Circular Técnica

Número, 3

Dezembro, 1999

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Monitoramento da Fauna de Solo sob Diferentes Coberturas Vegetais em um Sistema Integrado de Produção Agroecológica, Seropédica (R.J.)

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Agrobiologia

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

República Federativa do Brasil

Presidente
Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro
Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Diretor Presidente
Alberto Duque Portugal

Diretores
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
Dante Daniel Giacomelli Scolari
José Roberto Rodrigues Peres

Embrapa Agrobiologia

Chefe Geral
Maria Cristina Prata Neves

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Sebastião Manhães Souto

Chefe Adjunto Administrativo
Vanderlei Pinto

CIRCULAR TÉCNICA Nº 3 *ISSN 1516-0653*

Dezembro, 1999

Monitoramento da Fauna de Solo sob Diferentes Coberturas Vegetais em um Sistema Integrado de Produção Agroecológica, Seropédica (R.J.)

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Liane Barreto Alves Pinheiro

Seropédica – RJ

1999

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas à:

Embrapa ***Agrobiologia***
Caixa Postal: 74505
23851-970 – Seropédica – RJ
Telefone: (021) 682-1500
Fax: (021) 682-1230
e-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Expediente:
Revisor e/ou ad hoc: Bruno José Rodrigues Alves
Normalização Bibliográfica/Confecção/Padronização: Dorimar dos Santos Felix

Tiragem: 50 exemplares

Comitê de Publicações: Sebastião Manhães Souto (Presidente)
Johanna Döbereiner
José Ivo Baldani
Norma Gouvêa Rumjanek
José Antonio Ramos Pereira
Robert Michael Boddey
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

CORREIA, M.E.F.; PINHEIRO, L.B.A. **Monitoramento da Fauna de Solo sob Diferentes Coberturas Vegetais em um Sistema Integrado de Produção Agroecológica, Seropédica, (RJ).** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1999. 15p. (Embrapa-CNPAB. Circular Técnica, 3).

ISSN 1516-0653

1. Biologia do solo. 2. Fauna edáfica. 3. Cobertura vegetal. 4. Ecologia vegetal. I. Pinheiro, L.B.A., colab. II. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). III. Título. IV. Série.

CDD 578.757

S U M Á R I O

1. INTRODUÇÃO 4

2. METODOLOGIA 6

2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA 6

2.2. AMOSTRAGEM.....8

3. RESULTADOS.....9

4. DISCUSSÃO.....13

5. CONCLUSÕES 13

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13

Monitoramento da Fauna de Solo sob Diferentes Coberturas Vegetais em um Sistema Integrado de Produção Agroecológica, Seropédica (R.J.)

Maria Elizabeth Fernandes Correia [1]
Liane Barreto Alves Pinheiro[2]

1. Introdução

Por sua íntima associação com os processos que ocorrem no compartimento serrapilheira-solo e sua grande sensibilidade a interferências no ambiente, a composição da comunidade da fauna de solo reflete o padrão de funcionamento do ecossistema. Além disso, alterações na densidade e na diversidade da fauna de solo são observadas em ecossistemas que sofreram algum tipo de intervenção na sua cobertura vegetal. Desta forma, mudanças na abundância relativa e diversidade das espécies de invertebrados do solo constituem-se num bom indicador de mudanças no sistema (Curry & Good, 1992; Stork & Eggleton, 1992). Cabe aqui ressaltar que os organismos do solo são também um reflexo de uma série de fatores que foram ordenados em uma escala hierárquica por Lavelle et al. (1993) a citar: clima, solo, qualidade e quantidade do recurso ou em última análise pela comunidade vegetal, atividade humana ou tipo de manejo.

Apesar da grande capacidade de transformação química dos microrganismos, a sua mobilidade no ambiente é bastante limitada. Sendo assim, a variabilidade espacial da atividade dos microrganismos pode ser muito grande, apresentando-se ativos em microsítios favoráveis e inativos em outros desfavoráveis. Os invertebrados do solo, por outro lado, possuem uma capacidade enzimática limitada, restringindo-se à digestão de proteínas, lipídeos e glicídeos simples. No entanto, as associações da fauna com microrganismos, tanto decorrentes da ingestão simultânea com o alimento, ou de simbioses mutualísticas, promovem

