

# **FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE AGRICULTURA TRADICIONAL NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR EM UBATUBA (SP)<sup>1</sup>**

**Cristiane Figueira da SILVA<sup>2</sup>**

**Marcos Gervasio PEREIRA<sup>3</sup>**

**Maria Elizabeth Fernandes CORREIA<sup>4</sup>**

**Eliane Maria Ribeiro da SILVA<sup>5</sup>**

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do solo de quatro áreas (plantio de mandioca, bananal agroflorestal, capoeira e floresta secundária) em Ubatuba (SP), através do estudo da fauna edáfica. A área de mandioca apresentou o menor número de indivíduos m<sup>-2</sup> e menor riqueza de grupos taxonômicos, enquanto que o contrário foi observado para os sistemas florestais. A distribuição vertical mostrou a importância da serrapilheira na época seca, uma vez que a maior parte dos organismos da fauna do solo encontrou-se associada a este compartimento. Os sistemas florestais apresentaram uma composição de grupos taxonômicos mais amplo em relação à monocultura da mandioca.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Organismos, Qualidade do Solo, Sistemas Agroflorestais.

---

<sup>1</sup> Aprovado em 24.11.09 para publicação.

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS) do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). BR 465 km 7, Seropédica (RJ). CEP: 23890-000.

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, Dra., Bolsista de Pós-Doutorado do CNPq. Departamento de Solos da UFRRJ.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado II, Departamento de Solos, UFRRJ, BR 465 km 7, Seropédica (RJ). CEP: 23890-000.

<sup>4</sup> Licenciatura em Biologia, Dra., Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

<sup>5</sup> Engenheira Florestal, Dra., Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

## EDAPHIC FAUNA IN AREAS OF TRADITIONAL AGRICULTURE AT THE SERRA DO MAR STATE PARK SURROUNDINGS - UBATUBA, SP

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate soil quality in four areas (cassava plantation, banana plantation in agroforestry systems, capoeira and secondary forest) in Ubatuba (SP), utilizing an edaphic fauna study. The cassava plantation area showed the lowest individual number and taxonomic groups richness, while the highest individual number occurred in forest systems. Vertical distribution showed litter's importance during the dry season, since most organisms were associated to this compartment. The forest systems presented a wider composition of taxonomic groups in relation to the cassava culture.

**INDEX TERMS:** Organisms, Soil Quality, Agroforestry System.

### 1 INTRODUÇÃO

Fauna edáfica é o termo utilizado para identificar a comunidade de invertebrados que vive permanente ou que passa um ou mais ciclos de vida no solo (ANDERSON, 1988).

Estes invertebrados são sensíveis ao manejo, aos impactos antropogênicos, bem como a propriedades inerentes ao próprio ecossistema, tais como mudanças climáticas, que, segundo Briones, Inesan e Picarce (1997), podem resultar no surgimento de novas espécies, no aumento do número de espécies mais tolerantes a temperaturas elevadas, bem como na migração para outros micro-habitats ou camadas, dormência ou extinção. As condições do solo, como o pH, conteúdo de nutrientes e matéria orgânica, e a estrutura da vegetação que determina a diversidade de micro-habitats e condições de vida dos invertebrados (DECAENS et al., 1998), também têm grande influência sobre estes organismos.

Muitos trabalhos têm usado avaliações de comunidade de invertebrados para avaliar a qualidade do solo e o efeito de mudanças induzidas pelo homem, uma vez que a perda de espécies parece ter impacto direto na qualidade do solo (STORK; ENGGLETON, 1992).

Desta forma, o presente estudo buscou avaliar a qualidade solo de quatro áreas (plântio de mandioca, bananal agroflorestal, capoeira e floresta secundária) no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP), através da identificação e quantificação dos principais componentes da fauna edáfica, de maneira a identificar o grau de alteração a que as mesmas vêm sendo submetidas.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se em uma propriedade rural, no município de Ubatuba (SP), próximo à divisa com o Estado do Rio de Janeiro (23°18'14" de latitude Sul e 44°51'44.1" Oeste e 54m de altitude). O clima da região é Cfa, úmido com temperaturas brandas, segundo a classificação de Köppen. As precipitações variam de 1500 a 2500 mm, chegando a 4300 mm nos contrafortes da serra do Mar (BRASIL, 1983). O tipo de solo predominante é o CAMBISSOLO HÁPLICO, sendo também observado o NEOSSOLO LITÓLICO nas áreas de maior declividade.

