas não tem significado para estudos quantitativos (LEE, 1985). BOUCHÉ (1972) demonstrou o uso do "método da armadilha" em estudos de amostras de *Oligochaeta* edáficos ativos na superfície e especialmente de hábitos noturnos, contendo um agente fixador, que pode ser formol a 40% ou uma solução saturada de ácido pícrico o mais adequado para as armadilhas.

Outros métodos são mencionados por LEE (1985), e são utilizados para desenvolver estudos para reconhecer e formar coleções, através do "método de recaptura marcada". Ainda em seu trabalho LEE (1985), comenta outros métodos para estimar quantitativamente a densidade populacional, através da "contagem de excrementos" e "estimação da biomassa".

2.13 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E TAXONÔMICA DO GÊNERO ESTUDADO

Diversos autores têm investigado numerosos grupos de *Oligochaeta* edáficos e usam diferentes métodos para determinar e distribuir os diversos gêneros, através do uso de chaves de classificação ou usando técnicas computadorizadas que caracterizam e reconhecem caracteres morfológicos (BARNES,

1984). Alguns pesquisadores reconhecem o gênero **Amyntas** e **Pheretima** para um mesmo grupo, não havendo diferenças sistemáticas entre eles, porque há grande dificuldade de identificação e excesso de material bibliográfico divergente entre autores.

RIGHI & KNAPPER (1965) descrevem o gênero **Pheretima** (KINBERG, 1867) como organismos migratórios e que conseguiram se adaptar em várias regiões do globo terrestre suplantando a fauna local. A espécie **Pheretima hawayanus** (ROSA, 1891) foi a primeira espécie do gênero identificada no Brasil por MICHAELSEN em 1892 como **Perichaeta pallida** em Porto Alegre (RIGHI & KNAPPER, 1965).

Segundo SIMS & EASTON (1972) que utilizaram-se de métodos sofisticados, através de computador, referem-se que o gênero **Pheretima** (KINBERG, 1867) apresentou cinquenta e seis caracteres sistemáticos e foram examinados pelo método da análise principal de coordenadas. Após as investigações o gênero **Pheretima** (KINBERG, 1867), subdividiu-se em oito gêneros distintos, determinando chaves de identificação das características morfológicas das espécies e grupos de espécies nominais, então MICHAELSEN, providenciou um nome substituto para escolher o primeiro do gênero chamado por KINBERG, denominado **Amyntas** (SIMS & EASTON, 1972).

2.13.1 Gênero **Pheretima** (KINBERG, 1867)

RIGHI & KNAPPER (1965) ao revisarem o gênero **Pheretima**, descreve-o como possuidor de numerosas cerdas em cada segmento;

poros espermáticos um a seis pares entre os segmentos III e IX; a moela situa-se entre os septos 7/8 e 10/11; apresenta micronefrídios; os testículos e funis seminais são envolvidos em sacos testiculares; próstata com um sistema ramificado de ductos; e cerdas peniais em geral ausentes. Apresenta diversas colorações desde castanho-escuro, marrom claro, acinzentada até esbranquiçada que é a menos comum.

No trabalho de SIMS & EASTON (1972) o gênero ***Pheretima*** (KINBERG, 1867) apresenta externamente numerosas cerdas, situadas ao redor dos segmentos; ductos prostáticos com poros pares no segmento XVIII; e poros espermáticos abertos nos septos 4/5 e 9/10 (raramente intra-segmentados). É comum a presença do poro mediano ventral feminino e do clitelo, que é responsável pela formação do muco de albumina que envolve a ooteca.

2.13.2 Gênero ***Amyntas*** (KINBERG, 1867)

Através do trabalho de SIMS & EASTON (1972), este gênero apresenta geralmente numerosas cerdas, regularmente arranjadas em torno de cada segmento; clitelo anelar, poros femininos pares; e poros espermáticos pequenos ou grandes, usualmente pares (bitecal) mas, ocasionalmente numerosos (politecal) ou simples (monotecal) entre os septos 4/5 e 8/9; prostômio epilobos; e apresenta comprimento variado com diâmetro entre 5mm e 8mm.

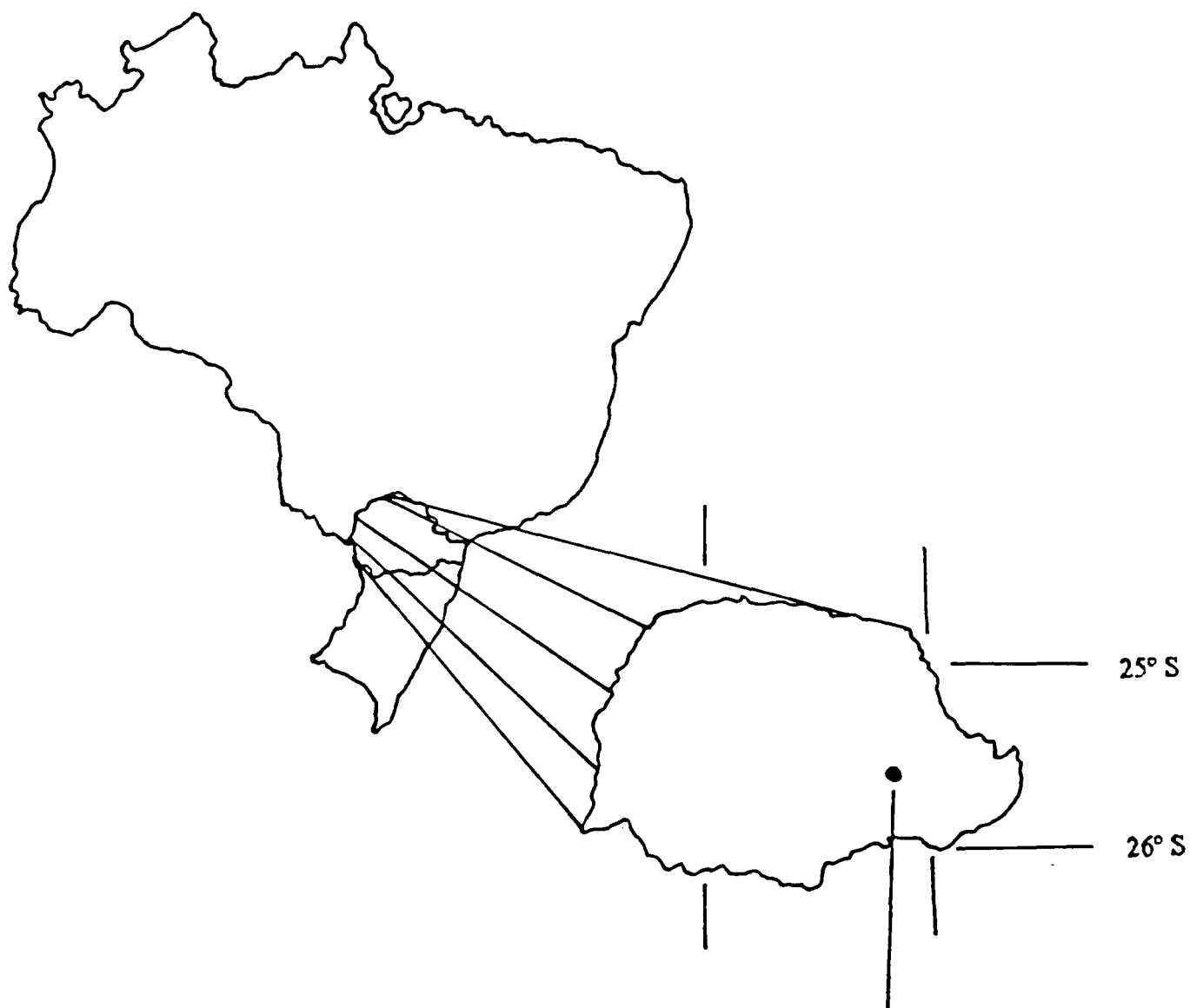
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL, CLIMA E VEGETAÇÃO

As áreas de investigação situam-se no 2º planalto Paranaense cerca de 1200m de altitude, latitude (S) 25°11' longitude (W)50°15', sendo o clima da região segundo a classificação de KOEPPEN Cfb, isto é, subtropical úmido, mesotérmico com temperatura média do mês mais quente 22°C e do mês mais frio 18°C, verões frescos sem estação seca e com geadas severas com demasiada frequência (FIAPAR, 1978) (figura 1). A precipitação anual está em torno de 1422,8mm.

A vegetação caracteriza-se por extensos campos limpos (estepes de gramíneas baixas), como forma de relicto de um clima primitivo semi-árido do Pleistoceno, constituindo portanto a formação florística mais antiga ou primária do Estado do Paraná. Há ocorrência de matas de galeria subtropical de **Araucária** sp., que desenvolvem-se nos declives até unirem-se umas às outras, constituindo-se assim num complexo maior de mata, denominada por pinheiros associadas à canelas, imbúias, jacarandá, entre outras espécies.

FIG.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE CASTRO/PR.



3.2 RELEVO E SOLO

A região apresenta um modelado de relevo suave, com amplas colinas arredondadas, de vertentes convexas. Em meio desta monotonia colinosa, destacam-se, vez por outra, pequenas mesetas estruturais, desenvolvidas às expensas de bancos areníticos mais resistentes (CODEPAR, 1966).

O solo apresenta, pedologicamente, boa profundidade efetiva normalmente além de dois metros: possui textura argilosa e acentuadamente drenado, com rápida permeabilidade na superfície e subsolo. Além destas características, possui baixa e moderada fertilidade natural, estruturado, com nódulos minerais no perfil (concreções), não apresentando pedregosidade e moderadamente providos de matéria orgânica, sendo classificado como Latossolo Vermelho Escuro (Lve) (EMBRAPA-SNLCS, 1981).

3.3 ÁREAS INVESTIGADAS

O presente estudo foi conduzido durante o período de fevereiro/93 à janeiro/94 em quatro áreas distintas na região de Castro - Paraná - Brasil. As avaliações populacionais do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867), ocorreram mensalmente sobre uma área agrícola de plantio direto (18 anos), plantio convencional (18 anos), uma área natural de campo nativo e uma área de mata nativa.

3.3.1 Localização

As áreas agrícolas de plantio direto e plantio convencional situam-se na fazenda Frankana de propriedade do Sr. Franke Djikstra com área de 148ha, localizada na rodovia PR. 151 no quilômetro 125 entre Ponta Grossa e Castro no Estado do Paraná. Enquanto que as áreas naturais de campo nativo e mata nativa, situam-se ao redor da fazenda Frankana, junto a mesma Rodovia no quilômetro 123 e 127 respectivamente.

3.3.2 Caracterização das Áreas Investigadas

3.3.2.1 Plantio Direto e Plantio Convencional

As áreas dos sistemas de plantio direto e convencional, na fazenda Frankana, medem 1(um) ha cada e são separados por um filão de rocha, sendo o solo um Latossolo Vermelho Escuro (Lve) (EMBRAPA-SNLCS, 1981). No período de fevereiro/93 a janeiro/94 foram desenvolvidas as culturas de milho, triticales e soja. A cultura de milho foi implantada em 29.09.92 e a colheita em 10.03.93, com produtividade em torno de 7600kg ha^{-1} para o plantio direto e 6840kg ha^{-1} para o convencional. Após a cultura de milho (P-3069), implantou-se a cultura do triticales (Arapoti) em 20.04.93, a colheita sofreu corte para silagem, devido geada, em 03.08.93, tendo produtividade em torno de

3000kg ha^{-1} de matéria seca para o plantio direto e 2650kg ha^{-1} para o convencional, sendo o rebrote rolado na superfície. Já a cultura de soja (EMBRAPA-4) foi implantada em 01.12.93 e colheita em 10.04.94, com produção em torno de 3950kg ha^{-1} para o plantio direto e 3530kg ha^{-1} para o convencional.

3.3.2.2 Aplicação de Fertilizantes e Agrotóxicos

Durante o desenvolvimento das culturas, o solo nos dois sistemas de manejo, sofreu aplicações de fertilizantes e agrotóxicos. Para a cultura do milho no plantio direto e convencional foi aplicado 130K gha^{-1} (NPK) na fórmula 25-0-25 na linha junto com o plantio. Antes da implantação da cultura do triticales aplicou-se 2000kg ha^{-1} de calcário dolomítico, durante o plantio fez-se uma aplicação de 100K gha^{-1} de diamônio fosfato (DAP) na fórmula de 16N-46P para os dois sistemas. Na cultura de soja tanto no plantio direto como no convencional aplicou-se 200K gha^{-1} de uréia uma semana antes da implantação da cultura.

TABELA 1- CRONOGRAMA DO MANEJO CONDUZIDO NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CASTRO-PR, 1993/94

Data	Operação*
25.Set./92	Aplicação de Gramocil (1,3Lha ⁻¹)
29.Set./92	Plantio do Milho, variedade PIONEER-3069
29.Set./92	Adubação com NPK (25-0-25, 130kg ^{ha} ⁻¹)
14.Out./92	Aplicação de Gramocil (1,0Lha ⁻¹)
20.Out./92	Aplicação de Primóleo (5,0Lha ⁻¹) + Lorsban (1,0Lha ⁻¹)
18.Nov./92	Aplicação de Gramoxone (1,0Lha ⁻¹)
25.Nov./92	Adubação em cobertura com Uréia (200kg ^{ha} ⁻¹)
10.Mar./93	Colheita do Milho
11.Mar./93	Palha do milho é triturada
20.Mar./93	Aplicação de calcário dolomítico (200kg ^{ha} ⁻¹)
13.Abr./93	Aplicação de Gramocil (1,0Lha ⁻¹) + Esteron (0,8Lha ⁻¹)
20.Abr./93	Plantio de Triticale variedade ARAPOTI
20.Abr./93	Adubação com diamônio fosfato (DAP), fórmula 16N-46P (100kg ^{ha} ⁻¹)
03.Ago./93	Corte do Triticale para silagem pré-secada
25.Out./93	Aplicação de Roundup (1,3Lha ⁻¹)
25.Nov./93	Adubação com Uréia (200kg ^{ha} ⁻¹)
01.Dez./93	Plantio da Soja, variedade EMBRAPA-4
10.Dez./93	Aplicação de Pivot (0,6Lha ⁻¹)
20.Dez./93	Aplicação de Select (0,2Lha ⁻¹)

*Manejo simultâneo para os dois sistemas (Fazenda Frankana)

TABELA 2- *PRODUTIVIDADE NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS CULTURAS CONDUZIDAS DURANTE DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO, CASTRO-PR, 1993/94

Cultura	Produtividade	
	PD	PC
Milho (P-3069)	7600kg ^{ha} ⁻¹	6800kg ^{ha} ⁻¹
Triticale (ARAPOTI)	3000kg ^{ha} ⁻¹	2650kg ^{ha} ⁻¹
Soja (EMBRAPA-4)	3950kg ^{ha} ⁻¹	3530kg ^{ha} ⁻¹

*Fazenda Frankana

Para o manejo de pragas durante o desenvolvimento das culturas aplicou-se doses recomendadas de agrotóxicos, visando controlar as pragas. Para a cultura do milho utilizou-se herbicidas específicos em 25.09.92 1,3 Lha⁻¹ de GRAMOCIL, em 14.10.92 1,0 Lha⁻¹ de GRAMOCIL, em 20.10.94 5,0 Lha⁻¹ de PRIMÓLEO, em 18.11.92 1,0 Lha⁻¹ de GRAMOXONE. Para controlar insetos utilizou-se 1,0 Lha⁻¹ de LORSBAN. Na cultura do triticales, uma semana antes do plantio aplicou-se dois herbicidas combinados 1,0 Lha⁻¹ de GRAMOCIL mais 0,8 Lha⁻¹ de ESTERON. Enquanto que na cultura da soja aplicou-se herbicidas específicos 0,6 Lha⁻¹ de PIVOT em 10.12.93 e 0,2 Lha⁻¹ de SELECT em 20.12.93, para o manejo de ervas utilizou-se 1,3 Lha⁻¹ de ROUNDUP em 25.10.93.

3.3.2.3 Campo Nativo e Mata Nativa

A área de campo nativo estudada, situa-se ao longo da rodovia PR-151 quilômetro 123 medindo aproximadamente 1,5 ha, com vegetação característica de gramíneas baixas, relevo suave e o solo um Latossolo Vermelho Escuro (Lve) (EMBRAPA-SNLCS, 1981). Na área de mata nativa, situada na mesma rodovia no Km 127 medindo aproximadamente 2,5 ha, ocorre uma mata de galerias subtropicais de **Araucária** sp., associada com várias espécies características da região. A mata é cortada por um riacho com largura aproximada de 2,5m e 1,5m de profundidade, com água límpida e cristalina.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para cada área estudada as amostragens foram arranjadas aleatoriamente, sendo quatro situações distintas e cinco repetições para cada extrator utilizado. Devido a grande heterogeneidade das amostragens, classificou-se o experimento sob um delineamento experimental inteiramente casualizado.

3.5 AVALIAÇÕES EFETUADAS

3.5.1 Análise Biológica

As amostragens populacionais do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867), foram envolvidas pelo "**método de extração química**", através da saturação do solo com soluções irritantes, induzindo esses organismos a abandonarem suas galerias e emergirem na superfície do solo, para serem coletados. Foram adotados dois repelentes químicos, o formol P.A. (1%) método originalmente descrito por RAW (1959) e o permanganato de potássio P. A. (0,2%) método adotado por EVANS & GUILD (1947).

Utilizando-se um demarcador quadrado de madeira, com área de 0,25m² para delimitar o espaço de coleta na superfície do solo, as soluções extratoras eram adicionadas independentes

num volume de cinco litros, dividido em duas porções iguais. Após aplicação da solução extratora esperava-se 10 minutos para que houvesse infiltração total do extrator. Em cada área, fazia-se cinco amostragens por repelente químico mensalmente. A avaliação numérica da densidade populacional do Oligochaeta edáfico (Gênero: **Amynthas** spp., KINBERG, 1867) realizou-se no laboratório de Biologia do solo do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da UFPR-Curitiba/Pr., bem como sua biomassa fresca. Após coleta dos organismos, o solo era removido e peneirado até profundidade de 20 cm, para se ter certeza que nenhum organismo ficasse na subsuperfície do solo.