[1] Pesquisadora da Embrapa *Agrobiologia, Caixa Postal 74505, CEP: 23851-970 Seropédica, RJ,* ecorreia@cnpab.embrapa.br

[2] Mestre em Ciência do Solo, Depto. de Solos, UFRRJ, *CEP: 23851-970 Seropédica, RJ,* lianepin@ufrrj.br

um sinergismo no sistema de decomposição. Se por um lado os microrganismos ao serem transportados pelos invertebrados do solo obtêm uma maior dispersão no ambiente, os invertebrados do solo ao utilizarem as enzimas produzidas pelos microrganismos, ampliam a gama de substratos energéticos a serem explorados. Além de atuarem como reguladores da atividade microbiana, os invertebrados do solo agem como fragmentadores do material vegetal e engenheiros do ecossistema, modificando-o estruturalmente (Lavelle, 1996).

De acordo com Lavelle et al. (1992), a interação da fauna de solo com microrganismos e plantas é capaz de modificar funcionalmente e estruturalmente o sistema do solo, exercendo uma regulação sobre os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes. A atividade de fragmentação do material vegetal da serrapilheira é uma das funções mais importantes desempenhadas pela fauna do solo, particularmente a macrofauna.

Essa transformação do ambiente promovida pela fauna do solo e que resulta na criação de novos microhabitats e nichos, possibilitando a colonização de novas espécies de microrganismos, fauna e até de vegetais, aumentando portanto a biodiversidade, é chamada de metabiose. A fauna do solo apresenta também uma série de interações metabiônticas, onde a modificação do ambiente é resultado de uma interação entre espécies, muito frequentemente entre a fauna e microrganismos (Waid, 1999). Esse caráter metabiôntico da fauna de solo é de fundamental importância na recuperação de áreas degradadas, promovendo um recobrimento mais rápido do local, através da estimulação do funcionamento do solo.

O tipo de manejo agrícola aplicado a uma determinada área pode modificar a disponibilidade dos recursos alimentares da fauna de solo, assim como alterar a estrutura de seu habitat. De um modo geral, as modificações do habitat impostas pela aração têm efeito negativo sobre a fauna de solo. Reduções significativas das populações foram registradas para minhocas (Edwards & Lofty, 1982), ocorrendo também uma substituição na fauna de minhocas que passa a ser composta de espécies de menor tamanho (Rovira et al., 1987). Robertson et al. (1994) observaram que a ausência de aração promovia densidades maiores de 16 dos 25 grupos da macrofauna estudados, sendo que todos os grupos saprófagos eram afetados negativamente pela aração. Uma redução da heterogeneidade de oribatídeos ao nível de espécie também foi observada por Franchini & Rockett (1996).

A adição de coberturas ao solo pode aumentar consideravelmente a infiltração, reduzir a evapotranspiração e a perda de matéria orgânica do solo, além de estimular as comunidades microbianas (Wardle, 1995). Um aumento na disponibilidade de energia associada à

existência de novos habitats favoráveis à colonização, contribui para um aumento da densidade e diversidade de, praticamente, todos os grupos da fauna de solo (Takeda, 1995). Esta prática de manejo tem sido considerada como um dos processos chave para a manutenção da estrutura e fertilidade dos solos tropicais (Lavelle et al., 1993).

Os animais do solo, podem em alguns casos constituir-se em pragas das culturas, como no caso de corós (Gassen, 1993). O conhecimento da comunidade da fauna do solo como um todo pode fornecer subsídios para a seleção e estimulação das densidades de inimigos naturais. A associação dos resultados da pesquisa da fauna com as de manejo, pode indicar soluções de controle que fiquem no âmbito do manejo, diminuindo ou eliminado a aplicação de inseticidas, o que traz um ganho econômico para o agricultor e um ganho ambiental para a a sociedade. Com relação ao uso de coberturas vivas, Liang & Huang (1994) encontraram uma maior densidade e diversidade de ácaros predadores em pomares onde as ervas daninhas não foram retiradas. A maior porcentagem de predadores pode ser um instrumento eficiente para o controle de pragas, sugerindo que os efeitos de uma comunidade de invertebrados do solo mais diversa e abundante ultrapassam os limites do compartimento serrapilheira-solo. Desta forma, o estudo da comunidade de fauna de solo pode contribuir na seleção de desenvolvimento de alternativas de manejo que sejam ao mesmo tempo produtivas e conservativas do ponto de vista ambiental.

