

AVALIAÇÃO POPULACIONAL DE OLIGOQUETAS E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

EVALUATION OF OLIGOCHAETA POPULATIONS AND SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS SUBMITTED TO DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

Everton Luis Krabbe*
Zaida Inês Antonioli**

Daniel Júlio Driemeyer*
Écila Maria Nunes Giracca**

RESUMO

O presente trabalho foi realizado em Teutônia, RS, em 1990, em solo da classe Terra Roxa Estruturada (Paleudult). Consistiu de quatro áreas submetidas a diferentes sistemas de cultivo (plantio direto, convencional e mata natural), onde foram enumeradas e identificadas as oligoquetas, além da determinação da distribuição de agregados estáveis em água, em cada uma das estações do ano. O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados estáveis em água foi maior nas áreas sob mata e plantio direto. A distribuição dos agregados estáveis em água, para os diferentes sistemas de cultivo, bem como nas estações do ano, apresentou pouca variação. As maiores populações de oligoquetas ocorreram nas áreas com plantio direto. A maioria dos indivíduos encontrados pertencia ao gênero *Pheretima*.

Palavras-chave: oligoquetas, diâmetro médio geométrico, sistemas de cultivo, agregados.

SUMMARY

This research was conducted in Teutônia, RS, during 1990 of a Purple Structured (Paleudult) Soil. Four areas were submitted to different soil tillage systems (no till, conventional and natural forest). The number of oligochaetes per area was counted and identified and water stable aggregates for each season of the year was determined. The average geometric diameter of the water stable aggregates was greater under forest and no tillage. Little variation was observed on the distribution of water stable aggregates for the different soil tillage systems and seasons. The largest oligochaetes populations were observed under no tillage and the majority of the individuals belonged to the genus *Pheretima*.

Key words: oligochaeta, average geometrical diameter, tillage systems, agregates.

INTRODUÇÃO

A produtividade do solo é o resultado da interação dos fatores físicos, químicos e biológicos. É provável que o uso do solo com alternância de culturas, provoque um desequilíbrio e altere os fatores abióticos, condicionando a vida e a dinâmica deste solo. Atualmente muitos agricultores introduzem oligoquetas no solo, baseados em poucos dados de pesquisa, sobre as principais espécies, quantidades e manejo das mesmas no solo.

Em função dos intensos cultivos com trigo e soja, os latossolos e terras roxas vêm sofrendo um notável processo de degradação física, que se manifesta por uma acentuada perda de qualidade de estrutura desses solos (CABEDA, 1984). Após cinco anos de experimento em solo de textura franca, AINA (1979) constatou que a estabilidade em água de agregados maiores que 2,36mm diminuiu com o aumento da intensidade de preparo do solo, na ordem, sem preparo, lavração e mais gradagens.

ABRÃO et al (1979), verificaram em Latossolo Roxo, que com o aumento da mobilização do solo por ocasião das operações de preparo para semeadura, ocorreu uma redução na estabilidade de agregados e diâmetro médio geométrico dos agregados. Pois, segundo KIEHL (1985), a formação de agregados dá-se em função de forças mecânicas que aproximam as partículas do solo seguido de uma consolidação em função de agentes cimentantes, que são basicamente a matéria orgânica e minerais de argila com alta CTC e dimensão inferior a 1 micro.

Ao agrupar solos conforme seu teor de argila, BAVER et al (1972) afirmam que o efeito agregante da

* Acadêmico do Curso de Agronomia, bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS.

** Biólogo e Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Solos, UFSM.

matéria orgânica é mais perceptível naqueles que tiverem menor teor de argila. Assim em Latossolo sob mata, (SILVA, 1980), verificou que apenas 20% dos agregados tinham diâmetro menor que 1mm, enquanto que, sob cultivo convencional com trigo e soja por vários anos, esse valor subia para 60%.

Em trabalho desenvolvido em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico moderado, visando avaliar a estabilidade de agregados do solo após quatro anos sob diferentes métodos de uso e preparo, REINERT et al (1984) verificaram que o diâmetro médio geométrico dos agregados do solo sob semeadura direta, foi cerca de 2,2 vezes maior que sob preparo convencional. Um maior incremento na porosidade, aeração do solo, melhoria das propriedades hidráulicas e estabilidade estrutural, vem sendo atribuído também as oligoquetas pela formação de galerias, mistura de horizontes e incorporação de matéria orgânica da superfície. (LAVELLE, 1988).