Para a identificação dos Oligochaeta edáficos, utilizou-se um microscópio estereoscópico (MICRONAL MOD.SZ-111-Br) e com auxílio de uma balança digital de precisão (MICRONAL MOD.306) avaliou-se a biomassa (peso-fresco).

Os resultados da densidade e da biomassa dos ecossistemas estudados foram transformados em número por metro quadrado, sendo que para a análise estatística utilizou-se **ANOVA** e o teste de **TUKEY** ao nível de 5% de probabilidade somente para o plantio direto e mata nativa.

3.5.2 Análise Física e Química do Solo

Visando caracterizar as áreas sob o ponto de vista físico e químico, as análises foram efetuadas a partir de coletas sazonais (verão/outono/inverno/primavera). Foram coletadas amostras de solo, através do corte no perfil à profundidade de 0-15 cm em diferentes épocas (datas: 1^a. 19.02.93; 2^a 21.05.93; 3^a 23.08.93; e 4^a 22.11.93) com objetivo de acompanhar a fertilidade do solo e qualquer alteração decorrente de adubação e clima (Apêndices 1, 2 ,3 e 4).

Após cada coleta, o solo era condicionado em sacos plásticos hermeticamente fechados e depositados em uma caixa de isopor, sendo transportados até o laboratório de fertilidade do solo da Universidade Federal do Paraná. Para a caracterização química utilizou-se a metodologia aplicada segundo Manual de Análise Química de solo do IAPAR (PAVAN et al., 1991). Na caracterização física o método aplicado foi segundo o Manual de Métodos e Análises de Solo (EMBRAPA, 1979).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise foi realizada sob o grupo de experimentos, plantio direto e mata nativa através de coleta mensal, onde os extratores para cada local foram se dispondo em um delineamento inteiramente casualizado.

Para comparar as médias dos tratamentos utilizou-se **ANOVA** e o teste de **TUKEY**, onde foram desdobradas as interações. As análises foram efetuadas utilizando-se do **PROGRAMA SANEST** (Sistema de análise estatística).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DE DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NAS ÁREAS INVESTIGADAS

O processo de conservação do solo no sistema de plantio direto é eficiente no que tange a acumulação de material orgânico na superfície do solo, a qual proporciona aumento da atividade biológica, transformando os resíduos das culturas em "húmus", conseqüentemente liberando nutrientes para as plantas (SÁ, 1993). Então pode-se afirmar, conforme as FIGURAS 2 e 3 (ANEXOS 1 e 2), que a presença do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. no sistema plantio direto foi positivo, sendo que os resultados foram próximos ou até melhores ao do ecossistema mata nativa. Porém, no sistema de plantio convencional, onde os resíduos orgânicos são incorporados, através da mecanização, a atividade biológica do Oligochaeta edáfico estudado foi comprometida, conforme aconteceu com o ecossistema campo nativo, onde as características da área são inadequadas para o desenvolvimento destes organismos. Estes resultados concordam com NUUTINEN (1992), o qual afirma que a população dos Oligochaeta edáficos sofre danos quando a atividade agrícola convencional é intensa, isto porque, coloca os organismos à condições adversas que retardam o crescimento, diminuindo a reprodução, provocando fuga e principalmente extermínio. É evidente que a atividade do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. aumenta com o acúmulo de material orgânico e a não movimentação mecânica do solo beneficia positivamente a comunidade destes organismos, concordando com LEE (1985) e

EDWARDS; FLETCHER (1988). Portanto, a quantidade de substâncias orgânicas nutritivas está intimamente vinculada com a densidade populacional. Entretanto, MARTIN; LAVELLE (1992) demonstram em seu trabalho que não somente a quantidade de material orgânico influencia positivamente e sim a qualidade, a qual determina a taxa de crescimento e de reprodução dos Oligochaeta edáficos.

FIGURA 2. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

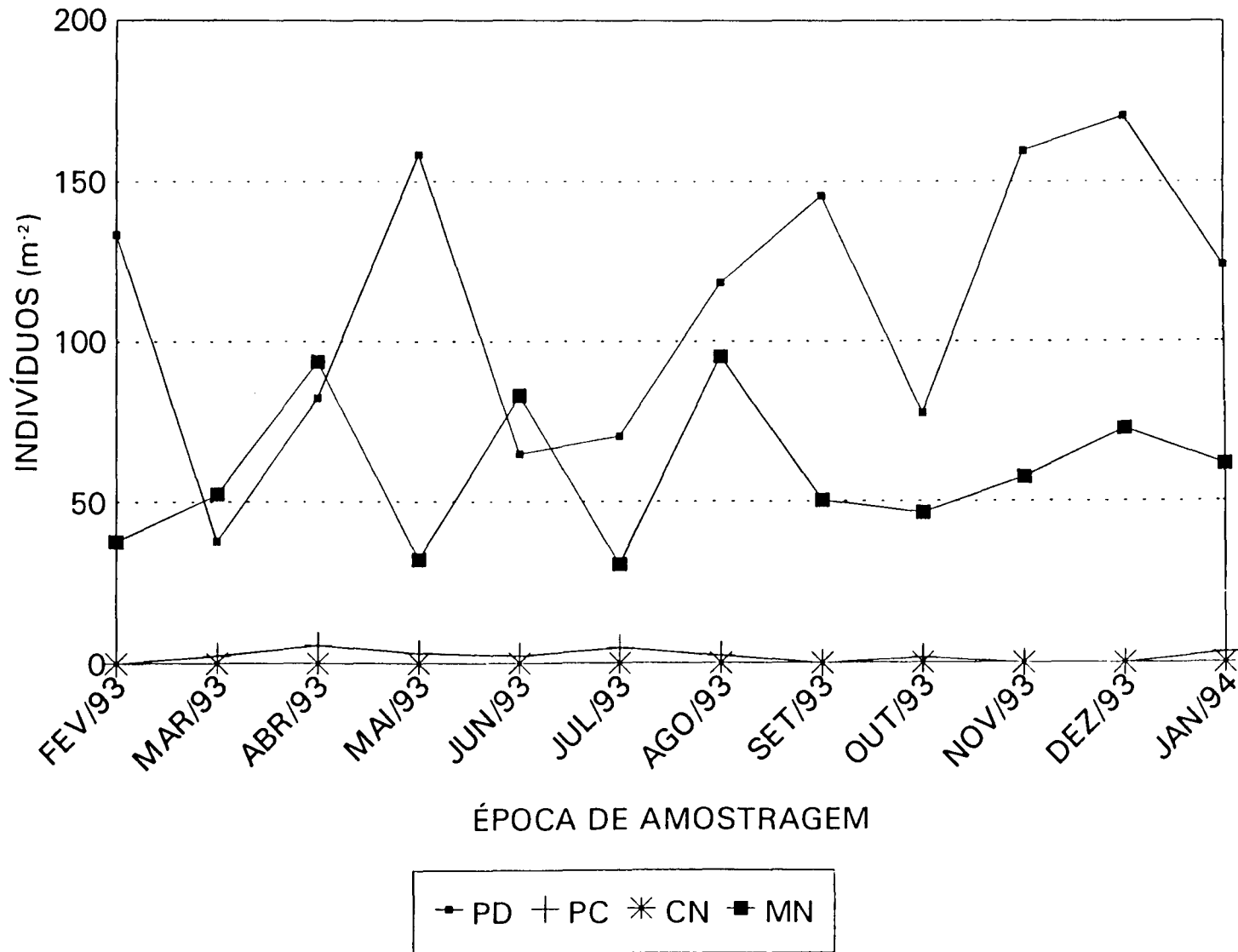
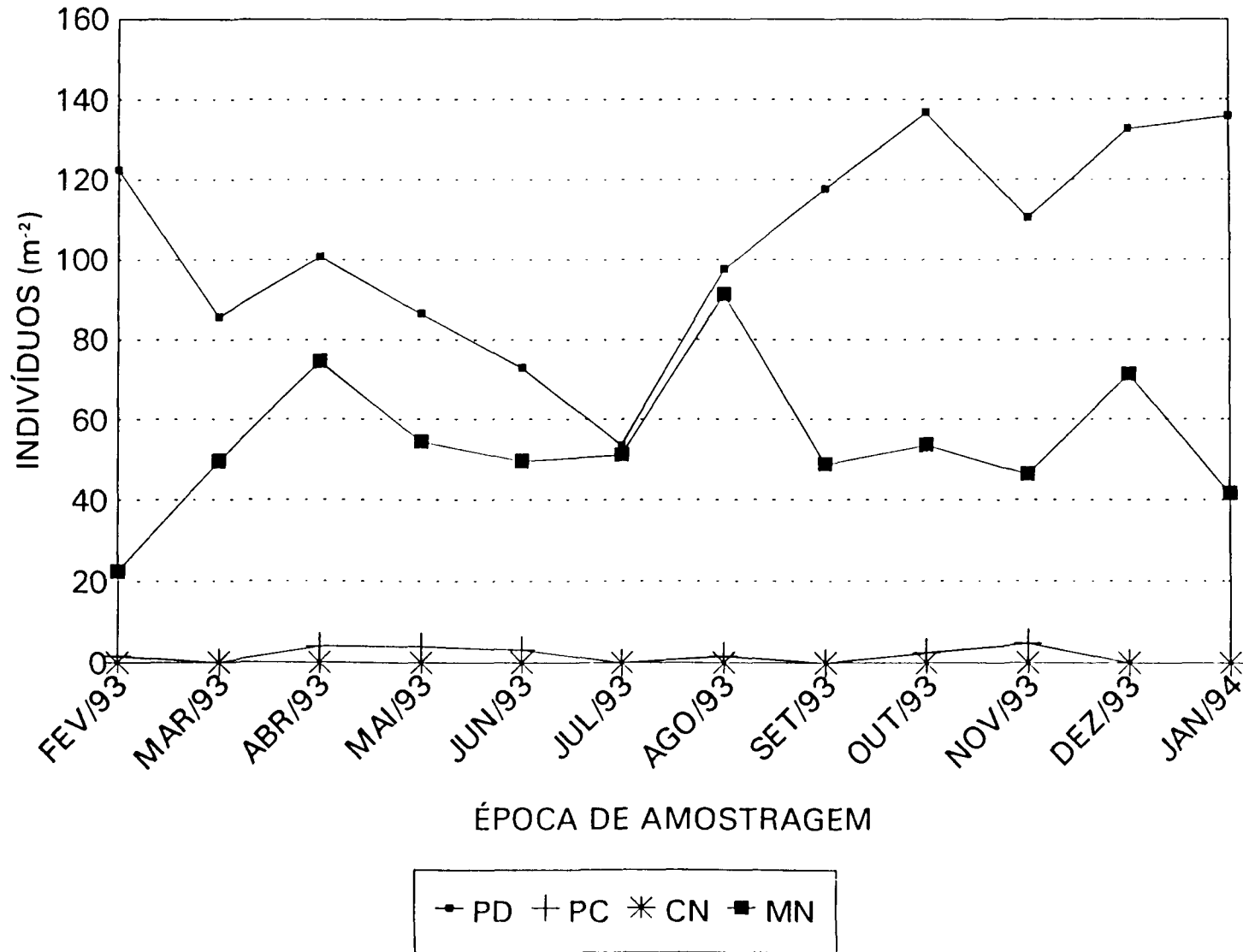


FIGURA 3. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.2 AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NAS ÁREAS INVESTIGADAS

Em muitas regiões do mundo os Oligochaeta edáficos são o principal componente da biomassa da pedofauna (ABBOT & PARKER, 1980), isto é concordante com as FIGURAS 4 e 5 (ANEXOS 3 e 4), onde os resultados evidenciam o ecossistema plantio direto e mata nativa. As características benéficas proporcionadas pelo sistema plantio direto, que contém em grande quantidade material orgânico, demonstram que a comunidade do gênero estudado tem condições biológicas para se desenvolver, conforme as condições ideais do ecossistema mata nativa. Entretanto, no sistema convencional sob condições inadequadas, a biomassa torna-se imperceptível demonstrando pequenas variações dentro do sistema. A biomassa no sistema plantio direto manteve-se praticamente equilibrada, contudo no mês de junho/93 os resultados obtidos foram baixos, isto pode ser consequência da baixa temperatura registrada na região no dia de coleta (19/06/93 - Apêndice 6). Estes efeitos são concordantes com LEE (1985), onde afirma que os Oligochaeta edáficos tem grande capacidade móvel dentro do solo quando ocorre variações de temperatura.

FIGURA 4. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

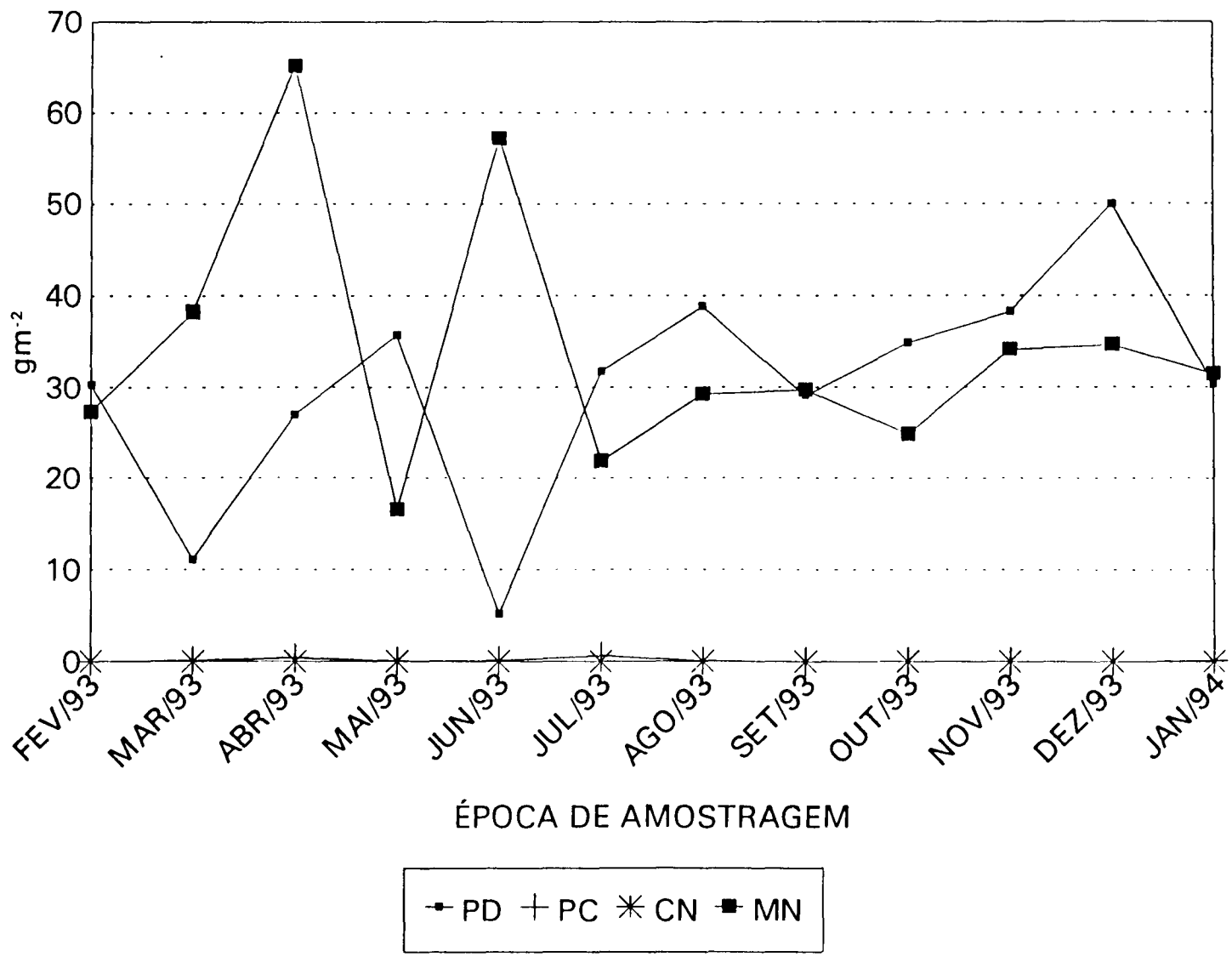
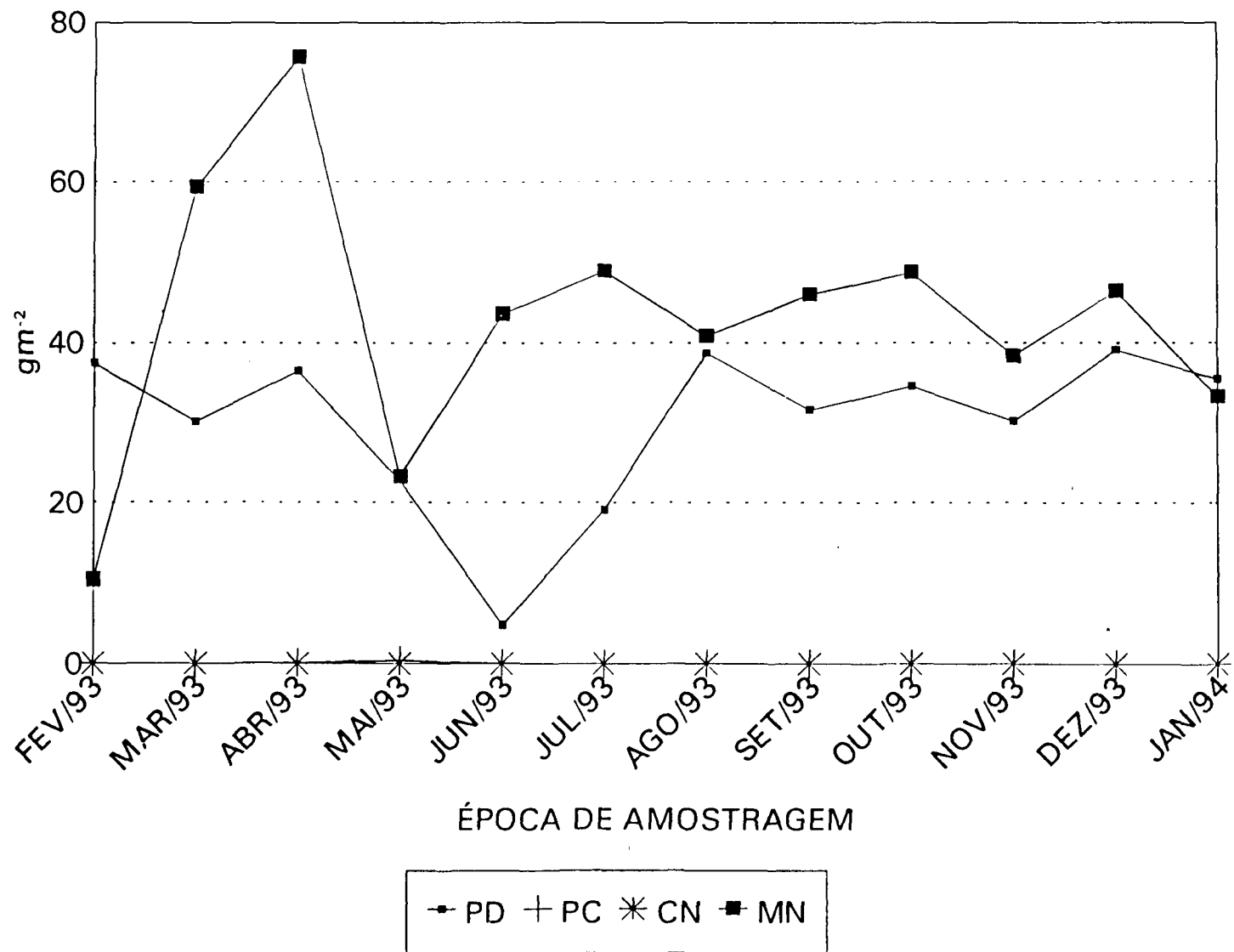