Este trabalho foi realizado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), vinculado a convênio firmado entre Embrapa (CNPAB/CNPS), a PESAGRO-RIO e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), e foi criado com a finalidade de abrir um espaço para o exercício da agroecologia em bases científicas, explorando os recursos naturais disponíveis, estruturado para a busca do aproveitamento racional das potencialidades locais, dentro de uma estratégia que tenciona contribuir para dar sustentabilidade e estabilização à atividade produtiva no meio rural (Almeida et al., 1998).

2. Metodologia

2.1- Descrição da Área

Foram selecionadas quatro áreas dentro do SIPA. Ao longo dos quatro anos de estudo (1996-1999), estas áreas permaneceram com a mesma cultura: consórcio maracujá-

Arachis pintoi, cana-de-açúcar/crotalária e capoeira; ou estiveram submetidas à rotação como no caso do consórcio milho-caupi, alternado com mandioca. É importante ressaltar que no caso da cana-de-açúcar, a crotalária estava presente no sistema apenas no primeiro ano de avaliação, ou seja, 1996. No caso do milho-caupi, nos anos de 1996 e 1999, o milho encontrava-se recém plantado. Na tabela abaixo encontram-se as culturas amostradas em cada ano de estudo. As amostragens foram realizadas na primeira quinzena de março dos anos de 1996, 1997 e 1998. Para o ano de 1999, a amostragem foi feita na primeira quinzena de abril.

Tabela 1: Diagrama das culturas nas áreas de estudo ao longo do período de 1996 a 1999.

	1996	1997	1998	1999
Área 1	Maracujá-*A.pintoi*	Maracujá-*A.pintoi*	Maracujá-*A.pintoi*	Maracujá-*A.pintoi*
Área 2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar	(Não amostrada)	Cana-de-açúcar
Área 3	Milho-Caupi	Milho-Caupi	Mandioca	Milho-Caupi
Área 4	(Não amostrada)	(Não amostrada)	Capoeira	Capoeira

As variáveis climáticas de maior relevância para a fauna de solo foram obtidas no posto da Estação Experimental de Itaguaí, PESAGRO-RIO e se mostraram de grande importância para a compreensão das variações nas comunidades ao longo do tempo. Na Tabela 2 estão listadas as temperaturas média, máxima e mínima; a umidade relativa e a precipitação anual de 1995 a 1999. Incluiu-se o ano anterior ao ano de início do estudo (1995), por considerar-se que o tamanho das populações amostradas em determinado momento são na verdade resultantes de eventos climáticos anteriores à época de amostragem.

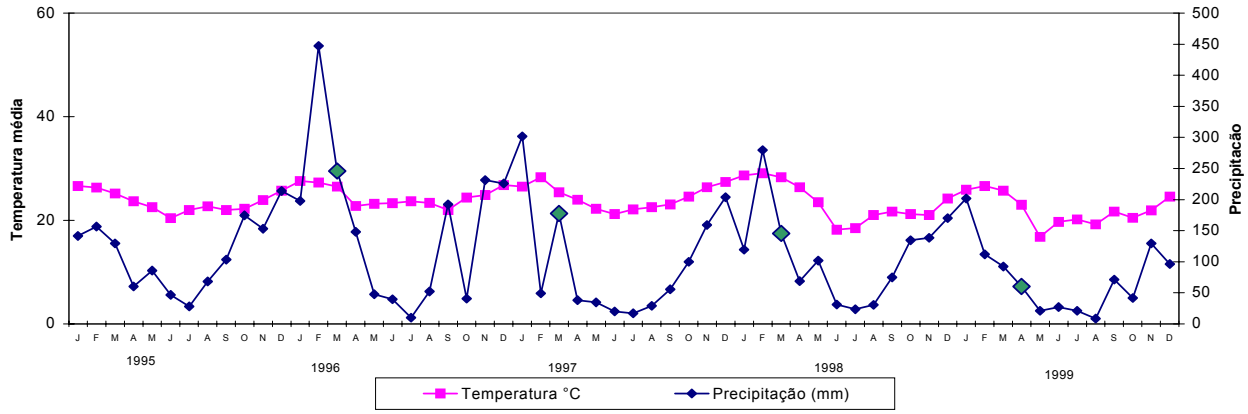
A variação da temperatura ao longo do período de estudo foi pequena, merecendo mais atenção a variação na precipitação e umidade relativa. A precipitação em 1996 foi de 1880 mm, sendo que fevereiro (mês anterior à amostragem) choveu 447 mm. A quantidade de chuva foi gradativamente diminuindo, atingindo um total de 882mm para o ano de1999. Da mesma forma a umidade relativa de 72% em 1996 reduziu-se a 65% em 1999.