Pois, KIEHL (1979), afirma que as minhocas são os organismos mais importantes com relação à agregação do solo, principalmente em função de seus dejetos, em forma de grânulos esponjosos, são relativamente ricos em nutrientes, com elevada capacidade de troca catiônica e resistentes à desagregação pela água. A ação exercida pelos mucos intestinais das minhocas e outros representantes da meso e macrofauna do solo, provoca um aumento na agregação das partículas do solo e com isso uma melhoria em suas propriedades físicas que, normalmente, são acompanhadas por melhorias das características químicas resultante das transformações bioquímicas decorrentes da atividade da microbiota e outros organismos do solo (VIDOR, 1984).

Em trabalho realizado para verificar o efeito do aumento da quantidade de resteva sobre o solo McCALLA & ARMY (1961), concluíram que aumentando a quantidade de cobertura do solo aumenta a biomassa das minhocas, a quantidade de coprólitos e o número de galerias. Para SATCHELL (1971), a produção de excrementos nos túneis escavados no solo pelas minhocas, mostra uma máxima atividade, na primavera e outono, e pode cessar completamente em outras épocas do ano.

Os diferentes grupos de organismos existentes no solo, a meso e macrofauna são marcadamente influenciadas pelo plantio direto ou pelo cultivo mínimo. Assim, a quantidade de coprólitos e de galerias em solos submetidos a estes sistemas de manejo é superior àquela normalmente encontrada em solos submetidos a lavração e gradeação (VIDOR, 1984) pois esses organismos requerem boa disponibilidade de compostos orgânicos, água e nutrientes para que tenham um aumento significativo em sua biomassa no solo.

Nos últimos anos, tem-se dado maior atenção a importância de certos organismos do solo, dentre os quais pode-se citar as oligoquetas, que desempenham funções cujos efeitos são benéficos para o solo. Para

contribuir com esta realidade, desenvolveu-se o presente trabalho com os objetivos de: a) verificar o efeito de diferentes sistemas de cultivo do solo sobre a população de oligoquetas; b) avaliar a população de oligoquetas nos diferentes usos do solo; c) relacionar a população de oligoquetas com a distribuição dos agregados estáveis em água bem como com as estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a dezembro de 1990, na propriedade do Sr. Elpídio Driemeyer, RS, distante 100km de Porto Alegre e 240km de Santa Maria, em Terra Roxa Estruturada (Paleudult), da unidade de mapeamento Estação. Foram escolhidas quatro áreas (2ha/área) caracterizadas pela cultura e pelo tipo de preparo do solo, (Tabela 1). Em cada área foram demarcados aleatoriamente dez pontos e escavadas covas de 0,40 x 0,40 x 0,30m de profundidade. O solo coletado foi colocado sobre lona plástica para o destorroamento e coleta/contagem das oligoquetas. O estudo das amostras foi efetuado ao final de cada estação, na proximidade dos pontos de coleta inicialmente estabelecidos.

A avaliação da população de oligoquetas foi através da contagem dos indivíduos, à olho nu. Alguns exemplares foram acondicionados em sacos de plástico com solo, para posterior reconhecimento das espécies no Laboratório de Microbiologia do Solo - Departamento de Solos da UFSM, com auxílio de microscópio estereoscópico.

As amostras para análise física do solo, foram coletadas próximo às covas, com a retirada de um bloco de solo (0,20 x 0,20 x 0,30m de profundidade), sem exercer ação mecânica sobre o mesmo. Posteriormente foram separados alguns torrões deste bloco e acondicionados em sacos de plástico, transportados em caixas de isopor, com uma única camada de amostras em cada caixa, para análise da distribuição de agregados estáveis em água, segundo o método de KEMPER & CHEPIL (1965), no Laboratório de Física dos Solos da UFSM.