FIGURA 5. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.3 AVALIAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE E BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867)

A comunidade dos Oligochaeta edáficos é influenciada principalmente pelas estações do ano (LEE, 1985), tendo efeito direto nos ciclos biológicos. Observando-se as FIGURAS 6 e 7 (ANEXOS 5 e 6) a densidade populacional do Oligochaeta edáfico estudado mostrou-se superior no ecossistema plantio direto nas quatro estações, isto se deve ao volume de material orgânico depositado na superfície do solo, a diversidade deste componente e principalmente o equilíbrio da temperatura e umidade dentro do sistema. Enquanto que, no ecossistema mata nativa a densidade entre as estações manteve-se contrabalanceada, devido as características que envolve o sistema natural e principalmente pela presença da cobertura permanente. Já no ecossistema plantio convencional o nível da densidade foi baixa, porque a ausência de resíduos de cobertura vegetal evidenciam negativamente o equilíbrio da temperatura e umidade, fatores estes que influenciam a maturidade dos Oligochaeta edáficos (HAUSER, 1993). Além disso, as figuras 6 e 7 mostram que a flutuação populacional do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. apresentou clímax entre os extratores, no verão e primavera, onde as condições ambientais que envolveram os ecossistemas plantio direto e mata nativa foram adequadas para a comunidade. A variação populacional dentro do ecossistema plantio convencional ocorreu desordenadamente, devido ao desequilíbrio e alteração

do extrato superior do solo. Concordando com LEE (1985), o qual assegura que a comunidade dos Oligochaeta edáficos é ativa em maior número no verão e primavera dentro de um sistema equilibrado, mas onde ocorre ruptura da camada superficial do solo e alterações das características naturais a comunidade, destes organismos, sofre danos irreversíveis.

Nas FIGURAS 8 e 9 (ANEXOS 7 e 8), os resultados obtidos nos ecossistemas plantio direto e mata nativa demonstram variabilidade da biomassa, até entre os extratores. No sistema plantio direto a biomassa foi superior no verão e primavera, isto acontece devido a presença de grande quantidade de alimento disponível, o qual beneficia o ganho de peso. SATCHELL (1967) evidencia que a disponibilidade protéica é um dos fatores que determina a frequência e a abundância dos Oligochaeta edáficos, os quais tem papel fundamental na distribuição e ciclagem de nutrientes. No ecossistema mata nativa observa-se maior biomassa no outono e inverno, mas mantendo-se próximo das outras estações do ano. Esta variação permite avaliar que a comunidade do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. tem capacidade própria de manter-se dentro do ecossistema natural, sem sofrer qualquer dano, mesmo quando as condições ambientais são alteradas pela sazonalidade. É plausível afirmar que, a biomassa da comunidade estudada, beneficia-se dentro do sistema natural pela diversidade de material orgânico disponível e pelo equilíbrio ambiental entre espécies.

A oscilação da biomassa do Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. mostrou-se alta durante o período onde as temperaturas não sofreram variações e a umidade relativa se manteve constante (Apêndices 5 e 6), fatores estes determinantes para que a comunidade se desenvolva. A variação da biomassa, no sistema plantio direto, pode ter ocorrido devido a safra de verão e a presença de um material orgânico menos assimilável pela comunidade, enquanto que no sistema natural não houve qualquer alteração nas características originais da área. Então, os resultados são coerentes com BUTT (1992), onde a temperatura ambiental tem um papel fundamental sobre os estágios da vida e que podem ser comprometidos pelas oscilações sazonais ou alterações do extrato superior do solo.

FIGURA 6. FLUTUAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

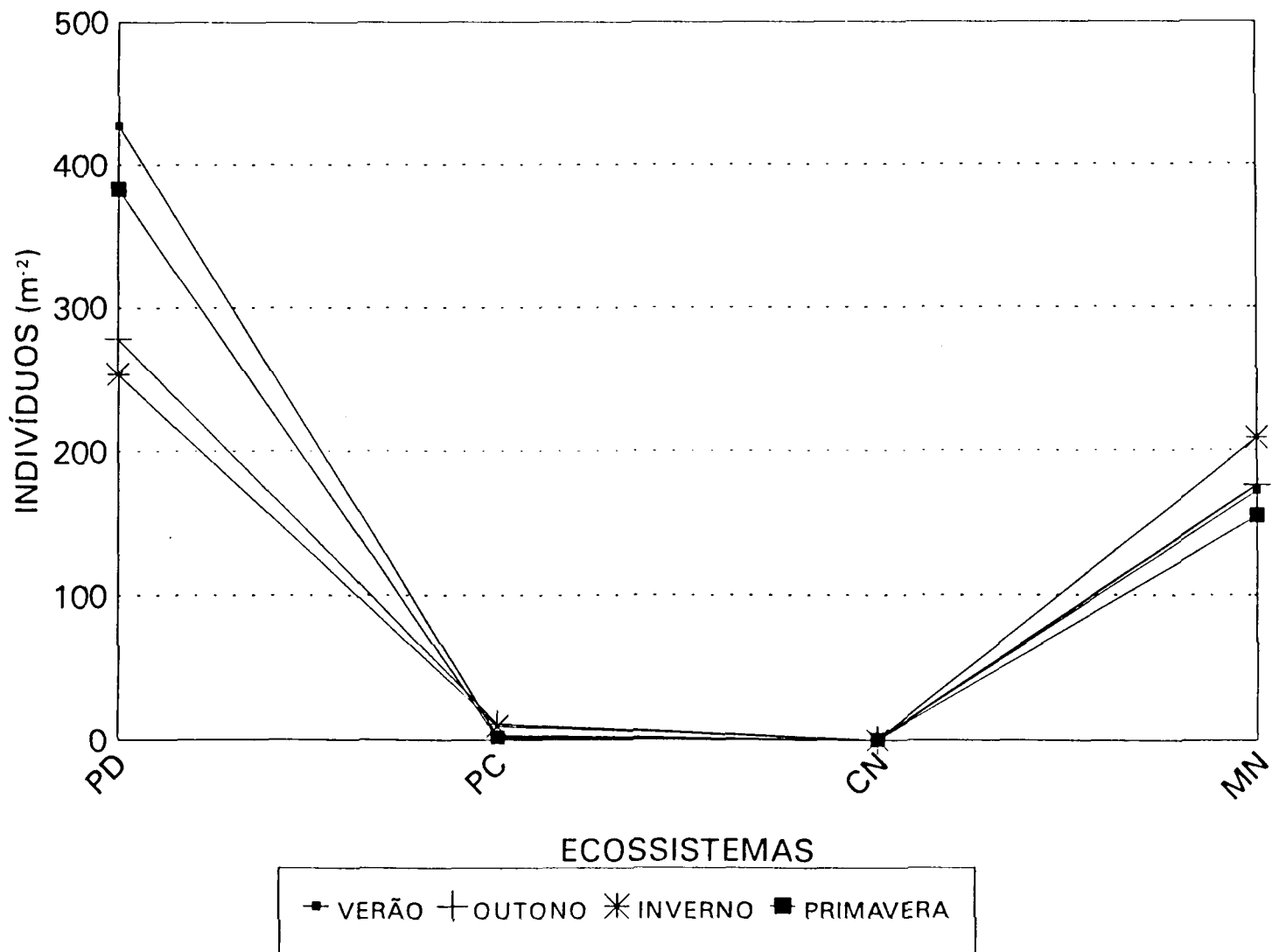


FIGURA 7. FLUTUAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.

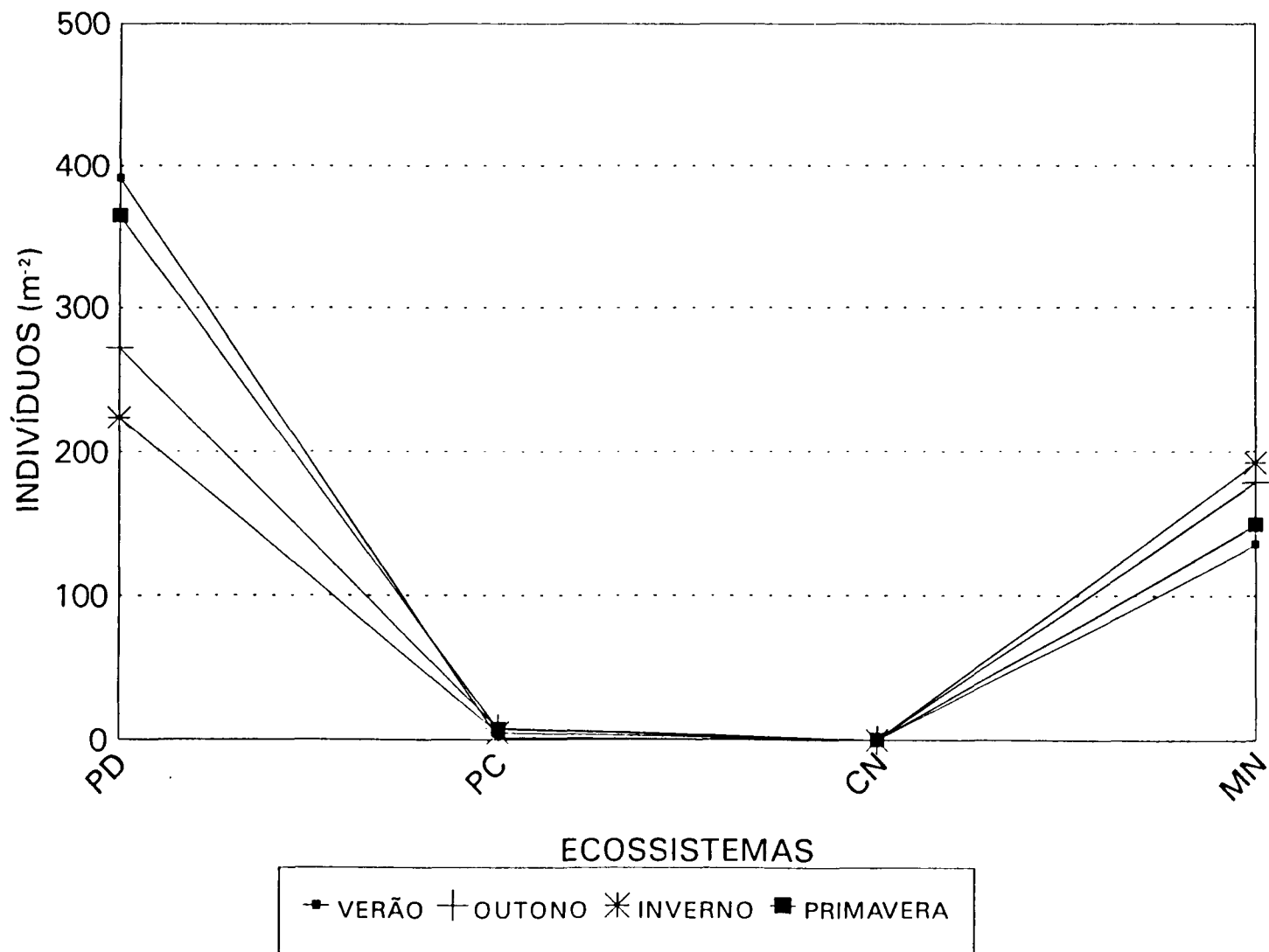


FIGURA 8. FLUTUAÇÃO SAZONAL DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

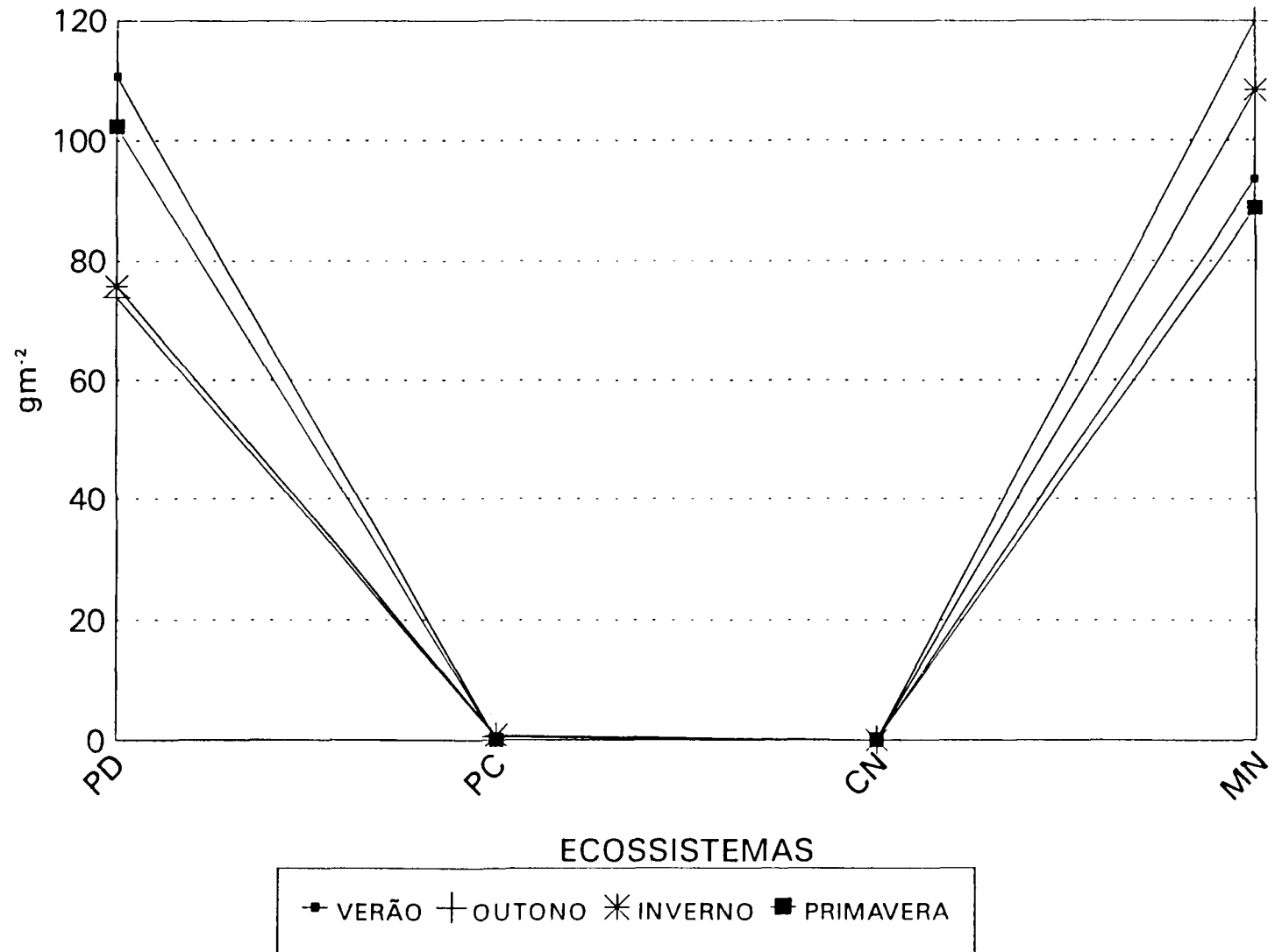
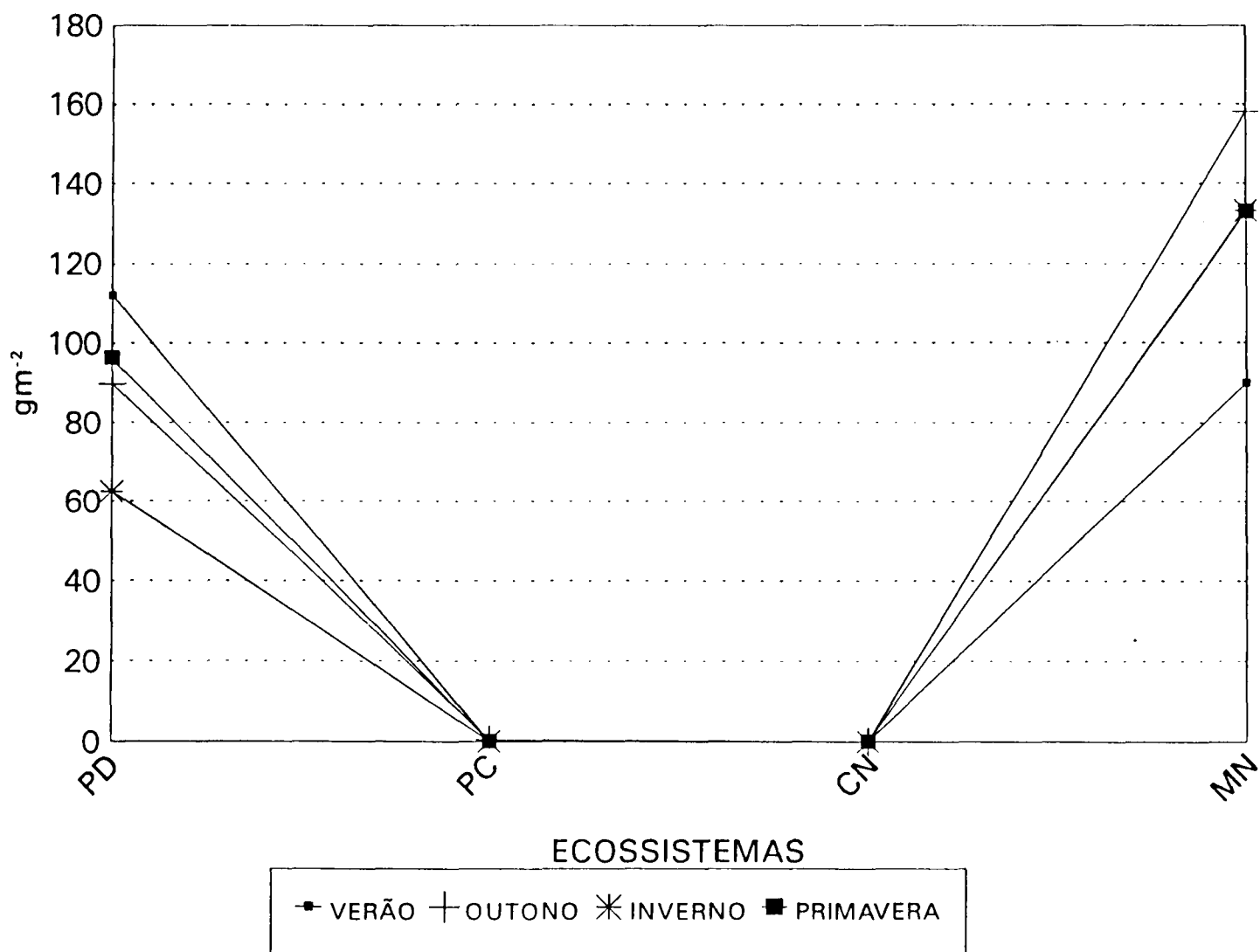