Tabela 2: Medidas de algumas variáveis climáticas de relevância para a fauna de solo, no período de 1995 a 1999, obtidas no posto da Estação Experimental de Itaguaí-PESAGRO.

Ano	Temperatura (°C)			Umidade Relativa	Precipitação
	Média das Máximas	Média das Mínimas	Média	(%)	(mm)
1995	27	21,1	23,6	68	1363
1996	28,3	21,6	24,7	72	1880
1997	30,8	19,7	24,5	71	1187
1998	29,1	19,5	23,5	67	1319
1999	28,2	18,3	22,1	65	882

A partir do diagrama ombrotérmico da área, observa-se que excetuando-se a amostragem do ano de 1996, as demais amostragens encontravam-se em situação de déficit hídrico (Fig.1). É possível notar também que a magnitude e a duração deste déficit foi aumentando ao longo dos anos, de tal forma que a amostragem de 1999 foi influenciada por um ano inteiro de deficit hídrico contínuo, de março de 1998 a abril de 1999.

Figura 1- Diagrama ombrotérmico da área de estudo no período de Janeiro de 1995 a Dezembro de 1999. As épocas de coleta estão destacadas na linha de precipitação.



2.2-Amostragem

Para o estudo da fauna de solo, a superfície amostrada foi delimitada através de um quadrado metálico com 25cm de lado, sendo coletados a serapilheira e o solo superficial de 10 pontos em cada uma das áreas. As amostras foram submetidas a uma bateria de extratores do tipo Berlese-Tüllgren, por um período de 15 dias, sendo os animais recolhidos

em frascos contendo uma solução saturada de ácido acetilsalicílico. Para a fixação das amostras foi utilizado álcool etílico. Uma análise dos limites metodológicos e vantagens deste sistema já foi realizada previamente por Garay (1989). Após a extração, cada sub-amostra foi submetida a uma triagem dos indivíduos ao nível de grandes grupos taxonômicos, com o auxílio de uma lupa binocular, visando registrar as respectivas densidades.

3. Resultados

As densidades totais da fauna de solo apresentaram uma tendência à redução ao longo dos quatro anos de estudo, sendo o ano de 1996, o que apresentou as maiores abundâncias de todas as culturas amostradas (Tabelas 2 e 3). É interessante notar que mesmo no caso do milho recém plantado, onde ainda não havia cobertura vegetal e portanto se esperavam baixas densidades e diversidade, no ano de 1996 foram encontrados cerca de 1.220 ind./m^2, em contraste com o ano de 1999, onde apenas 40 indivíduos por m^2 foram coletados. No entanto, quando se comparam as três culturas amostradas no ano de 1996, ou seja: maracujá/*A. pintoi*, cana-de-açúcar/crotalária e milho/caupi, este último apresentou quase metade do número de indivíduos das outras culturas.

Ao comparar-se as densidades da fauna de solo em maracujá/*A. pintoi* com cana-de-açúcar/crotalária nos dois primeiros anos de estudo, observa-se que elas são da mesma ordem de grandeza, sendo cerca de 2.400ind/m^2 em 1996, 1.700ind/m^2 em 1997 (Tabela 3). Este padrão se altera em 1999, sendo que em cana-de-açúcar/crotalária encontrou-se metade da densidade total registrada para maracujá/*A. pintoi.* A capoeira, apesar de ter sido amostrada somente nos dois últimos anos do estudo, também exibe essa redução de densidades, embora apresente as maiores densidades das áreas amostradas em 1998 e 1999 (Tabela 4).