Na propriedade foram selecionadas as seguintes áreas: a) Área de plântio de mandioca com aproximadamente sete meses, sendo que a cultura vem sendo conduzida há cinco anos na

área. O plantio não foi feito em camalhões e são feitas capinas periódicas; b) Área de plantio de banana entremeada à floresta (25 anos de condução). Esse bananal apresentava um sub-bosque de herbáceas nativas e também algumas espécies arbóreas nativas como guapuruvu (*Schyzolobim parahyba*) e palmito Jussara (*Euterpes edulis*), entremeadas aos pés de bananas. As bananeiras não apresentavam um espaçamento definido, mas sim uma distribuição irregular no terreno. Foram realizadas roçadas na área e limpeza das mudas (raleamento); c) Área de capoeira (40 anos de revegetação); e d) Área de floresta secundária pertencente ao Parque Estadual da Serra do Mar (PESM).

Nas áreas de cultivo da banana e da mandioca, não se realizam as práticas convencionais de uso do solo, tais como, aração, gradagem e adubação.

Em cada uma das áreas, foi delimitado um espaço de 400 m<sup>2</sup> para a avaliação da comunidade da fauna edáfica. Foram realizadas amostragens aleatórias em cada um dos plantios, utilizando-se uma sonda quadrada metálica de 25 cm de lado. Cada amostra foi decomposta em subamostras de serrapilheira e de solo superficial (0-5 cm). Esta separação só não foi realizada na área de plantio de mandioca devido à inexistência de serrapilheira. Foram realizadas coletas em julho de 2003 e março de 2004.

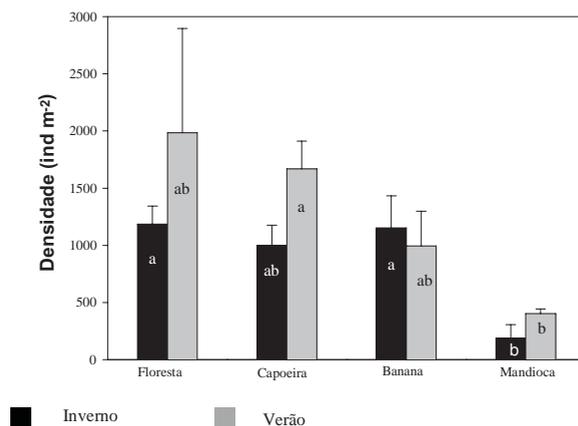
Para separação da fauna do solo, as amostras foram acondicionadas em uma bateria de extratores do tipo Berlese-Tüllgren

(GARAY, 1989), ligeiramente modificados. Após 15 dias, os organismos extraídos foram recolhidos nos vidros que continham a solução saturada de ácido acetilsalicílico. No laboratório, as amostras foram triadas com auxílio de lupa binocular e os organismos separados em grandes grupos taxonômicos. Após a triagem e a quantificação do número total de indivíduos, foram calculadas as médias e os erros-padrão, e estimados os números de indivíduos, por m<sup>2</sup> para as quatro áreas, nas duas épocas. Foi avaliada também a distribuição vertical dos organismos entre a serrapilheira e o solo.

Foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para avaliações da densidade de organismos por m<sup>2</sup> e teste de Qui-Quadrado (X<sup>2</sup>) para distribuição vertical de organismos entre o solo e a serrapilheira, análise de correspondência para grupos taxonômicos e teste Scott Knott a 5% para o número médio de grupos taxonômicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos valores médios de densidade da fauna edáfica, a análise de variância não paramétrica (Teste de Kruskal – Wallis) mostrou diferença significativa entre a área de plantio de mandioca e as áreas de floresta secundária e plantio de banana entremeada à floresta no inverno. A área de mandioca apresentou-se com densidade de indivíduos por m<sup>2</sup> inferior a estas áreas (Figura 1).



**Figura 1** – Densidade total da fauna do solo expressa em indivíduos por m<sup>2</sup> e seu respectivo erro padrão ( $S/\sqrt{n}$ ) nas quatro áreas (floresta secundária, capoeira, banana e mandioca) estudadas, no inverno e no verão. Letras minúsculas iguais nas diferentes coberturas, para cada estação, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal – Wallis.