O delineamento foi completamente casualizado, com dez repetições, as diferenças entre as médias foram testadas através do Teste F. As comparações específicas entre as mesmas foram efetuadas com auxílio do teste de Tukey, ao nível de 5% conforme MARKUS (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados de diâmetro médio geométrico - DMG, (Tabela 2), houve diferenças significativas pa-

TABELA 1 - Caracterização das áreas e formas de cultivo de abril de 1986 a abril de 1991.

| PERÍODO | CULTURAS / SISTEMAS DE CULTIVO | | | |
|------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| | ÁREA 1 | ÁREA 2 | ÁREA 3 | ÁREA 4 |
| 04/86 a 10/86 | Pousio | Trigo (Plantio Convenc.) | Pousio | Mata Natural |
| 10/86 a 04/87 | Sorgo (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Convenc.) | Mata Natural |
| 04/87 a 10/87 | Pousio | Pousio | Aveia (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 10/87 a 04/88 | Soja (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 04/88 a 10/88 | Pousio | Aveia e Ervilhaca (P.Dir) | Aveia (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 10/88 a 04/89 | Milho (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Direto) | Milho (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 04/89 a 10/89 | Aveia e Ervilhaca (P. Convenc.) | Aveia e Ervilhaca (P. Dir.) | Trigo (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 10/89 a 04/90 | Milho (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Direto) | Soja (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 04/90 a 10/90 | Aveia (Plantio Convenc.) | Aveia (Plantio Direto) | Aveia (Plantio Direto) | Mata Natural |
| 10/90 a 04/91 | Milho (Plantio Convenc.) | Milho (Plantio Direto) | Pousio(seca) | Mata Natural |

TABELA 2 - Diâmetro Médio Geométrico (DMG) dos agregados de uma Terra Roxa Estruturada (Paleudult) sob diferentes sistemas de cultivo, em quatro estações do ano. Teutônia, RS, 1990.

| Sistemas de Cultivo | Estações | | | |
|---------------------------|----------|--------|---------|-----------|
| | Verão | Outono | Inverno | Primavera |
| | DMG (mm) | | | |
| Milho/Convencional | 2,17 c* | 0,82 d | 1,11 cd | 1,39 c |
| Milho / Direto | 4,11ab | 4,18ab | 2,71ab | 3,90a |
| Soja / Direto | 1,94 cd | 1,96 c | 1,57 c | 1,25 cd |
| Mata Natural | 4,52a | 4,39a | 3,12a | 3,65ab |
| C.V. (%) | 29,88 | 19,48 | 25,62 | 37,41 |

* Médias de cada estação, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

quando comparados com as áreas de milho-plantio direto (área 2) e mata (área 4). Nas estações do verão e primavera o DMG apresentou-se superior na área de sistema convencional (área 1), quando comparado com a área de soja-plantio direto (área 3), no entanto para as estações do outono e inverno os valores foram superiores na área soja-plantio direto, não havendo diferença significativa entre os valores de DMG dessas duas áreas em todas as estações do ano. Esses resultados provavelmente são devido a características distintas entre a cultura da soja e do milho, principalmente no que se refere ao sistema radicular e outros fatores a serem estudados.

De uma forma geral, comparando os dados referentes às áreas de sistema convencional, milho-plantio direto e mata (área 1, 2 e 4, respectivamente), pode-se verificar que há uma grande proximidade dos valores do DMG das áreas de milho-plantio direto (área 2) e mata (área 4), isso mostra que o sistema de plantio direto melhora as características físicas do solo, ficando bem próximas das originais, como por exemplo, área sob mata (área 4), ou seja, próximo das melhores condições de estrutura que aquele tipo de solo poderia apresentar. A área sob sistema convencional (área 1), apresentou as piores característi-

ra os diferentes sistemas de cultivo, e estações do ano.

Os maiores valores foram verificados na área sob mata (área 4) nas estações do verão, outono e inverno, mas não diferiu estatisticamente do milho-plantio direto (área 2). Na primavera, o DMG foi maior no milho-plantio direto (área 2) quando comparado com a área da mata (área 4), porém não diferiu estatisticamente.

As áreas de soja-plantio direto (área 3) e sistema convencional (área 1), apresentaram valores inferiores

cas estruturais, devido as freqüentes mobilizações do solo, que tem efeito sobre a estabilidade de agregados, bem como efeito indireto, por reduzir a população de oligoquetas e alguns grupos de microrganismos, que sabidamente tem reflexos sobre aspectos físicos do solo. Estes resultados concordam com os obtidos por ABRÃO et al (1979) e REINERT et al (1984).