FIGURA 9. FLUTUAÇÃO SAZONAL DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.4 AVALIAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA

A comparação das médias pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade (FIGURAS 10 e 11/ANEXOS 9 e 10) mostram que, em algumas amostragens ocorreram diferenças estatísticas. Na Figura 11, onde utilizou-se o extrator formol a 1%, o ecossistema mata nativa apresentou-se superior nos meses de março, abril e junho, isto se deve ao fato da não alteração nas camadas superiores do solo, conseqüentemente a população foi beneficiada em relação ao sistema plantio direto.

WERNER & DINDAL (1989) afirmam que muitos fatores determinantes influenciam negativamente os Oligochaetas edáficos, dentre eles, os movimentos mecânicos na superfície do solo, os quais, provocam fuga dos organismos através das galerias permanentes das espécies endógenas e anécicas que povoam o solo. Então, onde não ocorreu ação mecânica, como no ecossistema mata nativa, a comunidade apresentou-se com melhores resultados. Para o extrator permanganato de potássio à 0,2% (FIGURA 11), o plantio direto apresentou-se superior em todas as amostragens, porém em alguns casos ocorreram diferenças estatísticas. Estas diferenças ocorridas, principalmente no período de setembro a janeiro, indicam que o sistema plantio direto após a cultura do triticales beneficiou a comunidade. Este resultado pode ser atribuído aos resíduos de cultura depositados e o aumento da temperatura, a qual tem

papel fundamental na decomposição, com isso a atividade biológica foi beneficiada (MACKAY & KLADIVKO, 1985).

FIGURA 10. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

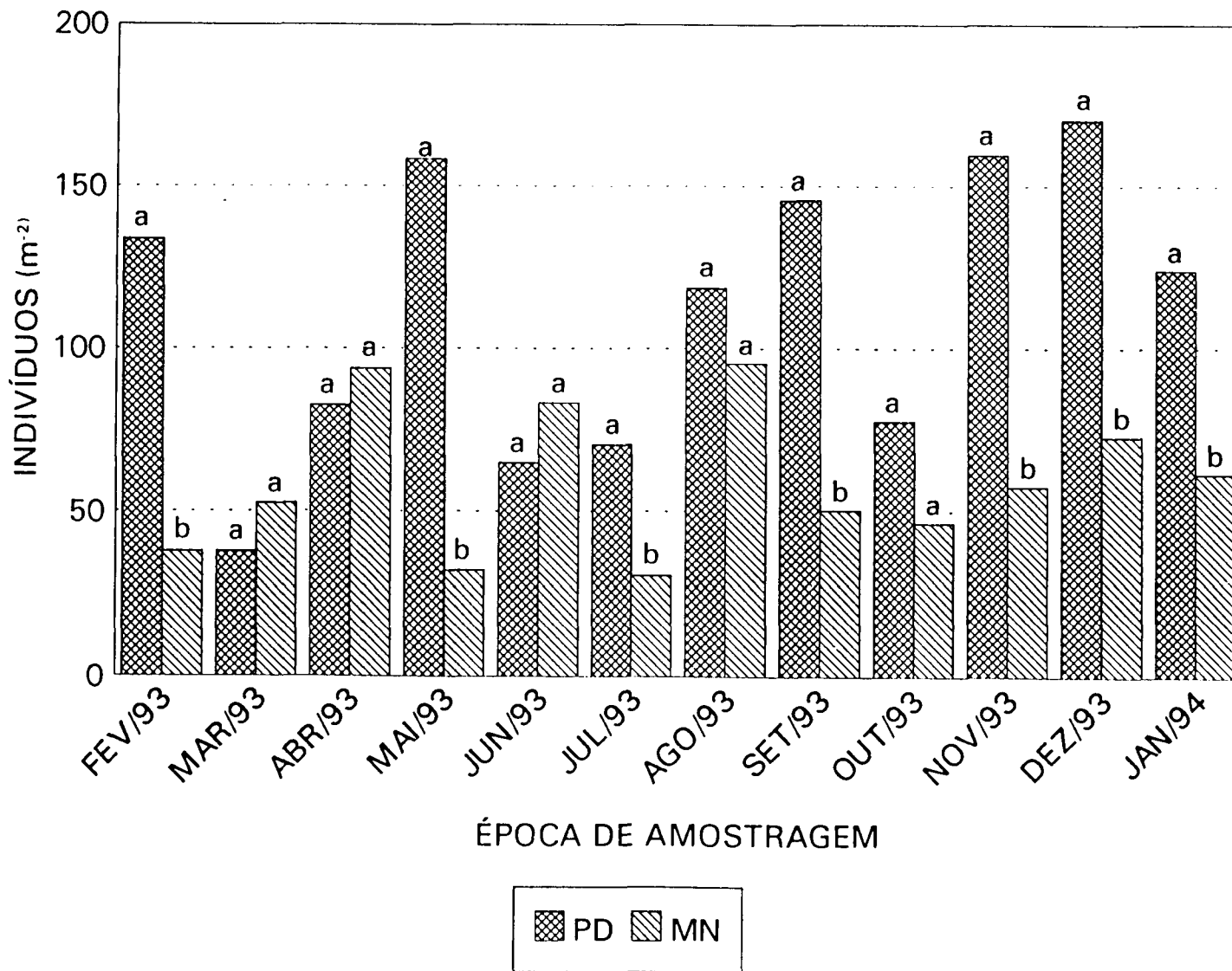
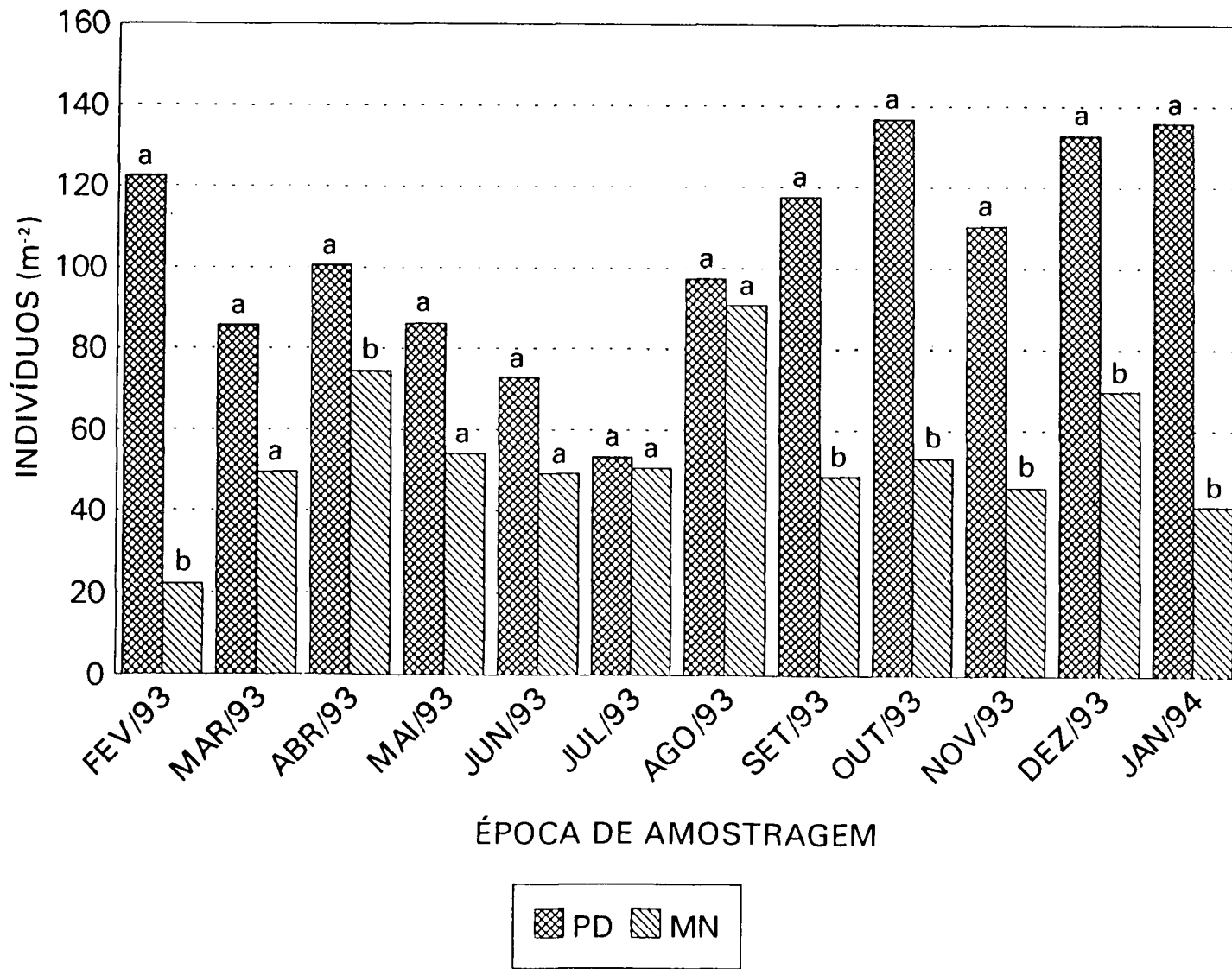


FIGURA 11. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.5 AVALIAÇÃO DOS EXTRATORES EM RELAÇÃO A DENSIDADE DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA

A importância do método utilizado para avaliar a densidade populacional dos Oligochaeta edáficos é muito discutida, pois vários fatores que envolvem material biológico devem ser analisados individualmente, para que não ocorram erros e resultados irregulares.

Na FIGURA 12 (ANEXO 11), que exhibe a comparação das médias da densidade pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade entre extratores, o agroecossistema plantio direto apresentou diferenças estatísticas, contudo houve equilíbrio. GUNN (1992) afirma em seu trabalho que os repelentes químicos, para Oligochaeta edáficos, dependem das condições ambientais do solo, isto é, o repelente pode ser ótimo em relação ao tipo de solo, a temperatura, a umidade e a natureza física-química. No ecossistema mata nativa (FIGURA 13/ANEXO 12), o formol a 1% foi superior na maioria das amostragens, mas em alguns casos apresentou diferenças estatísticas. GUNN (1992) ainda, comenta que a solução de permanganato de potássio é muito tóxica para os Oligochaeta edáficos, a qual pode subestimar a densidade. A flutuação populacional avaliada pelas médias, através dos extratores, mostra que o formol à 1% atingiu o grau mais elevado durante o período de amostragens. Entretanto, quando ocorre supremacia do permanganato de potássio à 0,2%, as diferenças estatísticas

demonstram que o formol foi inferior, isto pode ter ocorrido pela presença intensiva da comunidade próxima a superfície do solo e pelo poder tóxico do repelente. MATO, et al. (1988) demonstram que a distribuição vertical dos Oligochaeta edáficos ocorre pelo tipo de vegetação e que a abundância desses organismos é especialmente dependente das variações e exigências alimentares durante as inconstâncias de temperatura e umidade.

FIGURA 12. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.