Os resultados demonstraram que a comunidade de invertebrados do solo responde claramente ao tipo de manejo adotado, ou seja, a diferença na densidade da fauna edáfica entre os plantios de mandioca e área de bananal sugere que o tipo de manejo utilizado nestas áreas está influenciando de forma diferente a presença destes organismos. O cultivo de mandioca está sendo realizado mantendo-se o solo descoberto, e não há uma grande deposição de material orgânico ao longo ou mesmo ao final do ciclo da cultura, sendo este possivelmente um dos fatores que mais está contribuindo para redução na quantidade de organismos nesta área. Ao contrário da área de plantio de banana, que é cultivada com a manutenção de uma cobertura permanente, estando consorciada com espécies nativas, que certamente contribuem com o aporte de material formador de serrapilheira. Além da própria cultura contribuir com o incremento de matéria orgânica no solo, já que, segundo Raimundo (2001), após a colheita da banana, o pseudocaule da bananeira é cortado, permanecendo no local, sendo esta prática realizada na área.

O tipo de manejo adotado na área de plantio de banana parece estar conduzindo

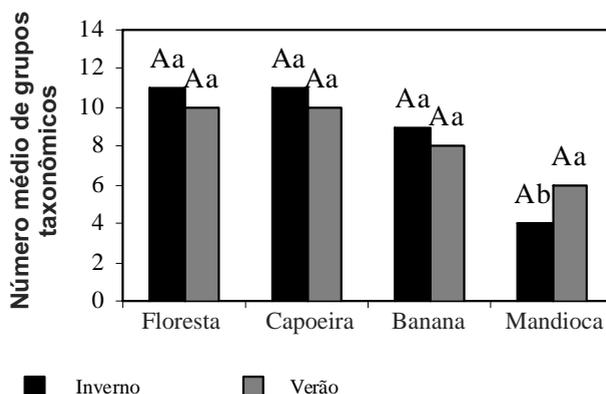
a um comportamento similar ao verificado nas áreas de floresta secundária e capoeira. Quando comparam-se estas áreas com a de plantio de mandioca, pode-se concluir que esta área parece ser a que está sendo submetida às maiores alterações no tocante à biota do solo.

Quanto às variações sazonais, de uma forma geral, a atividade da fauna do solo aumentou do inverno (estação seca) para o verão (estação chuvosa) (Figura 1). Este comportamento pode estar relacionado ao teor de umidade presente nestas áreas nesta época. Segundo Bandeira e Harada (1998), em ecossistemas tropicais, onde as estações chuvosas e secas são bem definidas, a fauna edáfica normalmente migra da superfície orgânica do solo, quando este apresenta deficiência de umidade, para a camada mineral mais profunda, retornando para superfície, quando a umidade é restabelecida.

Em relação ao número médio de grupos taxonômicos presentes nas diferentes áreas e estações, pode-se observar que na estação do inverno houve diferença significativa entre as áreas. A área de plantio de mandioca apresentou menor média (4 grupos) em relação às áreas de floresta secundária (11 grupos),

capoeira (11 grupos) e plantio de banana (9 grupos), diferindo-se destas (Figura 2). Possivelmente em função do manejo adotado para a condução da cultura, a área de plantio de mandioca proporciona um ambiente uniforme, modificando a diversidade e a quantidade

do substrato para as populações de animais edáficos, podendo ocasionar uma mudança na estrutura e na composição das comunidades não adaptadas a estas condições ambientais (MEDRI; LOPES, 2001).



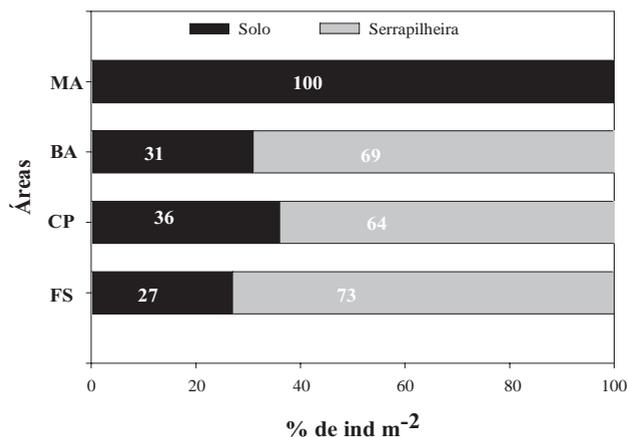
**Figura 2** - Número médio de grupos taxonômicos da fauna do solo nas quatro áreas estudadas no inverno e no verão. Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre as estações e mesma letra minúscula não diferem entre as áreas pelo teste Scott Knott a 5%.

No verão, esta diferença não foi observada, embora a área de plantio de mandioca continue apresentando os menores valores médios (Figura 2). É possível que esta diferença não tenha sido significativa devido à agregação das populações, uma vez que os artrópodes edáficos, de uma forma geral, distribuem-se de maneira não aleatória ou “contagiosa”, formando agregados de tamanhos variáveis, desta forma aumentando a variância nesta área.