A distribuição dos agregados estáveis em água (Tabela 3) apresentou pouca variação para os diferentes sistemas de cultivo, bem como para as estações do ano. No verão, os maiores valores para a classe de 8,00-4,76mm de diâmetro, foram verificados nas áreas de mata (área 4) e de milho-plantio direto (área 2). A área sob sistema convencional (área 1), apresentou o menor valor para esta mesma classe e que não diferiu significativamente da área de soja-plantio direto (área 3). Para as classes de diâmetro entre 4,76-2,00mm, entre 2,00-1,00mm e entre 1,00-0,21mm; os maiores valores também foram verificados na área sob sistema convencional (área 1), porém não houve diferença significativa quando comparada com a área de soja-plantio direto (área 3). Para a classe com diâmetro inferior a 0,21mm o maior valor de DMG foi verificado na área de soja-plantio direto (área 3) porém não diferiu estatisticamente da área sob sistema convencional (área 1). Nas áreas de milho-plantio direto (área 2) e mata (área 4), os valo-

res referentes às classes: 2,00-1,00mm, 1,00-0,21mm e menores entre 0,21mm apresentaram-se muito baixos.

Para a estação do outono, a distribuição de agregados nas diferentes classes apresentou, na classe de diâmetro entre 8,00-4,76mm, os maiores valores para as áreas de milho-plantio direto e mata (áreas 2 e 4, respectivamente) que não diferiram estatisticamente, seguidos pelos das áreas de soja-plantio direto e sistema convencional (áreas 3 e 1, respectivamente).

Na classe de 4,76-2,00mm de diâmetro, o maior valor correspondeu a área de soja-plantio direto (área 3), seguida pelas áreas de milho-plantio direto (área 2), sistema convencional (área 1) e mata (área 4), respectivamente. Para as demais classes: 2,00-1,00; 1,00-0,21 e < 0,21mm; a área sob sistema convencional (área 1), apresentou maiores valores e as áreas de milho-plantio direto e mata (áreas 2 e 4, respectivamente) apresentaram os menores índices.

No inverno, para a classe de 8,00-4,76mm de diâmetro, os índices mantiveram a mesma ordem para as diferentes áreas, muito embora houvesse uma redução uniforme e equivalente dos índices. Na classe de diâmetro entre 4,76-2,00mm, os maiores índices corresponderam às áreas de soja-plantio direto (3), milho-plantio direto (2), sistema convencional (1) e mata (área 4), respectivamente, não havendo diferença significativa entre as três primeiras e as duas últimas áreas.

Para as classes de diâmetro 2,00-1,00, 1,00-0,21 e < 0,21mm; os maiores valores correspondem a área sob sistema convencional (área 1). Nestas mesmas classes, para as áreas de milho-plantio direto (área 2) e mata (área 4), verificou-se um aumento nos índices quando comparados com os das demais estações.

Na primavera, para a classe 8,00-4,76mm os maiores valores correspondem às áreas de milho-plantio direto (2), mata (4), sistema convencional (1) e soja-plantio direto (3); e para a classe com diâmetro entre 4,76-2,00mm os maiores valores correspondem às áreas de soja-plantio direto (3), sistema convencional (1), milho-plantio direto (2) e mata (4), respectivamente; não havendo diferença significativa entre as áreas de milho-plantio direto (2) e mata (4) e entre as áreas de sistema convencional (1) e soja-plantio direto (3).

Para as classes com diâmetro entre 2,00-1,00mm e < 0,21mm, os maiores índices correspondem às áreas de soja-plantio direto (3), sistema convencional (1), mata (4) e milho-plantio direto (2); e para a classe 1,00-0,21mm, as áreas de sistema convencional (1), soja-plantio direto (3), mata (4) e milho-plantio direto (2), respectivamente; não havendo diferença significativa entre as duas primeiras e as duas últimas áreas.