Os grupos da fauna de solo de maior destaque foram: Formicidae, Collembola; os grupos saprófagos Isopoda, Diplopoda e Symphyla; além de Coleoptera e Araneae. Os saprófagos são os que mais representam esta tendência à redução de densidade, como no caso de Isopoda que em 1996 atingiu cerca de 600 ind/m^2, em maracujá/*A. pintoi,* e em 1999 para o mesmo consórcio, foram registrados apenas 26 ind/m^2. Araneae, um grupo predador, exibiu um padrão ligeiramente diferente.Em 1996 esse grupo apresentou densidades que variavam de 25 a 40 ind/m^2, de acordo com o consórcio instalado; em 1997, de 35 a 54 ind/m^2, e em 1998, de 118 a 232 ind/m^2, voltando a baixar em 1999, variando de 2 a 27 ind/m^2.

Tabela 3- Densidades dos diferentes grupos taxonômicos expressas em indivíduos por m^2, nas culturas estudadas nos anos de 1996 e 1997.

	1996			1997		
Grupos Taxonômicos	Cana	*Maracujá- A. pintoi*	Milho- Caupi	Cana	*Maracujá- A. pintoi*	Milho- Caupi
Heteroptera	35,8	20,8	11,3	34	83	40
Homoptera	87,8	141,2	41,2	35	138	211
Coleoptera	47,3	60,1	23,6	133	128	102
Thysanoptera	129,6	9,6	72	10	11	19
Orthoptera	6,4	4,8	6,4	10	13	27
Psocoptera	6,4	3,2	0	0	11	6
Isopoda	38,4	600	3,2	27	211	11
Diplopoda	123,2	144	8	62	14	91
Blattaria	1,6	3,2	0	2	3	30
Diplura	4,8	3,2	9,6	16	13	27
Symphyla	275,2	27,2	0	133	42	53
Dermaptera	0	1,6	0	2	0	6
Gastropoda	14,4	20,8	1,6	0	22	11
Oligochaeta	112	9,6	3,2	3	0	19
Protura	0	0	0	0	0	0
Pauropoda	0	0	0	0	0	0
Neuroptera	0	0	0	0	0	0
Araneae	30,4	25,6	38,4	35	24	54
Chilopoda	8	14,4	0	54	27	46
Pseudoscorpionida	0	0	0	0	0	0
Opilionida	0	0	0	0	0	0
Larvas de Diptera	112	88	11,2	30	56	29
Larvas de Coleoptera	84,8	156,8	59,2	2	58	107
Larvas de Lepidoptera	14,4	14,4	1,6	2	5	8
Larvas de Neuroptera	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera(não Formicidae)	169,6	72	168	35	194	90
Formicidae	784	636,8	302,4	1053	403	336
Isoptera	0	0	0	0	0	0
Collembola	280	292,8	462,4	106	234	64
Total	2366,1	2350,1	1223,3	1782	1690	1390

Tabela 4- Densidades dos diferentes grupos taxonômicos expressas em indivíduos por m^2, nas culturas estudadas nos anos de 1998 e 1999.

	1998			1999			
Grupos Taxonômicos	*Maracujá-A. pintoi*	Mandioca	Capoeira	Cana	*Maracujá-A. pintoi*	Milho	Capoeira
Heteroptera	8	15	24	19	88	2	14
Homoptera	145	185	50	218	453	2	91
Coleoptera	45	314	106	139	74	2	174
Thysanoptera	4	13	22	2	13	0	16
Orthoptera	4	0	4	0	3	2	0
Psocoptera	0	0	4	2	3	0	32
Isopoda	174	27	54	13	26	0	173
Diplopoda	47	85	74	29	38	0	168
Blattaria	27	2	16	0	0	0	2
Diplura	11	7	14	0	3	0	3
Symphyla	16	73	76	6	6	0	24
Dermaptera	0	0	6	2	0	0	3
Gastropoda	0	0	0	6	35	0	2
Oligochaeta	24	9	4	0	0	0	0
Protura	12	4	10	0	2	0	16
Pauropoda	0	0	0	0	0	0	16
Neuroptera	0	0	0	0	0	0	5
Araneae	118	203	232	6	27	2	144
Chilopoda	0	16	34	0	13	0	24
Pseudoscorpionida	12	0	50	0	0	0	48
Opilionida	0	0	0	0	0	0	8
Larvas de Diptera	48	14	36	61	8	0	27
Larvas de Coleoptera	69	38	44	5	14	16	53
Larvas de Lepidoptera	30	21	16	14	35	0	14
Larvas de Neuroptera	0	0	0	2	0	0	0
Hymenoptera(não Formicidae)	48	52	58	48	82	2	35
Formicidae	516	173	972	152	405	8	664
Isoptera	2	8	442	5	5	0	37
Collembola	15	25	252	5	72	4	142
Total	1375	1284	2600	733	1405	40	1936