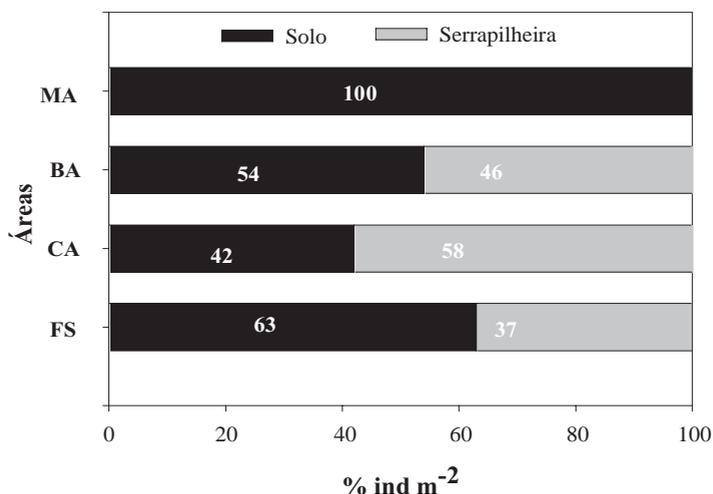
Em relação à sazonalidade, não houve diferença entre as duas estações estudadas para todas as áreas. Ferreira e Kato (2004), estudando a mesofauna do solo em sistemas agroflorestais, mata secundária e culturas anuais e perenes no nordeste Paraense, também não observaram diferença entre os períodos seco e chuvoso, em relação ao número médio de grupos taxonômicos.

Nas Figuras 3 e 4, pode-se observar a distribuição dos organismos entre os dois

compartimentos, solo e serrapilheira. Na estação chuvosa, verifica-se para todas as áreas, exceto para a área de plantio de mandioca, a preferência dos organismos pela serrapilheira. Já na estação seca, os organismos presentes nas áreas de floresta e banana tiveram preferência pelo solo. Costa (2002), avaliando a fauna do solo em plantios experimentais de espécies arbóreas, observou, para o total de indivíduos coletados na primavera, outono e inverno, uma preferência pela serrapilheira e, no verão, pelo compartimento solo. Já em estudos feitos em área de floresta secundária, na FLONA Mário Xavier em Seropédica (RJ), observou-se, no verão, preferência pela serrapilheira em relação ao solo (CORRÊA NETO et al., 2001). Constata-se que as áreas de plantio de banana e floresta secundária apresentaram comportamento semelhante em relação à distribuição vertical em ambas as épocas.



**Figura 3** – Distribuição vertical (solo-serrapilheira) dos indivíduos da fauna do solo por m<sup>2</sup> nas quatro áreas estudadas no inverno. Floresta Secundária (FS); Capoeira (CA); Banana (BA); Mandioca (MA).



**Figura 4** – Distribuição vertical (solo-serrapilheira) da fauna edáfica nas quatro áreas (floresta secundária, capoeira, banana e mandioca) no verão. Floresta Secundária (FS); Capoeira (CA); Banana (BA); Mandioca (MA).

A Análise Fatorial de Correspondência (AFC) está representada nas Figuras 5 e 6, inverno e verão, respectivamente, sendo a distribuição das áreas (floresta, capoeira, banana e mandioca) feita por setas e os grupos taxonômicos da fauna do solo representados por triângulos.

A AFC apresentou autos valores, de 50%, para o primeiro eixo ou fator (horizontal), e 32%, para o segundo eixo ou fator (vertical),

o que representa 82% da variância total acumulada nos dois primeiros eixos, sendo a maior percentagem explicada pelo primeiro (Figura 5).