Na área 1 (sistema convencional), verificou-se que ao longo de todo o ano, independente da

TABELA 3 - Distribuição percentual do tamanho de agregados estáveis em água, com base no peso, em classes de tamanho C1 (8,00-4,76mm), C2 (4,76-2,00mm), C3 (2,00-1,00mm), C4 (1,00-0,21mm), e C5 (< 0,21mm), nas estações do ano de 1990, sob diferentes sistemas de cultivo, em Terra Roxa Estruturada da (Paleudult) Teutônia, RS, 1990.

| ESTAÇÃO DO ANO | ÁREA | C L A S S E | | | | |
|----------------|------|-------------|---------|--------|--------|--------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Verão | 1 | 30,8 b ** | 16,3a | 12,2a | 24,5a | 16,2a |
| | 2 | 72,3a | 12,9a | 4,9 b | 5,8 b | 4,0 b |
| | 3 | 34,6 b | 16,3a | 9,8a | 22,6a | 17,1a |
| | 4 | 81,5a | 7,5 b | 2,7 b | 3,9 b | 4,4 b |
| Outono | 1 | 14,5 c | 14,1a | 12,6a | 35,1a | 23,7a |
| | 2 | 74,3a | 13,3ab | 4,3 b | 4,9 c | 3,3 c |
| | 3 | 42,7 b | 15,7a | 10,3a | 18,7 b | 12,6 b |
| | 4 | 75,9a | 10,6 b | 3,4 b | 5,6 c | 4,4 c |
| Inverno | 1 | 23,1 c | 16,6ab | 12,0a | 29,2a | 19,1a |
| | 2 | 58,5a | 17,7a | 7,9 bc | 9,9 c | 6,0 c |
| | 3 | 38,7 b | 17,9a | 9,7ab | 19,9 b | 13,7 b |
| | 4 | 62,4a | 13,8 b | 5,5 c | 10,6 c | 7,7 c |
| Primavera | 1 | 26,5 c | 15,9ab | 12,6ab | 28,7a | 15,7ab |
| | 2 | 69,9a | 13,7 c | 5,5 cd | 6,5 cd | 4,5 cd |
| | 3 | 20,6 cd | 21,0a | 16,7a | 25,6ab | 16,1a |
| | 4 | 69,5ab | 10,7 cd | 5,5 cd | 7,1 c | 7,2 c |

* Áreas: 1 - Milho / sistema convencional
2 - Milho / plantio direto
3 - Soja / plantio direto
4 - Mata Natural

** Médias para cada classe em cada estação, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

estação, os valores correspondentes às classes com diâmetro entre 2,00-1,00; 1,00-0,21 e < 0,21mm (de menor diâmetro), apresentaram-se elevados, e que pode ser atribuído aos freqüentes preparos que o solo sofreu, resultados similares foram encontrados por REINERT et al (1984).

De um modo geral, verificou-se que houve tendência de elevação dos valores correspondentes às classes de menor diâmetro, na estação do inverno e uma conseqüente redução nas classes de maior diâmetro, principalmente na classe 8,00-4,76mm de diâmetro; atribuindo-se este fato, devido a referida estação apresentar maior precipitação e redução da atividade de minhocas e demais microrganismos, que por sua vez se reflete em redução da estabilidade de agregados estáveis em água.

Com relação ao número de oligoquetas, Tabela 4 e Figura 1, as maiores populações ocorreram nas áreas de plantio direto (áreas 2 e 3) devido a grande quantidade de resíduos orgânicos remanescentes na superfície do solo e que além de servirem como matéria orgânica utilizada para alimento pelas oligoquetas, esta cobertura foi responsável, provavelmente, por maior estabilidade das condições de umidade e tempe-

TABELA 4 - Número de oligoquetas por metro quadrado, para diferentes sistemas de cultivo do solo, nas diferentes estações do ano de 1990, em solo da Classe Terra Roxa Estruturada (Paleudult). Teutônia, RS, 1990.

| ESTAÇÃO | ÁREAS | | | |
|-----------|-------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Verão | 3.8 | 28.8 | 93.0 | 35.0 |
| Outono | 3.8 | 51.0 | 103.0 | 40.0 |
| Inverno | 0.0 | 103.0 | 44.0 | 44.0 |
| Primavera | 13.0 | 299.0 | 281.0 | 96.0 |

Áreas: 1 - Milho ; Sistema convencional
2 - Milho / Plantio direto,
3 - Soja / Plantio direto,
4 - Mata Natural