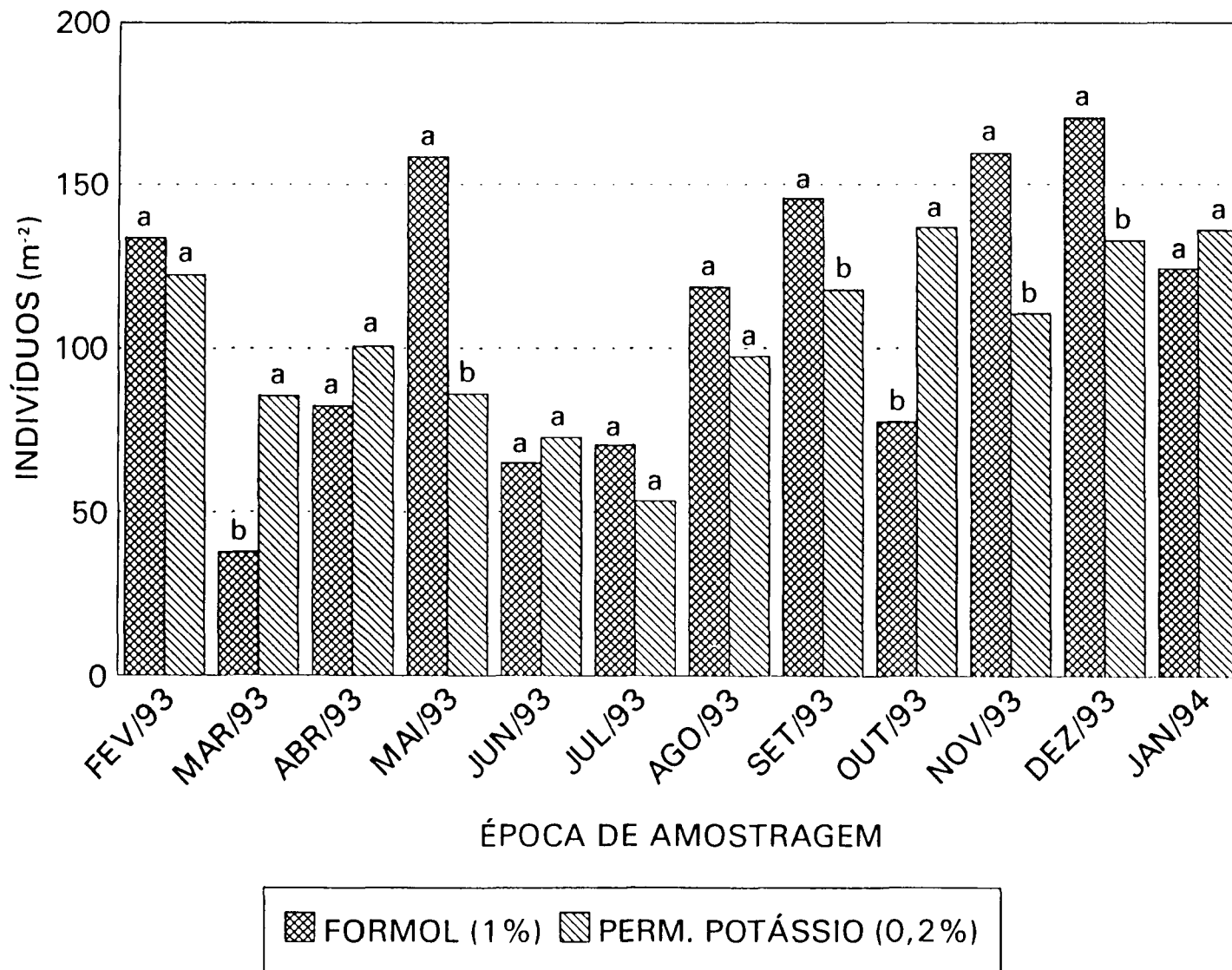
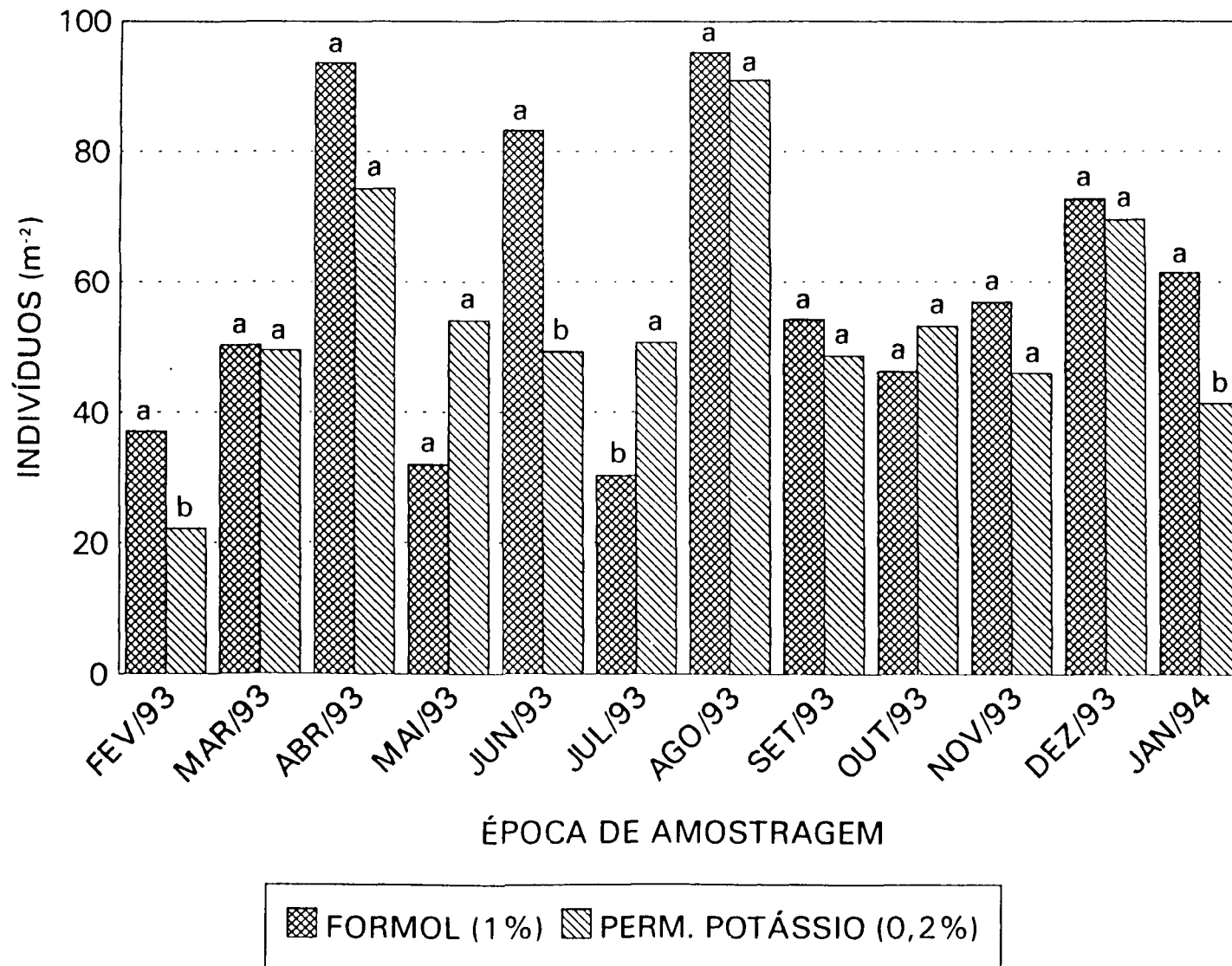


FIGURA 13. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSISTEMA MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.6 AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA

Para avaliar as diferenças estatísticas da biomassa entre o ecossistema plantio direto e o ecossistema mata nativa, utilizou-se do teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade. Verificando-se a comparação das médias entre as áreas nas FIGURAS 14 e 15 (ANEXOS 13 e 14), ocorreram situações onde não apresentou diferenças estatísticas, as quais podem ser explicadas devido as condições ambientais estarem propícias ao desenvolvimento biológico da comunidade. Na FIGURA 14 o agroecossistema plantio direto foi superior na maioria das amostragens em relação ao ecossistema mata nativa, contudo no mês de junho ocorreu decréscimo abrupto da biomassa no sistema plantio direto, o que pode ser explicado devido as geadas ocorridas na região, conseqüentemente a cultura foi prejudicada como também o grupo estudado. WERNER & DINDAL (1989) confirmam em seu trabalho, que a dinâmica das comunidades dos Oligochaeta edáficos nos agroecossistemas é dependente de vários fatores e que distúrbios na superfície do solo resulta na redução ou fuga dos organismos para extratos inferiores, conseqüentemente a população é prejudicada. No ecossistema mata nativa a biomassa sofreu pequenas variações e manteve-se constante, devido ao substrato inalterado, o qual possibilitou melhor distribuição da comunidade do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp.

Na FIGURA 15 as diferenças estatísticas demonstram que o sistema natural foi superior, mas no mês de fevereiro o sistema plantio direto acusou preeminência. É plausível, que durante o período de coleta, tanto o agroecossistema como o sistema natural, a biomassa mostrou-se constante, contudo ocorreu variação no mês mais frio do ano quando as

temperaturas acusaram negatividade durante longo período. Todavia, a flutuação da biomassa esta correlacionada com os níveis de temperatura e umidade, entretanto no sistema plantio direto o Oligochaeta edáfico **Amyntas** spp. sofreu incidência quando houve resíduos orgânicos frescos e disponíveis. FLACK & HARTENSTEIN (1984) estabelecem que o desenvolvimento dos Oligochaeta edáficos dependem de um amplo conjunto de combinações, que envolve disponibilidade de alimento rico em sais minerais, celulose, vitaminas e formas de vida microbiana, as quais auxiliam na assimilação de nutrientes.

FIGURA 14. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%. CASTRO/PR, 1993/94.

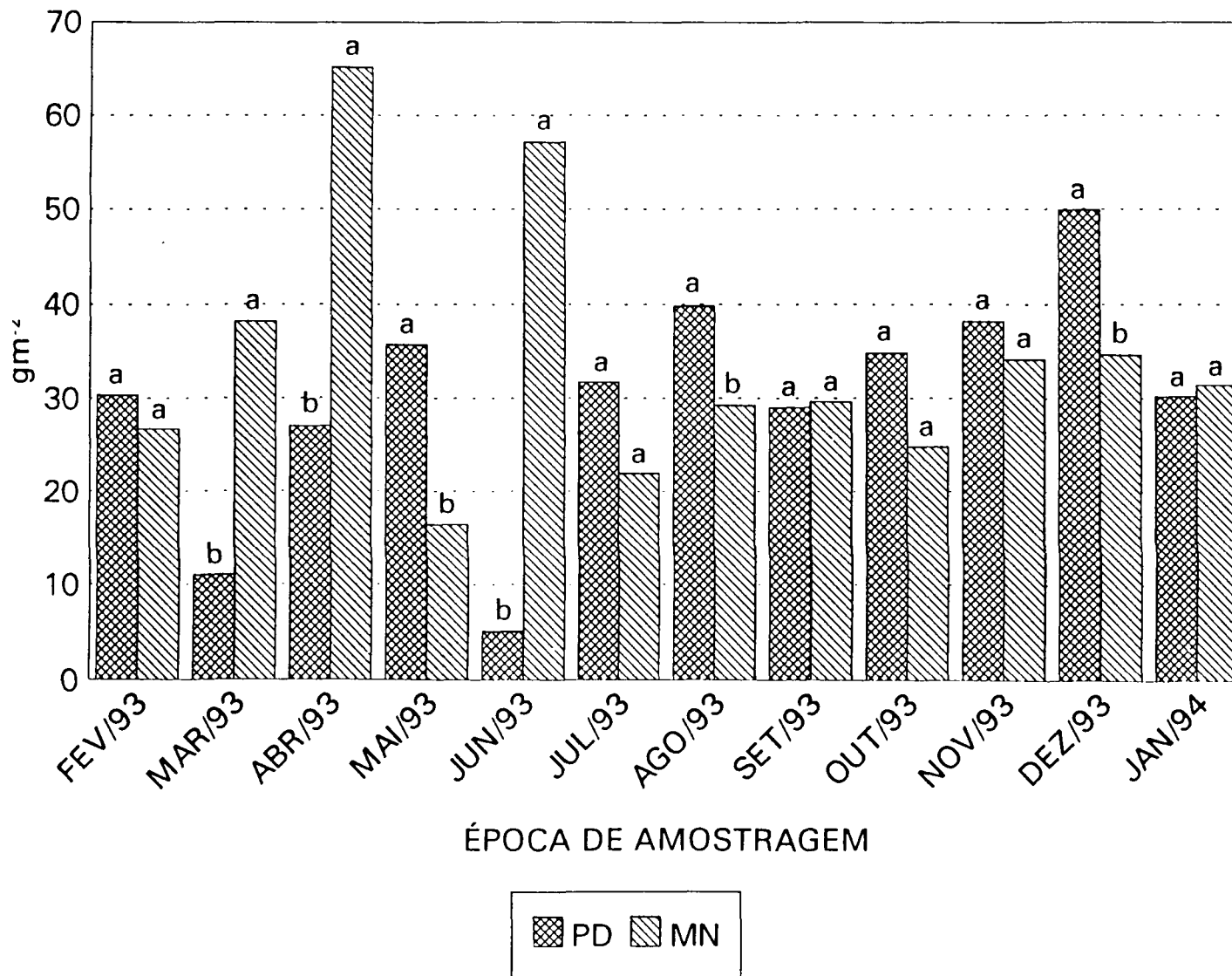
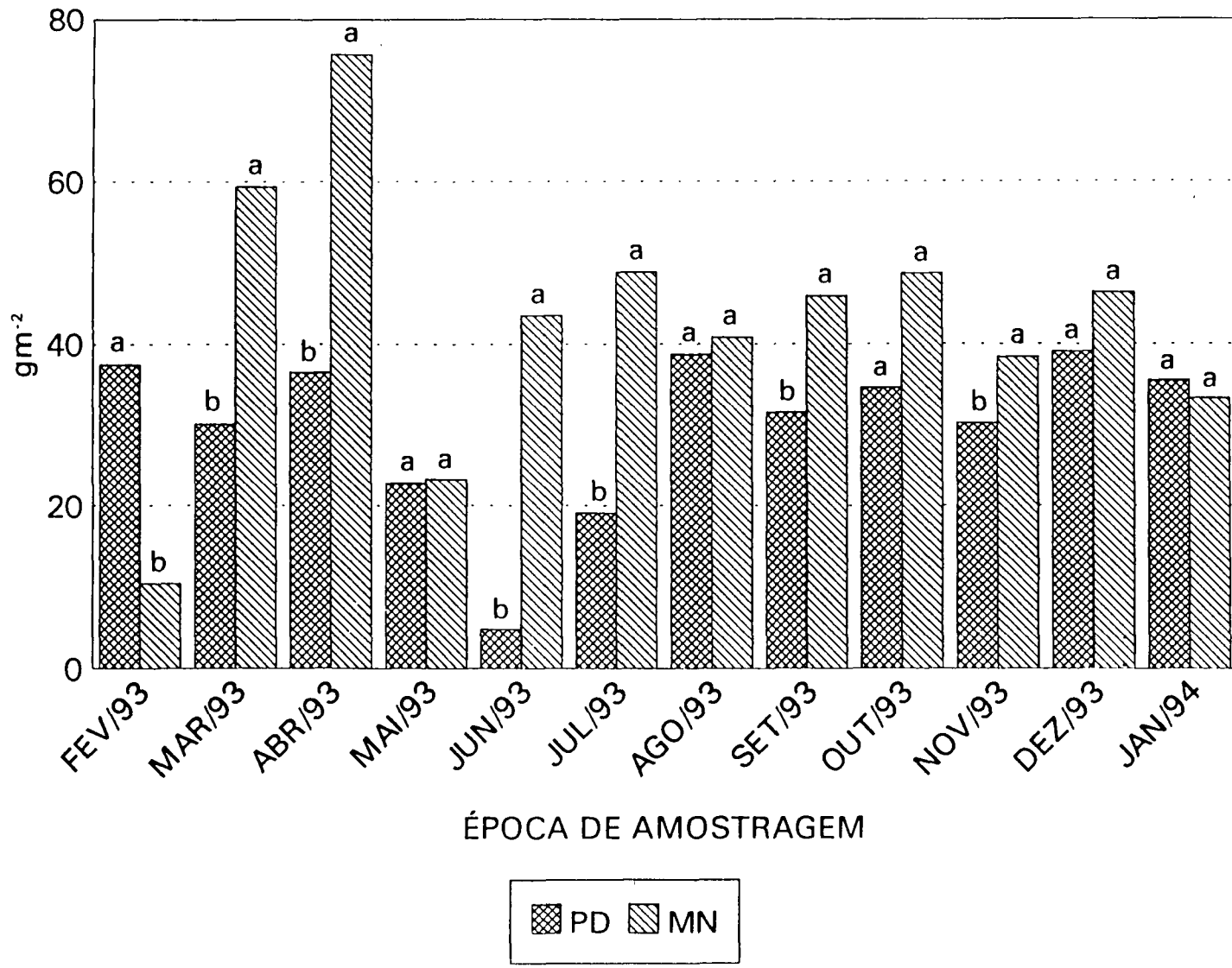


FIGURA 15. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



4.7 AVALIAÇÃO DOS EXTRATORES EM RELAÇÃO A BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867), NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA

Os dados das FIGURAS 16 e 17 (ANEXOS 15 e 16) avaliadas pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade, mostram a variedade dentro dos ecossistemas plantio direto e mata nativa. No agroecossistema ocorreu equilíbrio entre os extratores, mas diferenças estatísticas nos meses de maio e novembro, porém no sistema natural essas diferenças são mais evidentes. Nas duas condições, os extratores comportaram-se inconstantes, dando ênfase ao permanganato de potássio à 0,2%, que no ecossistema natural foi superior em quase todas as amostragens. Entretanto, o extrator formol à 1% no sistema plantio direto mostrou-se contrabalançado, em relação ao outro extrator, isto pode ser explicado pela sucessiva alteração da camada superior por culturas e resíduos orgânicos disponíveis após colheita. BARNER & ELLIS (1979) demonstram em seu trabalho, que a biomassa dos Oligochaeta edáficos, em sistemas agrícolas sobre o plantio direto, aumenta consideravelmente pela disponibilidade de alimentos e diversificação de substrato. Esta afirmação é concordante com PARMELLE, et al. (1990) onde admitem que a biomassa dos Oligochaeta edáficos está condicionada a conservação da matéria orgânica e rotação de culturas.

Na FIGURA 16 o formol a 1% apresentou um pico no mês de dezembro, o mesmo acontecendo com o permanganato de potássio a

0,2%, o que pode ser devido ao fato da presença da cultura de soja. MACKAY & KLADIVKO (1985) afirmam que a biomassa dos Oligochaeta edáficos foi superior e apresentou melhor rendimento quando da cultura de soja, em relação a cultura de milho. Entretanto, na FIGURA 17 o extrator formol a 1% exibiu um pico no mês de junho, enquanto que o permanganato de potássio a 0,2% expressou pico no mês de abril, o que pode ser explicado que no ecossistema natural o material biológico torna-se inconstante em relação ao tipo de extrator e as condições ambientais que o envolve.

FIGURA 16. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.