Apesar das reduções nas densidades, as medidas de diversidade não exibiram esse tipo de variação. O número de grupos se manteve aproximadamente constante, exibindo apenas um caso de redução extrema, o plantio de milho em 1999 (Tab.5). As variações na uniformidade e no Índice de Shannon parecem estar relacionadas a artifícios de cálculo promovidas pela redução da densidade.

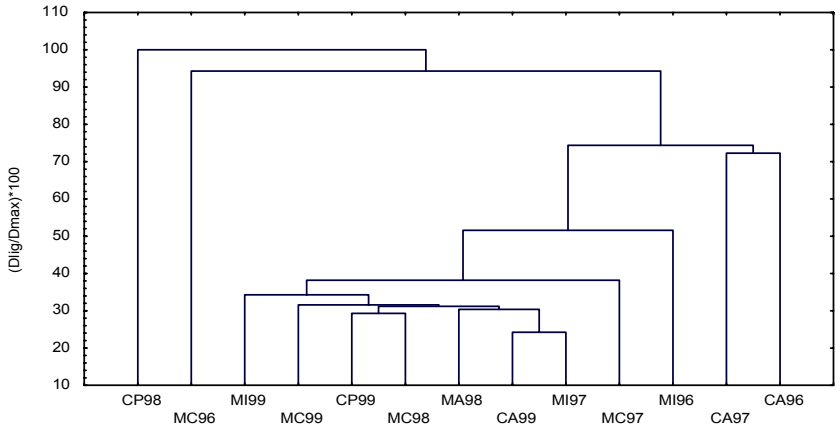
Tabela 5- Dados utilizados para avaliação da comunidade da fauna de solo nas áreas estudadas: Índice de Diversidade de Shannon; número de grupos da fauna de solo coletados, Índice de Uniformidade de Pielou e densidade expressa em número de indivíduos por m^{-2}.

Anos	Culturas	Diversidade (Índice de Shannon)	Número de Grupos	Uniformidade (Índice de Pielou)	Densidade
1996	Cana	3,31	21	0,75	2366
	Maracujá	3,09	22	0,69	2350
	Milho	2,64	17	0,65	1223
1997	Cana	2,4	20	0,56	1782
	Maracujá	3,44	20	0,80	1690
	Milho	3,71	22	0,83	1390
1998	Maracujá	3,2	21	0,73	1375
	Mandioca	3,33	20	0,77	1284
	Capoeira	3,16	24	0,69	2600
1999	Cana	2,93	20	0,68	733
	Maracujá	2,96	21	0,67	1405
	Milho	2,62	9	0,83	40
	Capoeira	3,43	26	0,73	1936

Como resultado da análise de cluster realizada, não foi obtido um agrupamento claro dos plantios, como era esperado, supondo-se que o tipo de cultura seria determinante na quantidade e qualidade da matéria orgânica, bem como na estrutura do habitat. Obteve-se um sutil agrupamento dos anos, onde apresentaram cerca de 60% de semelhança, as seguintes áreas: maracujá/*A. pintoi* e milho em 1997, maracujá/*A. pintoi* e mandioca em 1998 e todas as áreas amostradas em 1999 (Fig.2). As demais situações não formaram grupos com elevado nível de semelhança. É importante ressaltar que neste grupo formado não se encontrou nenhuma área avaliada em 1996, nem as capoeiras.

Figura 2. Dendrograma apresentando as distâncias entre as comunidades de fauna de solo nas áreas estudadas. (distância de ligação/distância máxima)*100.

CP -Capoeira; MC - Maracujá; MI - Milho; MA - Mandioca; CA - Cana- de -açúcar



4. Discussão

O padrão geral encontrado de redução das densidades, particularmente dos grupos saprófagos, aliado aos resultados da análise de cluster, que exibe como principal tendência o agrupamento por épocas, em vez dos plantios, sugere que as influências climáticas têm tido uma maior influência nas comunidades da fauna de solo do que o tipo de cultura. Isto também encontra-se em concordância com os resultados das variáveis climáticas apresentados no ítem de descrição da área, onde se observa uma redução na quantidade de chuva e um crescente déficit hídrico. É importante ressaltar que apesar da irrigação ser utilizada quando necessária na área do SIPA, pelos resultados obtidos, a água é provavelmente o fator mais limitante para as populações da fauna de solo.