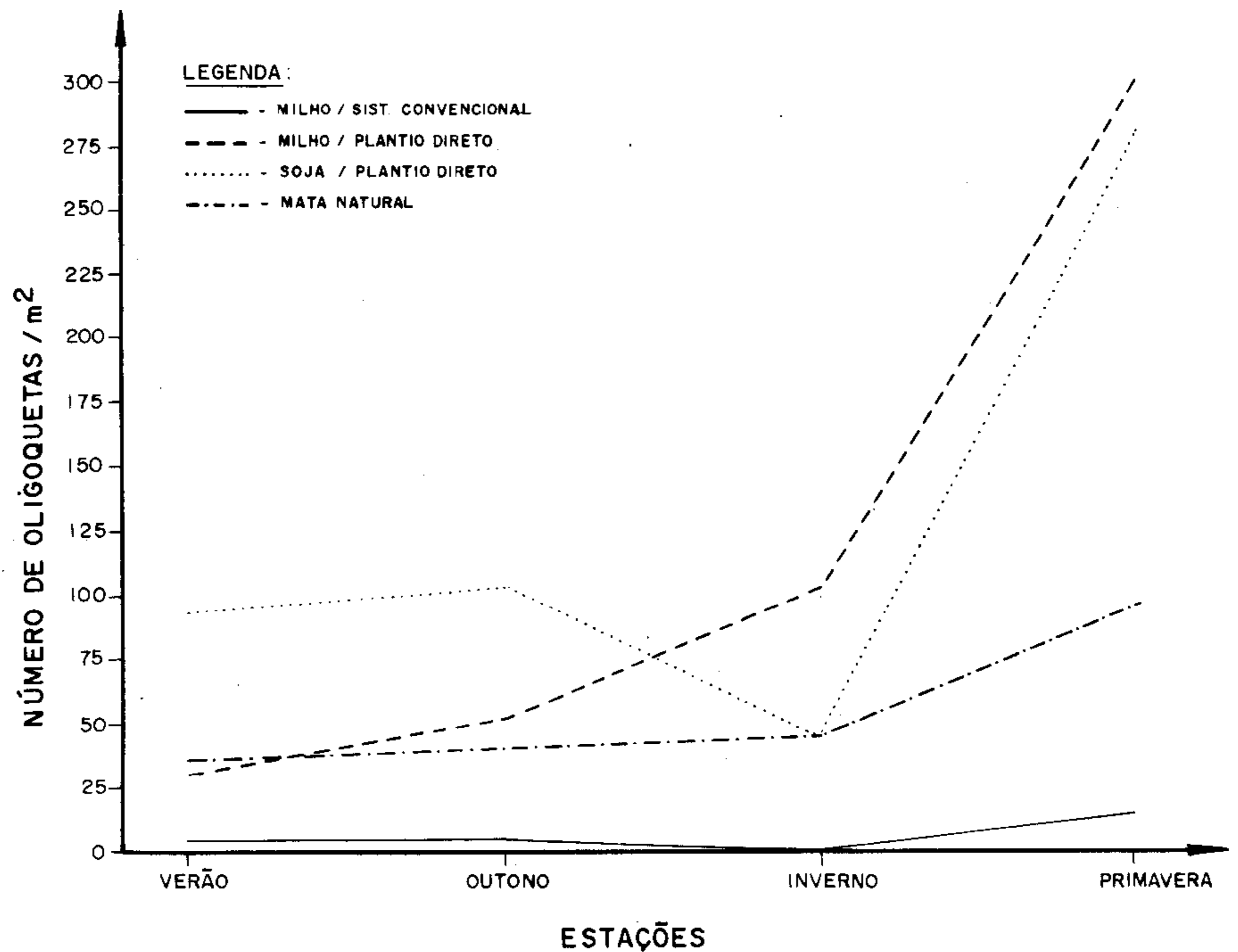


FIGURA 1 - Número de oligoquetas por metro quadrado, para diferentes sistemas de cultivo do solo, nas estações de 1990, Teutônia, RS.

ratura do solo ao longo do ano. O mesmo poderia ter ocorrido na área da mata, mas devido ao equilíbrio biológico, o número de oligoquetas foi estável, durante todas as estações, e inferior às áreas de plantio direto e superior à área de cultivo convencional.