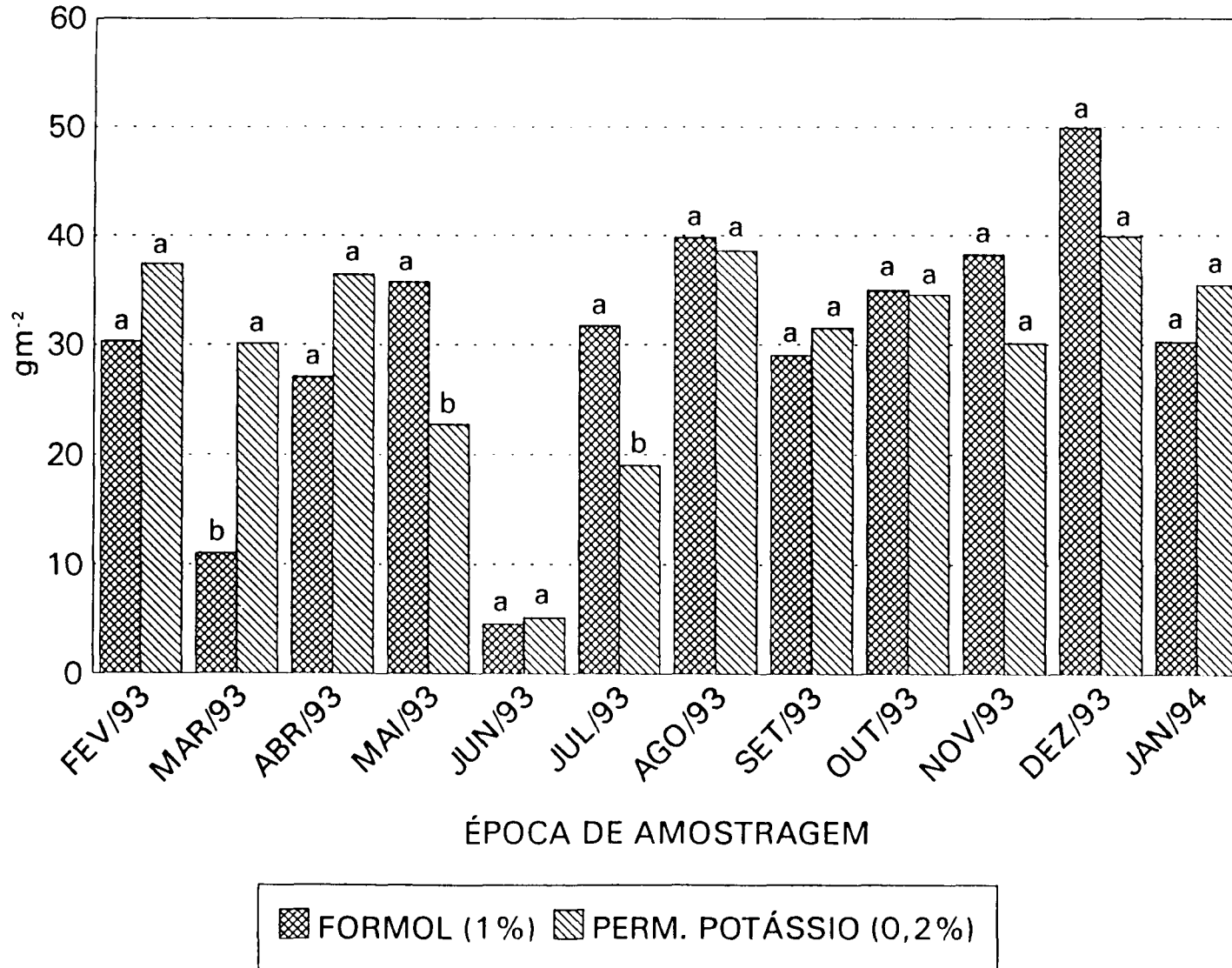
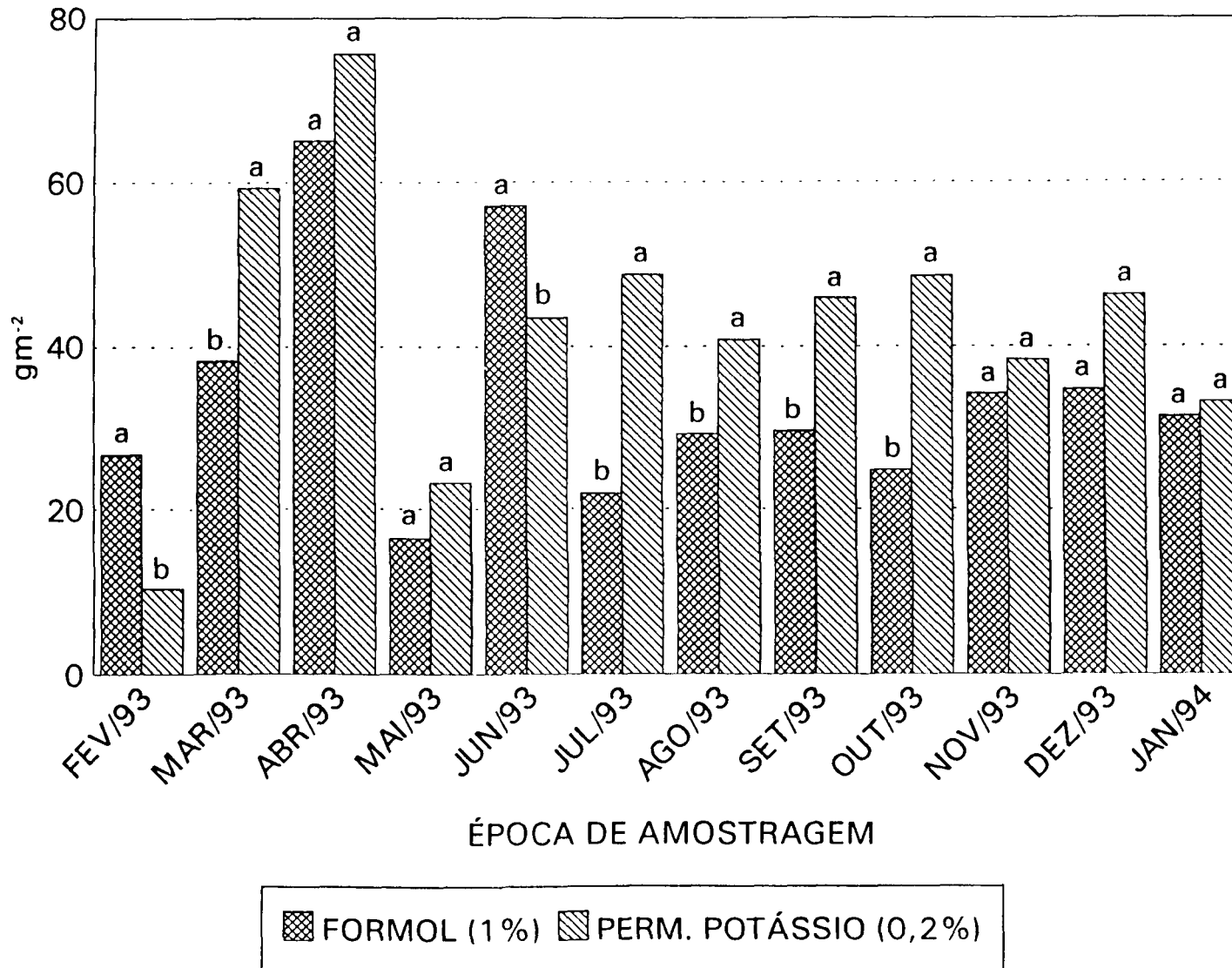


FIGURA 17. FLUTUAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSISTEMA MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DOS EXTRATORES FORMOL A 1% E PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%. CASTRO/PR, 1993/94.



5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, são possíveis as seguintes conclusões:

- a) A densidade populacional do Oligochaeta edáfico **Amynthas** spp. (KINBERG, 1867) foi superior no ecossistema plantio direto e mata nativa, onde ocorre acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo;
- b) No ecossistema plantio convencional, a densidade populacional do gênero estudado apresentou-se bastante inferior, provavelmente, devido a movimentação mecânica que envolve este sistema;
- c) No ecossistema campo nativo o gênero **Amynthas** spp. não foi encontrado, podendo estar vinculado as características físico-químicas do solo;
- d) Em relação as estações climáticas, o verão e primavera apresentaram melhores resultados, demonstrando que o gênero **Amynthas** spp. mostra-se eficiente quando as temperaturas se elevam;
- e) No ecossistema mata nativa, durante a evolução das estações climáticas, a densidade do gênero **Amynthas** spp. sofreu pequenas variações, enquanto que a biomassa permaneceu constante com poucas oscilações. Estes fatos devem estar relacionados com as inalterações da vegetação, a conservação do extrato orgânico depositado na superfície do solo e no conteúdo alimentar disponível e de fácil assimilação;

f) Através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, a densidade do Oligochaeta edáfico **Amynthas** spp. apresentou-se superior na maioria das amostragens dentro do sistema plantio direto, pelo extrator formol a 1% e permanganato de potássio a 0,2%;

g) A eficiência dos extratores, em relação a densidade, no agroecossistema plantio direto e no ecossistema mata nativa, avaliada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, exibiu pequena vantagem do formol a 1% no sistema agrícola, porém no sistema natural as diferenças estatísticas ocorreram em menor escala;

h) A biomassa do gênero **Amynthas** spp. mostrou-se bastante flutuante dentro dos ecossistemas plantio direto e mata nativa. Contudo, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, as diferenças estatísticas ocorreram em períodos diferenciados, principalmente quando as temperaturas começaram a regredir;

i) A biomassa do gênero **Amynthas** spp., em relação aos extratores, analisada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, demonstrou que o formol a 1% e permanganato de potássio a 0,2% sofreram pequenas variações no sistema plantio direto, entretanto na mata nativa ocorreram variações significativas na maioria das amostragens;

j) A densidade e biomassa do gênero **Amynthas** spp. apresentaram resultados significativos nos ecossistemas plantio direto e

mata nativa, basicamente pelo processo de preservação de resíduos orgânicos, os quais beneficiam a comunidade estudada;

1) De maneira geral as características físico-químicas do solo, nas áreas investigadas, demonstraram pequenas variações durante o período de amostragens. Porém, dentro do ecossistema campo nativo, o teor de argila pode ser um fator limitante para o gênero **Amyntas** spp.

ABSTRACT

At the present work, tried to evaluate the influence of two planting systems and two natural systems, at Parana, at general fields region, on population density of Oligochaeta (Genus: **Amyntas** spp., KINBERG, 1867). The areas are placed at second plateau of Parana, between the cities Ponta Grossa and Castro. The study was directed between the period of february, 1993 and january, 1994 the evaluation happened monthly. In agricultural ecological systems were developed cultivation of coin (P-3069), wheat grouping (Arapoti) and soy (Embrapa-4) at the some time, with manure and agrototoxic application.

At natural ecological systems occurs characteristic steppe vegetation of low grossy for native field and ciliary grossy for native forest. For the density and biomass evaluation of Oligochaeta (Genus: **Amyntas** spp., KINBERG, 1867), used the active proceeding, using two chemistry repulsive substances: formaldehyde 1% and Potassium Permanganate 0,2%. The samplings in those areas, were demarcated in a wood square with 0,25 m² of area, where the extracting dissolution were increased independent.

The organisms, after collecting, were taken to Land Biology laboratoy of Phytotechnic and Phytosanitarism of SCA/UFPR, to be identified, to numerical evaluation and to weight in.

The populational density and biomass of Oligochaeta (Genus: **Amyntas** spp., KINBERG, 1867) was more accented at immediate planting and at native forest. However, at conventional planting, the populational density was too short, due to mechanical movements of land and low content of organic residual. At native field there's no acurrence of the studied genus, dul to the peculiar characteristics of this area. With relation to the extracting, the formaldehyde 1% presented the best income at immediate planting system, while the potassium permanganate 0,2% got significant results related with biomass at native forests in ecological systems. The physical and chemical characterization of land had been done with seasonal collect, to notice changes. To the statistical analysis used the SANEST program, where were evaluated the differences between immediate planting, native forest and the extractings, through the application of ANOVA and TUKEY test, the probability equality of 5%, while for conventional planting and native field wasn't possible to realize statistical analysis, due to the absence of comparison between the gaps.

Apêndice 1- Caracterização Química e Física dos solos no verão, das áreas experimentais: Plantio Direto(PD), Plantio Convencional (PC), Campo Nativo (CN) e Mata Nativa(MN). Castro-PR, 1993/94.

Áreas Experimentais	pH CaCl ₂	Al ⁺³	meq/100 cm ³ de solo				T	ppm			%			% argila
			H+Al	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺		P	C	M	V	areia	silte	
PD	5,1	0,0	6,2	3,8	2,0	0,28	12,3	8,0	2,6	0,0	49,5	46,0	22,0	32,0
PC	5,0	0,0	5,8	3,2	1,4	0,38	10,8	5,0	2,3	0,0	46,2	44,0	24,0	32,0
CN	4,3	1,1	9,0	0,6	0,7	0,20	10,5	1,0	2,9	42,3	14,3	30,0	16,0	52,0
MN	3,9	2,3	12,1	0,5	0,4	0,18	13,2	2,0	2,7	68,0	8,2	56,0	12,0	32,0

Apêndice 2- Caracterização Química e Física dos solos no outono, das áreas experimentais: Plantio Direto(PD), Plantio Convencional (PC), Campo Nativo (CN) e Mata Nativa(MN). Castro-PR, 1993/94.

Áreas Experimentais	pH CaCl ₂	Al ⁺³	meq/100 cm ³ de solo				T	ppm			%			% argila
			H+Al	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺		P	C	M	C	areia	silte	
PD	5,7	0,0	4,6	5,4	2,6	0,32	12,9	10,0	4,0	0,0	64,4	50,0	16,0	36,0
PC	5,3	0,0	5,3	4,0	1,8	0,53	11,6	4,0	3,7	0,0	54,4	40,0	27,0	33,0
CN	4,2	1,1	10,4	0,8	1,0	0,19	12,4	1,0	4,0	35,6	16,1	30,0	18,0	52,0
MN	3,7	2,4	14,0	0,4	0,5	0,20	15,1	4,0	4,5	68,6	7,3	62,0	10,0	28,0

Apêndice 3- Caracterização Química e Física dos solos no inverno, das áreas experimentais: Plantio Direto(PD), Plantio Convencional (PC), Campo Nativo (CN) e Mata Nativa(MN). Castro-PR, 1993/94.

Áreas Experimentais	pH CaCl ₂	Al ⁺³	meq/100 cm ³ de solo				T	ppm					%	%	%	%	%
			H+Al	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺		P	C	M	V	areia					
PD	5,3	0,0	3,4	5,1	3,5	0,23	12,2	10,0	3,0	0,0	72,2	48,0	16,0	36,0			
PC	5,3	0,0	3,9	3,4	2,4	0,29	10,0	3,0	2,3	0,0	61,0	40,0	27,0	33,0			
CN	4,1	1,0	8,3	0,6	1,8	0,19	10,9	1,0	1,0	27,9	23,8	30,0	16,0	52,0			
MN	3,6	2,6	12,1	0,5	0,8	0,19	13,6	3,0	3,0	63,6	11,0	62,0	10,0	28,0			

Apêndice 4- Caracterização Química e Física dos solos na primavera, das áreas experimentais: Plantio Direto(PD), Plantio Convencional (PC), Campo Nativo (CN) e Mata Nativa(MN). Castro-PR, 1993/94.

Áreas Experimentais	pH CaCl ₂	Al ⁺³	meq/100 cm ³ de solo				T	ppm					%	%	%	%	%
			H+Al	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺		P	C	M	V	areia					
PD	5,2	0,0	4,2	4,9	3,3	0,20	12,6	12,0	3,1	0,0	66,7	47,0	18,0	35,0			
PC	5,3	0,0	3,9	3,6	2,2	0,27	10,0	4,0	2,3	0,0	60,9	44,0	23,0	33,0			
CN	4,3	1,1	8,3	0,7	1,1	0,18	10,3	1,0	3,3	35,7	19,3	30,0	19,0	51,0			
MN	3,8	2,8	13,0	0,4	1,0	0,21	14,6	5,0	3,2	63,5	11,0	58,0	14,0	28,0			

Apêndice 5- *Precipitação pluvial diária em mm, registrada no município de Castro (PR), de fevereiro 1993 a janeiro 1994.

Data	MESES												
	1993	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	1994
1	-	-	10	-	-	-	10	-	-	51,7	-	41,7	-
2	-	20	12,5	-	-	-	25	9,6	-	20,0	-	-	-
3	-	12	-	-	-	-	-	-	5,8	5,2	-	-	20,3
4	-	25	-	-	-	30	-	-	-	25,0	-	-	-
5	-	-	-	40	55	-	-	-	-	30,1	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,6	73,0	-
7	5	-	-	-	-	-	5,5	-	-	-	1,0	11,0	-
8	25	-	35	-	10	-	-	-	31,6	-	-	8,0	46,3
9	30	-	-	-	25	-	-	-	65,6	-	4,4	24,8	3,6
10	15	-	-	-	24	-	-	1,7	3,0	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	10	-	-	-	69,3	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	49,5	-	-	1,2	-	-	-	-	14,5	-
14	70	5	-	137,5	-	-	-	-	8,2	9,0	-	22,5	4,1
15	19,5	22,5	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-
16	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	10,0	-
18	30	90	-	-	75	18,5	8,1	-	-	-	-	-	20,8
19	15	5	-	-	-	-	-	-	19,9	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	37	-	74	-	-	-	-	-	33,4	-	-	-	-
22	75	12	-	-	-	-	-	-	-	26,7	-	-	-
23	-	92	-	-	-	-	-	-	25,5	-	-	-	-
24	5	2,5	20	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	2,5
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7	5,3	1,6	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	18,0	-	-	4,5	7,3
27	-	-	-	2,5	-	-	-	-	4,6	-	11,1	3,1	9,3
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,3	20,5
29	-	5,5	-	30	-	-	14,3	-	-	-	-	-	-
30	-	30	-	35	-	-	22,1	-	93,9	-	-	-	-
31	-	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0
Total	329,00	321,5	161,5	354,5	219,00	165,90	19,40	312,80	191,00	52,4	232,00	144,6	
Média	11,75	10,37	5,38	11,44	7,30	5,35	0,63	10,43	6,16	1,75	7,48	4,66	

*Campo demonstrativo e experimental Batavo

Apêndice 6- *Temperatura média diária, expressa em °C, registrada no município de Castro (Pr) de fevereiro de 1993 a janeiro de 1994.