É comum nas comunidades de fauna de solo observar-se uma redução da diversidade acompanhando reduções na densidade, o que não ocorreu nas áreas estudadas no SIPA. É provável que a utilização de princípios agroecológicos, principalmente a utilização de uma maior diversidade de culturas, gerando um maior número de habitats e nichos ecológicos confira ao SIPA um maior "poder tampão", com relação ao impacto provocado por variáveis climáticas na fauna de solo.

5. Conclusões

As populações da fauna de solo apresentaram uma redução gradativa nas suas densidades, independente da cultura, sendo o ano de 1996 o de mais altas densidades. Essa redução parece estar associada à diminuição na quantidade de chuva e aumento do déficit hídrico no mesmo período. Apesar da redução das densidades, não se verificaram reduções na diversidade, o que pode estar associado ao manejo agroecológico aplicado na área do SIPA.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D.L. de; SUDO, A.; EIRA, P.A. da; RIBEIRO, R. de L.D.; CARVALHO, S.R. de; FRANCO, A.A.; TEIXEIRA, M.G.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N.G.; FEIDEN, A.; AQUINO, A.M. de; STEPHAN, M.P.; SILVA, E.M. R. da; ABBOUD, A.C. de S.; GUERRA, J.G.M.; LEAL, M.A. de A.; LIGNON, G.B.; PEREIRA, J.A.R.; BORJA, G.E.M.; RICCI, M. dos S.F.; SOUZA, E.R. de **Sistema integrado de produção agroecológica.** Seropédica: Embrapa *Agrobiologia*, nov. 1998. 14p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 70).

CURRY, J.P.; GOOD, J.A. Soil fauna degradation and restoration. **Advances in Soil Science,** New York, v.17, p.171-215, 1992.

EDWARDS, C.A.; LOFTY, J.R. The effect of direct drilling and minimal cultivation on earthworm populations. **Journal of Applied Ecology,** Oxford, v.19, p.723-734, 1982.

FRANCHINI, I.P.; ROCKETT, C.L. Oribatis mites as indicator species for estimating the environmental impact of conventional and conservation tillage practices. **Pedobiologia**, Jena, v.40, p.217-225, 1996.

GARAY, I.. **Relations entre l'hétérogénéité des litières et l'organisation des peuplementes d'arthropodes édaphiques**. Paris: Ecole Normale Supérire/Laboratoire de Zoologie, 1989. 192p. Tese de Doutorado.

GASSEN, D.N. **Corós associados ao sistema de plantio direto**. In: CNPT.-Embrapa. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, 1993. .

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.V.; MARTIN, S. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A., ed. **Myths and science of soils of the tropics.** Madison: SSSA, 1992. p..157-185. (SSSA. Special Publication, 29).

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R.A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the hunid tropics. **Biotropica,** Washington, v.25, p.130-150, 1993.

LAVELLE, P. Diversity of Soil Fauna and Ecosystem Function. **Biology International**, Paris, n.33, p.3-16, 1996.

LIANG, W.; HUANG, M. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** Amsterdam, v.50, p.29-37, 1994.

ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecoystem in northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** Amsterdam, v.48, p.149-156, 1994.

ROVIRA, A.D.; SMETTEM, K.R.J.; LEE, K.E. Effect of rotation and conservation tillage on earthworms in a red-brown earth under wheat. **Australian Journal of Agricultural Research,** Victoria, v.38, p.829-834, 1987.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture,** Greenbelt, v.7, nºs1-2, p.38-47, 1992.

TAKEDA, H. Templates for the organization of collembolan communities. In: EDWARDS, C.A.; ABE, T.; STRIGANOVA, B.R., ed. **Structure and Function of Soil Communities.** Kyoto: Kyoto University, 1995. p.5-20, 1995.

WAID, J.S. Does soil biodiversity depend upon metabolic activity and influence? **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.13, p.151-158, 1999.

WARDLE, D.A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed managemente practices. **Advances in Ecological Research**, San Diego, v.26, p.105-182, 1995.