Entretanto na área de sistema convencional (área 1), o número de oligoquetas foi extremamente baixo nas estações do verão e outono, sendo registrada uma ausência total destas na estação do inverno, seguida de uma recuperação na estação da primavera. A ausência da cobertura do solo pelos restos vegetais, e em conseqüência, a ocorrência de condições inadequadas e letais para oligoquetas, justificam esses resultados, concordando com os dados obtidos por EHLERS (1975) e McCALLA & ARMY (1961).

Quanto às variações populacionais ao longo do ano, verificou-se um aumento expressivo na estação da primavera, podendo-se atribuir este fato, às ótimas condições climáticas ocorridas na região, e que beneficiaram este tipo de organismos em todas as áreas, registrando-se entretanto maior população nas áreas sob plantio direto (áreas 2 e 3), seguida pela área de mata (4) e população inferior, na área 1, com sistema convencional.

Na identificação das espécies, observou-se basicamente aquelas pertencentes ao Gênero *Pheretima*. Na área 1, com sistema convencional, normalmente eram encontradas oligoquetas jovens, dificultando sua identifi-

cação. Nas áreas 2 e 3, com plantio direto, as espécies mais freqüentes eram *P. morrisi* e *P. hawayana*, respectivamente. Também foram encontrados em menor número, exemplares das espécies *P. californica* e *P. diffringens*. Na área 4, com mata natural, a espécie mais freqüente foi *P. diffringens* e em menor número *P. morrisi*.

Segundo KNAPPER et al (1990), *P. hawayana*, *P. morrisi* e *P. californica* podem viver junto às raízes, ou seja, entre o sistema radicular de gramíneas. As espécies *P. diffringens*, *P. hawayana*, *P. morrisi* e *P. californica* são muito sensíveis às mobilizações do solo, tanto em condições de laboratório, como no campo e em canteiros experimentais, reforçando os dados verificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, P.V.R., GOEPEERT, C.F., GUERRA, M. et al. Efeito dos sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo Distrófico. *Rev Bras Ci Solo*, Campinas, v. 3, n. 3, p. 169-172, 1979.
- AINA, P.O. Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. *Soil Sci Soc Amer J*, Madison, v. 43, p. 173-177, 1979.
- BAVER, L.D., GARDNER, W.H., GARDNER, W.R. *Soil Structure Evaluation and Agricultural Significance* Soil Physics, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1972. p. 178-283.
- CABEDA, M.S.V. Degradação Física e Erosão do Solo. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO NO PLANALTO. 1984. Passo Fundo, RS, *Anais ...*, FUNDATEC, 1984. 226 p., p. 28-33.
- EHLERS, W. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. *Soil Science*, Baltimore, n. 119, p. 242-249, 1975.
- KEMPER, W.D., CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis*. Madison: ASA, 1965. p. 499-509. (Agronomy, 9)
- KIEHL, E.J. *Manual de Edafologia* São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes Orgânicos* São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KNAPPER, C.F.U., FREITAS, A.R., FARIA, S.L.U. Considerações preliminares sobre alguns comportamentos de oligoquetas terrestres no Rio Grande do Sul (Brasil)-I. *Estudos Leopoldenses* São Leopoldo, UNISINOS, n. 26, v. 115, p. 13-32, 1990.
- LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system. *Biol Fertil Soils*, n. 6, p. 237-251, 1988.
- MARKUS, R. *Elementos de estatística aplicada* Porto Alegre: Diretório Acad. Leopoldo Cortez, UFRGS, 1973. 329 p.
- McCALLA, T.M., ARMY, T.J. Stubble mulch farming. *Advances in Agronomy*, n. 13, p. 125-196, 1961.
- REINERT, D.J., MUTTI, L.S.M., ZAGO, A., et al. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solos Podzólico Vermelho Amarelo. *Rev Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 19-25, 1984.
- SATCHELL, J.E. Lumbricidos. In: BURGESS, A., RAW, F. *Biologia del Suelo*. Onega: Barcelona, 1971. p. 308-374.
- SILVA, I.F. da. Efeito de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre as propriedades físicas de um latossolo. Porto Alegre, 1980. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980.
- VIDOR, C. O manejo do solo e a população de organismos. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO NO PLANALTO, 1984. Passo Fundo, RS, *Anais ...* FINEP/FUNDATEC, 1984, P. 36-58.