Data	MESES											
	1993										1994	
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
1	25,3	26	22	23,3	10,7	19,8	10,5	24,2	17,00	21,16	23,50	22,25
2	26	25,3	21,5	22,8	12,8	20,7	11,2	21,7	16,33	21,50	24,66	20,33
3	25,2	22,8	21,8	21,5	14,8	21	18,3	18	20,17	22,33	25,50	18,33
4	22,8	21,3	23,2	20,3	18,3	21,5	19,7	18	19,67	23,66	26,66	20,00
5	26	20,7	24	17,5	15,8	20,5	17,5	21	20,00	23,66	24,66	20,50
6	25	21,8	25,5	17,2	16,7	18,7	19,5	22,8	18,33	20,83	24,50	21,66
7	23,2	23,8	25,2	17,3	18,2	13,2	18,8	22,8	17,83	20,83	25,83	21,33
8	22,8	24,7	20,8	22	17,2	12,3	19,7	18,7	20,00	22,00	24,50	21,00
9	22,3	25,3	16,5	18,8	16,3	15,3	19,2	17,2	22,83	22,83	24,33	20,50
10	23,2	24,5	18,2	19,5	10,2	19,8	13,8	17,3	24,00	23,33	22,00	21,33
11	24,3	25,7	19,5	19,2	12,2	19,5	11	13,2	25,67	21,50	21,50	22,16
12	25,3	24,2	22,2	17,2	16	16,8	11,7	14,3	28,00	24,00	22,16	23,50
13	26,8	24,7	24,7	16	16	12,8	15,8	15,2	27,33	26,00	25,00	23,50
14	24,8	24,3	23,2	15,3	16,7	8,3	16	13	25,33	26,66	24,16	21,33
15	22,8	23,3	26,2	12,2	17,5	12,8	14,5	17,7	24,00	27,16	24,83	22,83
16	24,5	26	26	14,8	16,7	15,5	16,8	17,2	24,16	27,83	23,33	24,83
17	22,3	25,5	25,2	15,2	13,8	13,3	18,2	20,2	25,83	23,50	22,83	25,00
18	21,2	25	23,7	18	12,7	13,7	17,2	22,5	25,00	21,50	22,00	23,50
19	21,7	22,7	24,7	18,2	9	17,5	17,5	21,5	21,00	22,33	23,33	22,50
20	21,8	22	24,7	19,2	12,2	18,3	18	20,2	24,83	22,83	24,16	25,50
21	20,2	18,5	23,7	19	12,2	22	14,2	17,7	26,00	23,66	23,00	23,66
22	15,8	17,5	18,8	19,3	14,2	23	13,2	13,7	26,83	22,33	19,50	23,00
23	17,8	20,5	19,8	19	16,5	21,2	12,5	17	24,33	24,83	20,00	23,83
24	22	23,3	20	19	16,3	18	17,2	16,5	22,33	24,50	20,83	24,00
25	24,3	22,2	20,5	19,3	16,7	16,5	19,7	15,8	19,33	25,33	22,50	23,00
26	24	22,8	21,7	18,2	17,8	16,5	19,7	16	21,50	23,16	22,33	21,16
27	25,7	23,3	22,5	16,8	17,7	16	20,3	16,8	18,50	22,66	23,16	20,00
28	26,8	26,2	22,8	11,5	18	19,7	21,7	19,2	19,00	23,33	21,50	21,50
29	-	23,2	21,3	13,8	19,2	19,3	22,8	20,5	21,16	22,00	21,00	22,33
30	-	22,5	21	15,2	20	12,8	24	16,8	23,50	26,00	20,00	22,83
31	-	23,7	-	17,5	-	5,7	23,8	-	24,00	-	19,16	
Média	23,3	23,3	22,4	17,9	15,4	16,8	17,2	18,2	22,38	23,44	22,98	22,23

*Campo demonstrativo e experimental Batavo

ANEXO 1- AVALIAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867), EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistema		PD*	PC*	CN	MN*
Amostragens:	FEV/93	133,50	0	0	37,60
	MAR/93	37,60	2,40	0	52,40
	ABR/93	82,40	5,60	0	93,60
	MAI/93	158,40	3,20	0	32,00
	JUN/93	64,80	2,40	0	83,20
	JUL/93	70,40	4,80	0	30,40
	AGO/93	118,40	2,40	0	95,20
	SET/93	145,60	0	0	50,40
	OUT/93	77,60	1,60	0	46,40
	NOV/93	159,60	0	0	57,60
	DEZ/93	170,40	0	0	72,80
	JAN/94	124,00	3,20	0	61,60

*Indivíduos por m²

ANEXO 2- AVALIAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867), EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistema	PD*	PC*	CN	MN*
Amostragens:				
FEV/93	122,40	1,60	0	22,40
MAR/93	85,60	0	0	49,60
ABR/93	100,80	4,00	0	74,40
MAI/93	86,40	4,00	0	54,40
JUN/93	72,80	3,20	0	49,60
JUL/93	53,60	0	0	51,20
AGO/93	97,60	1,60	0	91,20
SET/93	117,60	0	0	48,80
OUT/93	136,80	2,40	0	53,60
NOV/93	110,40	4,80	0	46,40
DEZ/93	132,80	0	0	71,20
JAN/94	136,00	0	0	41,60

*Indivíduos por m²

ANEXO 3- AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867), EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN), E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistema		PD*	PC*	CN	MN*
Amostragens:	FEV/93	30,31	0	0	27,32
	MAR/93	11,08	0,10	0	38,28
	ABR/93	27,00	0,41	0	65,12
	MAI/93	35,76	0,04	0	16,48
	JUN/93	5,14	0,12	0	57,16
	JUL/93	31,76	0,60	0	21,88
	AGO/93	38,84	0,056	0	29,20
	SET/93	29,04	0	0	29,68
	OUT/93	34,96	0,024	0	24,84
	NOV/93	38,28	0	0	34,20
	DEZ/93	49,96	0	0	34,72
	JAN/94	30,24	0,088	0	31,44

*Gramas por m²

ANEXO 4- AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867), EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistema		PD*	PC*	CN	MN*
Amostragens:	FEV/93	37,44	0,032	0	10,32
	MAR/93	30,12	0	0	59,32
	ABR/93	36,48	0,098	0	75,64
	MAI/93	22,76	0,376	0	23,24
	JUN/93	4,76	0,056	0	43,52
	JUL/93	19,08	0	0	48,88
	AGO/93	38,68	0,056	0	40,80
	SET/93	31,56	0	0	45,92
	OUT/93	34,56	0,016	0	48,68
	NOV/93	30,16	0,024	0	38,32
	DEZ/93	39,12	0	0	46,36
	JAN/94	35,44	0	0	33,24

*Gramas por m²

ANEXO 5- DENSIDADE POPULACIONAL SAZONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Amostragem				
Ecosistema	VERÃO*	OUTONO*	INVERNO*	PRIMAVERA*
PD	427,90	278,40	253,60	382,80
PC	3,20	11,20	9,60	1,60
CN	0	0	0	0
MN	172,00	176,00	208,80	154,48

*Indivíduo por m² ; soma das médias das amostras mensais

ANEXO 6- DENSIDADE POPULACIONAL SAZONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Amostragem				
Ecosistema	VERÃO*	OUTONO*	INVERNO*	PRIMAVERA*
PD	391,20	272,80	224,00	364,80
PC	1,60	8,00	4,80	7,20
CN	0	0	0	0
MN	135,20	178,40	192,00	148,80

*Indivíduo por m²; soma das médias das amostras mensais

ANEXO 7- BIOMASSA SAZONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Amostragem				
Ecossistema	VERÃO*	OUTONO*	INVERNO*	PRIMAVERA*
PD	110,51	73,84	75,74	102,28
PC	0,088	0,55	0,78	0,024
CN	0	0	0	0
MN	93,48	119,88	108,24	88,72

*Gramas por m²; soma das médias das amostras mensais

ANEXO 8- BIOMASSA SAZONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD), PLANTIO CONVENCIONAL (PC), CAMPO NATIVO (CN) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Amostragem				
Ecossistema	VERÃO*	OUTONO*	INVERNO*	PRIMAVERA*
PD	112,00	89,76	62,52	96,28
PC	0,032	0,47	0,11	0,04
CN	0	0	0	0
MN	89,92	158,20	133,20	132,92

*Gramas por m²; soma das médias das amostras mensais

ANEXO 9- COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistemas	PD*	MN*
Amostragens: Fev/93	133,5a	37,0b
Mar/93	37,2a	50,3a
Abr/93	82,2a	93,5a
Mai/93	157,7a	31,9b
Jun/93	64,2a	83,1a
Jul/93	70,3a	30,2b
Ago/93	117,6a	95,1a
Set/93	145,0a	54,2b
Out/93	77,5a	46,2a
Nov/93	158,7a	56,9b
Dez/93	170,1a	72,7b
Jan/94	123,5a	61,5b

*Indivíduo por m²; Médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 10- COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistemas	PD*	MN*
Amostragens: Fev/93	122,3a	22,1b
Mar/93	85,5a	49,5a
Abr/93	100,6a	74,3b
Mai/93	86,1a	54,1a
Jun/93	72,7a	49,3a
Jul/93	53,4a	50,7a
Ago/93	97,4a	90,8a
Set/93	117,5a	48,7b
Out/93	136,7a	53,2b
Nov/93	110,3a	46,0b
Dez/93	132,7a	69,6b
Jan/94	135,8a	41,4b

*Indivíduo por m²; Médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 11- COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES, EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD), CASTRO-PR, 1993/94

Extrator	Formol 1%*	Permanganato de Potássio 0,2%*
Amostragens: Fev/93	133,5a	122,3a
Mar/93	37,2b	85,5a
Abr/93	82,2a	100,6a
Mai/93	157,7a	86,1b
Jun/93	64,2a	72,7a
Jul/93	70,3a	53,4a
Ago/93	117,6a	97,4a
Set/93	145,0a	117,5b
Out/93	77,5b	136,7a
Nov/93	158,7a	110,3b
Dez/93	170,2a	132,7b
Jan/94	123,5a	135,8a

*Indivíduo por m²; médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 12- COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES, EM RELAÇÃO AS MÉDIAS, DA DENSIDADE POPULACIONAL DO OLIGOCHAETA EDÁFICO **Amyntas** spp. (KINBERG, 1867) NO ECOSISTEMA MATA NATIVA (MN), CASTRO-PR, 1993/94

Extrator	Formol 1%*	Permanganato de Potássio 0,2%*
Amostragens: Fev/93	37,0a	22,1b
Mar/93	50,3a	49,5a
Abr/93	93,5a	74,3a
Mai/93	31,9a	54,1a
Jun/93	83,1a	49,3b
Jul/93	30,2b	50,7a
Ago/93	95,1a	90,8a
Set/93	54,2a	48,7a
Out/93	46,2a	53,2a
Nov/93	56,9a	46,0a
Dez/93	72,7a	69,6a
Jan/94	61,5a	41,4b

*Indivíduo por m²; médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 13- COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR FORMOL A 1%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistemas	PD*	MN*
Amostragens: Fev/93	30,3a	26,7a
Mar/93	11,0b	38,2a
Abr/93	27,0b	65,1a
Mai/93	35,7a	16,4b
Jun/93	5,16b	57,1a
Jul/93	31,7a	21,9a
Ago/93	39,8a	29,2b
Set/93	29,0a	29,6a
Out/93	34,9a	24,8a
Nov/93	38,2a	34,2a
Dez/93	49,9a	34,7b
Jan/94	30,2a	31,4a

*Gramas por m²; médias, na mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 14- COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp. (KINBERG, 1867) NOS ECOSISTEMAS PLANTIO DIRETO (PD) E MATA NATIVA (MN), ATRAVÉS DO EXTRATOR PERMANGANATO DE POTÁSSIO A 0,2%, CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistemas	PD*	MN*
Amostragens: Fev/93	37,4a	10,3b
Mar/93	30,1b	59,3a
Abr/93	36,4b	75,6a
Mai/93	22,7a	23,2a
Jun/93	5,16b	43,5a
Jul/93	19,0b	48,8a
Ago/93	38,6a	40,8a
Set/93	31,5b	45,9a
Out/93	34,5a	48,6a
Nov/93	30,1b	38,3a
Dez/93	39,9a	46,3a
Jan/94	35,4a	33,2a

*Gramas por m²; médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 15- COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES, EM RELAÇÃO AS MÉDIAS,
DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp.
(KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA PLANTIO DIRETO (PD)
CASTRO-PR, 1993/94

Extrator	Formol*	Permanganato de Potássio a 0,2%*
Amostragens: Fev/93	30,3a	37,4a
Mar/93	11,0b	30,1a
Abr/93	27,0a	36,4a
Mai/93	35,7a	22,7b
Jun/93	4,5a	5,1a
Jul/93	31,7a	19,0b
Ago/93	39,8a	38,6a
Set/93	29,0a	31,5a
Out/93	34,9a	34,5a
Nov/93	38,2a	30,1a
Dez/93	49,9a	39,9a
Jan/94	30,2a	35,4a

*Gramas por m²; médias, da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste TUKEY ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO 16- COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES, EM RELAÇÃO AS MÉDIAS,
DA BIOMASSA DO OLIGOCHAETA EDÁFICO *Amyntas* spp.
(KINBERG, 1867) NO ECOSSISTEMA MATA NATIVA (MN),
CASTRO-PR, 1993/94

Ecossistemas	Formol a 1%*	Permanganato de Potássio a 0,2%*
Amostragens: Fev/93	26,7a	10,3b
Mar/93	38,2b	59,3a
Abr/93	65,1a	75,6a
Mai/93	16,4a	23,2a
Jun/93	57,1a	43,5b
Jul/93	21,9b	48,8a
Ago/93	29,2b	40,8a
Set/93	29,6b	45,9a
Out/93	24,8b	48,6a
Nov/93	34,2a	38,3a
Dez/93	34,7a	46,3a
Jan/94	31,4a	33,2a

*Gramas por m²; médias, da mesma linha, seguida da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABBOTT, I. & PARKER, C. A. Interactions between earthworms and their soil environment. Soil Biol. Biochem., v. 13, p. 191-197, 1981.
- 2 ANTON, F., LABORDA, E. & LABORDA, P. Acute toxicity of the fungicide CAPTAN to the earthworm ***Eisenia foetida*** (Savigny). Bull. Environm. Contam. Toxicol., v. 45, p. 82-87, 1990.
- 3 ANTON, F., LABORDA, E., LABORDA, P. & RAMOS, E. Carbofuran acute toxicity to ***Eisenia foetida***. Bull. Environm. Contam. Toxicol., v. 50, p. 407-412, 1993.
- 4 ARDERSON, J. M. Invertebrate-mediated transport processes in soils. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 24, p. 5-19, 1988.
- 5 ARMSTRONG, M. J. Soil physical parameters and earthworms populations associated with opencast coal working and land restoration. Agricult., Ecosyst. and Environm., v. 11, p. 131-143, 1984.
- 6 BARNES, B. T. & ELLIS, F. B. Effects of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues on populations of earthworms. Journal of Soil Science, v. 30, p. 669-679, 1979.
- 7 BARNES, R. D. Zoologia dos invertebrados. 4. ed. Pennsylvania: Gettysburg College, 1984, 874 p.
- 8 BAROIS, I. Mucus production and microbial activity in the gut of two species of ***Amyntas*** (Megascolecidae) from cold and warm tropical climates. Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 12, p. 1507-1510, 1992.

- 9 BAROIS, I. & LAVELLE, P. Changes in respiration rate and some physicochemical properties of a tropical soil during transit through **Pontoscolex corethrurus** (Glossoscolecidae, Oligochaeta). Soil Biol. Biochem. v. 18, n. 5, 539-541, 1986.
- 10 BAROIS, I., VILLEMIN, G., LAVELLE, P. & TOUTAIN, F. Transformation of the soil structure through **Pontoscolex corethrurus** (Oligochaeta) intestinal tract. Geoderma., v. 56, p. 57-66, 1993.
- 11 BEYER, W. N., HENSLER, G. & MOORE, J. Relation of pH and other soil variables to concentrations of Pb, Cu, Zn, Cd and Se in earthworms. Pedobiologia. v. 30, p. 167-172, 1987.
- 12 BEZBORODOV, G. A. & KHALBAYEVA, R. A. Effect of earthworms on the agrochemical and hydrophysical properties of irrigated sierozems. Pochvovedeniye, v. 12, p. 79-83, 1989.
- 13 BOSTRÖM, U. The effect of soil compaction on earthworms (Lumbricidae) in a heavy clay soil. Swedish J. Agric. R. v. 16, p. 137-141, 1986.
- 14 BOUCHÉ, M. B. Relations entre les structures spatiales et fonctionnelles des écosystèmes, illustrées par le rôle pédobiologique des vers de terre. In: La vie dans les sols, p. 189-209, 1971.
- 15 _____. Lombricies de France. Ecologie et Systématique.
In: INRA. p. 72-82, 1972.
- 16 _____. Stratégies lombriciennes. In: Soil Organisms as Components of Ecosystems. Bull. Biol. v. 25, p. 122-132, 1977.

- 17 BRIGGS, G. & KENETH, A. L. The distribution of aldicarb and its metabolites between ***Lumbricus terrestris***, water and soil. Pesticides Science, v. 14, p. 412-416, 1983.
- 18 BUSINELLI, M., PERUCCI, P., PATUMI, M. & GIUSQUIANI, P. L. Chemical composition and enzymic activity of some worm casts. Plant and Soil, v. 80, p. 417-422, 1984.
- 19 BUTT, K. R. The effects of temperature on the intensive production of ***Lumbricus terrestris*** (Oligochaeta: Lumbricidae). Pedobiologia. v. 35, p. 257-264, 1991.
- 20 CHESHIRE, M. V. & GRIFFITHS, B. S. The influence of earthworms and crane-fly larvae on the decomposition of uniformly C¹⁴ labelled plant material in soil. Journal of Soil Science, v. 40, p. 117-124, 1989.
- 21 CHRISTENSEN, O. & MATHER, J. G. Dynamics of lumbricid earthworm cocoons in relation to habitat conditions at three different arable sites. Pedobiologia. v. 34 p. 227-238, 1990.
- 22 COTTON, D. C. & CURRY, J. P. Earthworm distribution and abundance along a mineral-peat soil transect. Soil Biol. Biochem. v. 14, p. 211-214, 1982.
- 23 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. v. 3, p. 95-98, 1987.
- 24 DARWIN, C. R. The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits. London. Murray, 1881, 265 p.