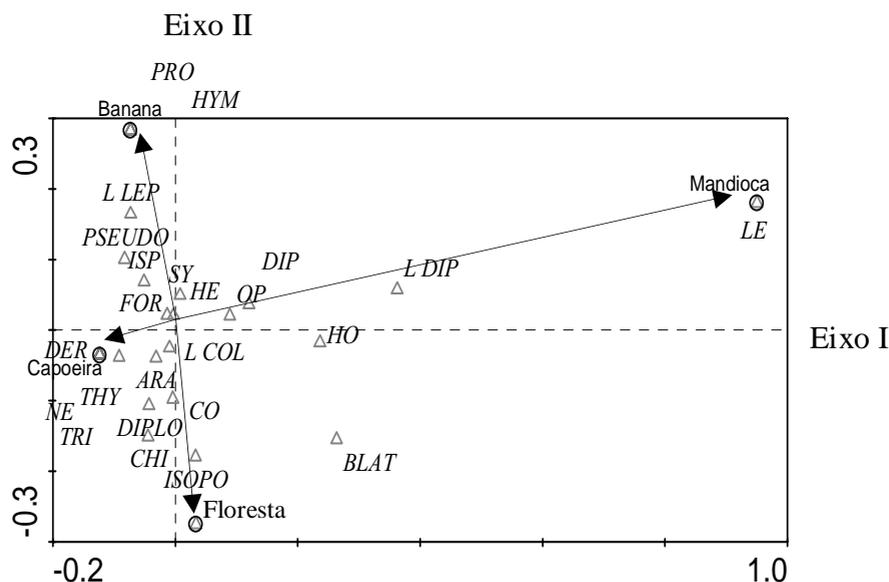
O eixo I está positivamente ligado aos grupos taxonômicos: Diptera, Larva de Diptera, Homoptera e Opilionida, o que indica que suas densidades covariaram, ou seja, estes grupos apresentaram similaridade quanto a sua abundância. Além disso, estes grupos

taxonômicos ocorreram em maior abundância na área de plantio de mandioca (Figura 5).

Em oposição, projetam-se negativamente ao eixo I os grupos Dermaptera, Araneae, Thysanoptera, Diplopoda, Neuroptera, Trichoptera, Chilopoda, Coleoptera e Larvas de Coleoptera, estando esses grupos mais associados às áreas de capoeira e floresta secundária. Estão também negativamente

relacionados a este eixo os grupos: Larvas de Lepidoptera, Pseudoscorpionida, Isoptera, Formicidae, Heteroptera, Symphyla, Protura e Hymenoptera, que, por sua vez, são mais abundantes na área de banana (Figura 5).

Este eixo contribuiu para separação da área de plantio de mandioca das áreas de capoeira, floresta secundária e plantio de banana (Figura 5).

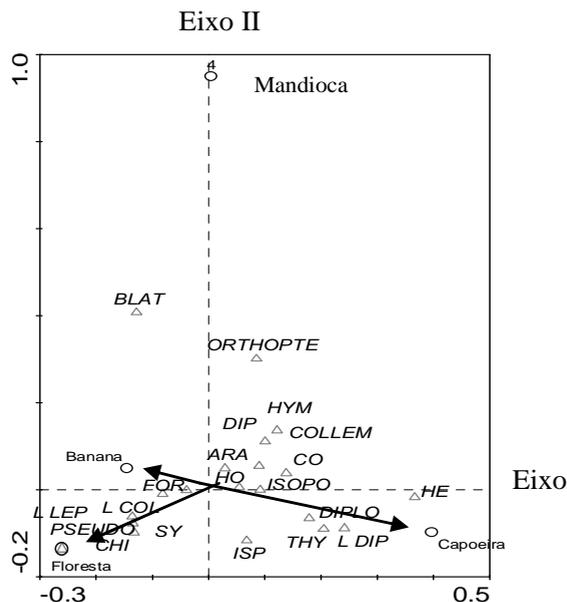


**Figura 5** - Diagrama de ordenamento obtido a partir da AFC para as densidades médias dos grupos taxonômicos da fauna do solo, nas quatro áreas estudadas, no inverno, onde: Formicidae (FOR); Isoptera (ISP); Diptera (DIP); Opilionida (OP); Homoptera (HO); Heteroptera (HE); Blattodea (BLAT); Araneae (ARA); Coleoptera (CO); Larvas de Coleoptera (L COL); Larvas de Diptera (L DIP); Larvas de Lepidoptera (L LEP); Diplopoda (DIPLO); Chilopoda (CHI); Isopoda (ISOPO); Symphyla (SY); Pseudoscorpionida (PSEUDO); Thysanoptera (THY); Tricoptera (TRI); Dermaptera (DER); Neuroptera (NE).

O eixo II, que apresenta a menor variância explicada (32%), esteve positivamente correlacionado à área de banana. Nesta área, ordens como Shymphyla e Pseudoscorpionida, indicadores de regeneração de áreas, estiveram em maior abundância. Esse eixo relacionou-se negativamente à área da floresta e, concomitantemente, aos grupos

pertencentes em maior abundância a esta área, grupos estes que já foram relatados acima (Figura 5).