- 25 DASH, M. C., MISHRA, P. & BEHERA, N. Fungal feeding by a tropical earthworm. Tropical Ecology., v. 20, n.1, p. 9-11, 1979.
- 26 DEIBERT, E., UTTER, R. A. & SCHWERT, D. P. Tillage system influence on earthworms (Lumbricidae) in north Dakota. North Dakota Farm. Research. v. 48, (5), p. 10-12, 1991.
- 27 DEXTER, A. R. Tunnelling in soil by earthworms. Soil Biol. Biochem., v. 10, p. 447-449, 1978.
- 28 DOTZLER, E. W. Earthworms in arable land taken out of cultivation. Soil Biol Biochem. v. 24, n. 12, p. 1673-1675, 1992.
- 29 EDWARDS, C. A. Effects of pesticide residues on soil invertebrates and plants. In: Ecology and the Industrial Society. 5th Symp. Brit. Ecol. Soc. London, Blackwell. p. 239-261, 1965.
- 30 _____. Relationships between weights, volumes and numbers of soil animals. In: Progress in Soil Biology. p. 585-594, 1967.
- 31 _____. Earthworm ecology in cultivated soils. In: Earthworm Ecology. London. Chapman and Hall. p. 123-137, 1983.
- 32 EDWARDS, C. A. & FLETCHER, K. E. Interactions between earthworms and organic matter breakdown. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 24, p. 235-247, 1988.
- 33 EDWARDS, C. A. & LOFTY, J. F. Biology of Earthworms. 1. ed. London, Chapman and Hall, 1972, 283 p.
- 34 EDWARDS, C. A. & LOFTY, J. F. Biology of Earthworms. 2. ed. London, Chapman and Hall, 1977, 297 p.

- 35 EDWARDS, C. A. & LOFTY, J. R. Effects of cultivation on earthworm populations. Report Rothamsted Experimental Station for 1968, p. 247-248, 1969.
- 36 EDWARDS, C. A. & LOFTY J. R. The effect of direct drilling and minimal cultivation on earthworm populations. J. of Applied Ecology., v. 19, p. 723-734, 1982.
- 37 EDWARDS, C. A. & THOMPSON, A. R. Pesticides and the soil fauna. Residue R. v. 45, p. 1-79, 1973.
- 38 EDWARDS, C. A., WHITING, A. E. & HEATH, G. W. A mechanised washing method for separation of invertebrates from soil. Pedobiologia., v. 10, p. 141-148, 1970.
- 39 EDWARDS, W. M., SHIPITALO, M. J., TRAINA, S. J. EDWARDS C. A. & OWENS, L. B. Role of ***Lumbricus terrestris*** (L.) burrows on quality of infiltrating water. Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 12, p. 1555-1561, 1992.
- 40 EHLERS, W. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. Soil Science. v. 119, p. 242-249, 1975.
- 41 EMBRAPA. Manual de métodos e análises de solo. Rio de Janeiro, 1979, 47 p.
- 42 EVANS, A. C. & GUILD, W. J. M. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. Ann. Appl. Biol. v. 34, p. 307-330, 1947.
- 43 FISCHER, E. & KOSZORUS, L. Sublethal effects, accumulation capacities and elimination rates of As, Hg and Se in the manure worm, ***Eisenia foetida*** (Oligochaeta: Lumbricidae). Pedobiologia. v. 36, p. 172-178, 1992.

- 44 FLACK, F. M. & HARTENSTEIN, R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on microorganisms and cellulose. Soil Biol. Biochem., v. 16, n. 5, p. 491-495, 1984.
- 45 GUILD, W. J. M. Effect of soil type on populations. Ann Appl. Biol., v. 35, p. 181-192, 1948.
- 46 _____. The distribution and population density of earthworms (Lumbricidae) in Scottish pasture fields. J. Anim. Ecol., v. 20, p. 88-97, 1951.
- 47 GUNN, A. The use of mustard to estimate earthworm populations. Pedobiologia., v. 36, p. 65-67, 1992.
- 48 HASSINK, L. A., BOUWMAN, L. A., ZWART, K. B., BLOEM, J. & BRUSSAARD, L. Relationships between soil texture, physical protection of organic matter, soil biota and C and N mineralization in grassland soils. Geoderma., v. 57, p. 105-128, 1993.
- 49 HAUKKA, J. Spatial distribution and formation of earthworm burrows. Pedologia. v. 35, p. 175-178, 1991.
- 50 HAUSER, S. Distribution and activity of earthworms and contribution to nutrient recycling in alley cropping. Biol. Fertil. Soils., v. 15, p. 16-20, 1993.
- 51 HURWITZ, S. H. The reactions of earthworms to acids. Proceedings of the American Academy of arts and Sciences. v. 46, p. 67-81, 1912.
- 52 IAPAR. Relatório técnico anual 1982. Londrina, 1984, 326 p.
- 53 JANSSEN, H. H. Heavy metal analysis in earthworms from an abandoned mining area. Zool. Anz., v. 222, p. 306-321, 1989.

- 54 JOSCHKO, M., DIESTEL, H. & LARINK, O. Assessment of earthworm burrowing efficiency in compacted soil with a combination of morphological and soil physical measurements Biol. Fertil. Soils., v. 8, p. 191-196, 1989.
- 55 JOSCHKO, M., SÖCHTIG, W. & LARINK, O. Functional relationship between earthworm burrows and soil water movement in column experiments. Soil Biol. Biochem., v. 12, n. 4, p. 347-352, 1980.
- 56 KAPLAN, D. L., HARTENSTEIN, R., EDWARDS, F. & MALECKI, M. R. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm ***Eisenia foetida***. Soil Biol. Biochem., v. 12, n. 4, p. 347-352, 1980.
- 57 KRETZSCHMAR, A. Quantification écologique des galeries de lombriciens. Techniques et premières estimations. Pedobiologia., v. 18, p. 31-38, 1978.
- 58 _____. Description des galeries des vers de terre et variation saisonnière des réseaux. R. Ecol. Biol. Sol. v. 19, p. 579-591, 1982.
- 59 KRETZSCHMAR, A. & BRUCHOU, C. Weight response to the soil water potential of the earthworm ***Aporrectodea longa***. Biol. Fertil. Soils. v. 12, p. 209-212, 1991.
- 60 KRISHNAMOORTHY, R. V. Factors affecting the surface cast production by some earthworms of Indian tropics. Proc. Indian Acad. Sci. v. 98, n. 6, p. 431-445, 1989.
- 61 LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. Burrow constructions during the development of ***Lumbricus badensis*** individuals. Biol. Fertil. Soils. v. 3, p. 125-129, 1987.
- 62 LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. Effects of sludge on the structure of the soil layers and on the earthworms of a beech woodland. Select Symp. and Monog. Modena, p. 409-417, 1987.

- 63 LAMPARSKI, F., LAMPARSKI, A. K. & KAFFENBERGER, R. The burrows of **Lumbricus badensis** and **Lumbricus polyphemus**. Select Symp. and Monog. Modena., p. 131-140, 1987.
- 64 LAVELLE, P. Les vers de Terre de la savane de Lamto: peuplements, populations et Fonctions dans l'Ecosystème. Doctoral thesis, University Paris VI, Publication du Laboratoire de Zoologie ENS. Paris 1978, 180p.
- 65 _____ Relations entre types écologiques et profils démographiques chez les vers de terre de la savane de Lamto. Rev. Ecol. Biol. Sol. v. 16, p. 85-101, 1979.
66. _____ The structure of earthworm communities. In: Satchell(J.E.) Ed., "Earthworm Ecology from Darwin to Vermiculture" Chapman and Hall, London and New York. p. 449-466, 1983.
- 67 _____ The soil fauna of tropical savannas. II: The earthworms. In: Bourlière. (ed.), Tropical Savannas, Amsterdam: Elsevier Scientific., p. 485-504, 1983.
- 68 _____ The soil system in the humid tropics. Biol. In., v. 9, p. 2-27, 1984.
- 69 _____ Associations mutualistes avec la microflore du sol et la richesse spécifique sous les tropiques. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris., v. 302(III), p. 11-14, 1986.
- 70 LAVELLE, P. et al. Adaptive strategies of **Pentoscolex corethrurus** (Glossoscolecidae, Oligochaeta), a perigrine geophagus earthworm of the humid tropics. Biology and fertility of soils., v. 5, p. 188-194, 1987.
- 71 LAVELLE, P. & FRAGOSO, C. Foodwebs in soil of the humid tropics: Importance of mutualistic relationships. In: The Soil Food-Webs. N. Ingham., p. 124-133, 1992.

- 72 LAVELLE, P., SOW, B. & SCHAEFER, R. The geophagus earthworm community in the Lamto savanna: Niche partitioning and utilization of soil nutritive resources. In: Proceedings of the VIIth International Colloquium of Soil Zoology. Washington., p. 653-672, 1980.
- 73 LEE, K.E. Earthworms. their ecology and relations with soils and land use. London : Academic Press., 1985, 411 p.
- 74 LEGER, R. G. & MILLETTE, G. J. F. Properties of four Quebec soils after incubation with five species of earthworms. Can. J. Soil Science., v. 57, p. 165-172, 1977.
- 75 LORD, K. A., BRIGGS, M. C. N. & MANLOVE, R. Uptake of pesticides from water and soil by earthworms. Pestic. Science. v. 11, p. 401-408, 1980.
- 76 MA, W. C., BRUSSAARD, L. & DE RIDDER, J. A. Long-term effects of Nitrogenous fertilizers on grassland earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae): Their relation to soil acidification. Agricult., Ecosyst. and Environm. v. 30, p. 71-80, 1990.
- 77 MACKAY, A. D. & KLADIVKO, E. J. Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. Soil Biol. Biochem., v. 17, n. 6, p. 851-857, 1985.
- 78 MANSELL, G. P. SYERS, J. K. & GREGG, P. E. H. Plant availability of phosphorus in dead herbage ingested by surface-casting earthworms. Soil Biol. Biochem., v. 13, n. 2, p. 163-167, 1981.
- 79 MARSHALL, V. G. Effects of Manures and Fertilizers on Soil Fauna: A Review : England., 1977, 93 p.

- 80 MARTIN, A. & LAVELLE, P. Effects of soil organic matter quality on its assimilation by **Millsonia anomala**, a tropical geophagus earthworm. Soil Biol. Biochem., v. 24, n. 12, p. 1535-1538, 1992.
- 81 MATHER, J. G. & CHRISTENSEN, O. Surface movements of earthworms in agricultural land. Pedobiologia., v. 32, p. 399-405, 1988.
- 82 MATHER, J. G. & CHRISTENSEN, O. Surface migration of earthworms grassland. Pedobiologia., v. 36, p. 51-57, 1992.
- 83 MATO, S., MASCATO, R. TRIGO, D. & DIAZ COSIN, D. J. Vertical distribution in soil of earthworms in Sierra del Caurel. I. Species and vegetations types. Pedobiologia., v. 32, p. 193-200, 1988.
- 84 MCKENZIE, B. M. & DEXTER, A. R. Sinze and orientations of burrows made by the earthworms **Aporrectodea rosea** and **Aporrectodea caloginosa**. Geoderma., v. 56, p. 233-241, 1993.
- 85 MISHRA, P. C. & DASH, M. C. Evidence of interspecific interactions in the respiration of earthworms. Tropical ecology., v. 20, n. 1, p. 13-16, 1979.
- 86 MOMENT, G. B., TOLMASOFF, J. M. & CUTLER, G. Superoxide dismutase, thermal respiratory acclimation, and growth in a earthworm **Eisenia foetida**. Growth., v. 44, p. 230-234, 1980.
- 87 NEKRASOVA, K. A. & ALEKSANDROVA, I, V. Participation of collembolas and earthworms in the transformation of organic matter. Pochvovedeniye., v. 10, p. 65-71, 1982.
- 88 NIELSON, R. L. Effect of soil minerals on earthworms. N.Z. Journal of Agriculture., v. 83, p. 433-435, 1951.

- 89 NUUTINEN, V. Earthworm community response to tillage and residue management on different soil types in southern Finland. Soil and Tillage Research., v. 23, p. 221-239, 1992.
- 90 OLIVER, P. J. W. & CLARK, R. B. Physiology of reproduction In : "Physiology of Annelidus" (P.J. MILL, ed.) London : p. 271-368, 1978.
- 91 PARK, S. C., SMITH, T. J. & BISESI, M. S. Activities of phosphomonoesterase and phosphodiesterase from ***Lumbricus terrestris***. Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 9, p. 873-876, 1992.
- 92 PARMELEE, R. W. et al. Earthworms and Enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic matter breakdown. Biol Fertil. Soils. v. 10, p. 1-10, 1990.
- 93 PIARCE, T. G. The calcium relations on selected Lumbricidae J. Anim. Ecol. v. 41, p. 167-188, 1972.
- 94 RAW, F. Estimating the earthworm population by using formalin. Nature : London, v. 184, p. 1661, 1959.
- 95 RIGHI, G. & KNEPPER, C. O gênero "***Pheretima***" (Kinberg) no Estado do Rio Grande do Sul (Oligochaeta, Megascolecidae). R. Brasil. Biol. v. 25, (4), p. 419-427, 1965.
- 96 RÖMBKE, J. Estimates of the Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) contribution to energy flow in the soil system of an acid beech wood forest. Biol. Fertil. Soils. v. 11, p. 255-260, 1991.
- 97 RUSSELL, E. W. Soil conditions and plant growth. London. 8th revised, 1950, 635 p.

- 98 SÁ, J. C. M. Manejo da Fertilidade do Solo no Plantio Direto. Castro: Fundação ABC, 1993, 96 p.
- 99 SAMEDOV, P. A. Significance of soil invertebrates in decomposition of plant remains and humus formation in meadow soils. Pochvovedeniye. v. 8, p. 109-114, 1988.
- 100 SAMEDOV, P. A. & NADIROV, F. T. Effect of earthworms and woodlice on the physicochemical and surface properties of soils. Pochvovedeniye. v. 8, p. 109-115, 1989.
- 101 SATCHELL, J. E. Some aspects of earthworms ecology. The Nature Conservancy. Lancashire, p. 180-201, 1958.
- 102 _____. Lumbricidae. In: Soil Biology. (A. Burges and F. Raw, eds.) London, 1967, 657 p.
- 103 _____. Methods of sampling earthworm populations. Pedobiologia. v. 9, p. 20-25, 1969.
- 104 _____. The earthworm populations of experimental Betula plots on a Colluna podzol. Pedobiologia. v. 20, p. 151-153, 1980.
- 105 SCHEU, S. Microbial activity and nutrient dynamics in earthworm casts (Lumbricidae). Biol. Fertil. Soils. v. 5, p. 230-234, 1987.
- 106 _____. Mucus excretion and carbono turnover of endogeic earthworms. Biol. Fertil. Soils., v. 12, p. 217-220, 1991.
- 107 SCHRADER, S. Semi-automatic image analysis of earthworm activity in 2D soil sections. Geoderma, v. 56, p. 257-264, 1993.

- 108 SENESI, N., SAIZ-JIMENEZ, C. & MIANO, T. M. Spectroscopic characterization of earthworm composted-organic wasters. The Science of the Environment. p. 117/118 : 111-120, 1992.
- 109 SHARPLEY, A. N., SYERS, J. & SPRINGETT, J. A. Effect of surface-casting on the transport of phosphorus and nitrogen in surface from pasture. Soil Biol. Biochem. v. 11, n. 5, p. 459-462, 1979.
- 110 SHAW, C. & PAWLUK, S. The development of soil structure by *Octolasion tyrtaeum*, *Aporrectodea turgida* and *Lumbricus terrestris* in parent materials belonging to different textural classes. Pedobiologia. v. 29, p. 327-339, 1986.
- 111 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. Biological Journal of Linnean Society, v. 4, n. 3, p. 169-268, 1972.
- 112 SMETTEM, K. R. J. The relation of earthworms to soil hydraulic properties. Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 12, p. 1539-1543, 1992.
- 113 SPRINGETT, J. A., GRAY, R. A. J. & REID, J. B. Effect of introducing earthworms into horticultural land previously duned of earthworms. Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 12, p. 1615-1622, 1992.
- 114 THOMPSON, A. R. & EDWARDS, C. A. Pesticides in soil and water. In: R. Soil Science Society of America, 341p. 1974
- 115 TOMLIN, A. D. & MILLER, J. J. Development and fecundity of the manure worm, *Eisenia foetida* (Annelida: Lumbricidae), under laboratory conditions. Agriculture Canada. v. 764, p. 673-678, 1972.

- 116 TOMLIN, A. D., PROTZ, R., MARTIN, R. R., McCABE, D. C. & LAGARE, R. J. Relationships amongst organic matter content, heavy metal concentrations, earthworm activity, and soil microfabric on a sewage sludge disposal site. Geoderma, v. 57, p. 89-103, 1993.
- 117 URBÁSEK, F. & PIZL, V. Activity of digestive enzymes in the gut of five species (Oligochaeta: Lumbricidae). R. Écol. Biol. Sol. v. 28 (4): p. 461-468, 1991.
- 118 VANNIER, G. & VLIET, P. C. J. The porosphere as an ecological medium emphasized in Professor Ghilarov's work on soil animal adaptations. Biol. Fertil. Soils, v. 3, p. 39-44, 1987.
- 119 VLIET, P. C. J. van, WEST, L. T., HENDRIX, P. F. & COLEMAN, D. C. The influence of Enchytraeidae (Oligochaeta) on the soil porosity on small microcosms. Geoderma v. 56, p. 287-299, 1993.
- 120 WERNER, M. R. & DINDAL, D. Earthworm community dynamics in conventional and low-input agroecosystems. R. Écol. Biol. Sol., v. 26, (4), p. 427-437, 1989.
- 121 WESTERNACHER, E. & GRAFF, O. Orientation behaviour of earthworms (Lumbricidae) towards different crops. Biol. Fertil. Soils v. 3, p. 131-133, 1987.
- 122 WOLTERS, V. & JOERGENSEN, R. G. Microbial turnover in beech forest soils worked by **Aporrectodea caliginosa** (Savigny) (Oligochaeta: Lumbricidae). Soil Biol. Biochem. v. 24, n. 2, p. 171-177, 1992.
- 123 WOLTERS, V. & SCHAEFER, M. Effects of burrowing by the earthworm **Aporrectodea caliginosa** (Savigny) on beech litter decomposition in an agricultural and in a forest soil. Geoderma v. 56, p. 627-632, 1993.