No verão, os dois fatores extraídos somaram 92,5% da variância explicada: 77,1% no primeiro fator e 15,4% no segundo (Figura 6).



**Figura 6** – Diagrama de ordenamento obtido a partir da AFC para as densidades médias dos grupos taxonômicos da fauna do solo, nas quatro áreas estudadas, no verão, onde: Formicidae (FOR), Isoptera (ISP), Diptera (DIP), Opilionida (OP), Homoptera (HO), Heteroptera (HE), Blattodea (BLAT), Araneae (ARA), Coleoptera (CO), Larvas de Coleoptera (L COL, L), Larvas de Diptera (DIP), Larvas de Lepidoptera (L LEP), Diplopoda (DIPLO), Chilopoda (CHI), Isopoda (ISOPO), Symphyla (SY), Pseudoscorpionida (PSEUDO), Thysanoptera (THY), Tricoptera (TRI), Dermaptera (DER), Neuroptera (NE).

Os grupos: Heteroptera, Diplopoda, Larva de Diptera, Thysanoptera foram os que mais contribuíram para formação do eixo I, assim como a área de capoeira, estando estes grupos taxonômicos mais correlacionados a esta área. Em oposição, estão às áreas de banana e floresta e os grupos Formicidae, Larva de Coleoptera, Larvas de Lepidoptera, Pseudoscorpionida, Symphyla e Chilopoda.

O eixo II esteve positivamente ligado à área de mandioca e aos grupos Blattodea, Orthoptera, Hymenoptera e Diptera. Em contrapartida, estiveram negativamente projetadas neste eixo as áreas de capoeira e floresta e os grupos relacionados a estas áreas. Embora a área de banana não esteja projetada negativamente a este eixo, a mesma não teve grande contribuição para formação do mesmo.

Em relação às estações, através da AFC, foi possível observar que no verão ocorreu uma maior proximidade entre as áreas de floresta e banana quando comparadas à estação do inverno. A distribuição dos grupos demonstra que a área de mandioca em ambas as épocas se destaca das demais, sugerindo que o manejo adotado está contribuindo para a modificação da distribuição dos mesmos.

#### 4 CONCLUSÃO

Houve uma maior alteração na área de plantio de mandioca, apresentando um menor número de indivíduos  $m^{-2}$  e menor riqueza de grupos taxonômicos. A avaliação da distribuição vertical mostrou a importância da serrapilheira na época seca, uma vez que a

maior parte dos organismos da fauna do solo encontram-se associados a este compartimento.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prodetab e ao CNPq pelo apoio financeiro, ao CPGA-CS, à Embrapa Agrobiologia, à Secretaria de Agricultura de Ubatuba e ao Parque Estadual da Serra do Mar.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.M. Invertebrate-mediated transport process in soils. *Agriculture Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v.25, p.5-14, 1988.
- BANDEIRA, A.G.; HARADA, A.Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia central. *Acta Amazônica*, v.28, p.191-204, 1998.
- BRASIL. DNPM. Projeto Radambrasil. *Folhas SF, 23/24. Rio de Janeiro Vitória*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 780p. (Levantamento de Recursos Naturais, v.32).
- BRIONES, M.J.I., INESON, P.; PEARCE, T.G. Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v.6, p.117-134, 1997.
- CORRÊA NETO, T.A.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; ANJOS, L.H.C. dos. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. *Floresta & Ambiente*, Seropédica, v.8, n.1, p.70-75, 2001.
- COSTA, P. *Fauna do solo em plantios experimentais de Eucalyptus grandis Maiden, Pseudosamanea guachapele Dugand e Acacia mangium Willd.* 2002. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.
- DECAENS, T.; DUTOIT, T.; ALARD, D.; LAVELLE, P. Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of Western France. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 9, p.361-367, 1998.
- FERREIRA, C.P.; KATO, O.R. Mesofauna do solo em sistemas agroflorestais no Nordeste Paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. *Anais...* Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p.619.
- GARAY, I. *Relations entre l'hétérogénéité des litières et l'organisation des peuplements d'arthropodes édaphiques.* Paris: École Normale Supérieure, 1989. 192p. (Publications du Laboratoire de Zoologie n.35).
- MEDRI, I.M.; LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e da área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.18, n.1, p.135-141, 2001.
- RAIMUNDO, S. *Nos bananais de Ubatuba (SP): dilemas e desafios para a gestão das unidades de conservação de proteção integral com comunidades tradicionais residentes.* 2001. 159 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/ Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, Greenbelt, v.7, n.1/2, p.38-47, 1992.