

ADUBAÇÃO QUÍMICA EM PLANTIO DE *Acacia auriculiformis*:
INFLUÊNCIA SOBRE A FAUNA EDÁFICA

LILIANA PARENTE RIBEIRO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO - 2009

ADUBAÇÃO QUÍMICA EM PLANTIO DE *Acacia auriculiformis*:
INFLUÊNCIA SOBRE A FAUNA EDÁFICA

LILIANA PARENTE RIBEIRO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
no programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal para obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal

Orientadora: Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO - 2009

ADUBAÇÃO QUÍMICA EM PLANTIO DE *Acacia auriculiformis*:
INFLUÊNCIA SOBRE A FAUNA EDÁFICA

LILIANA PARENTE RIBEIRO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 05 de março de 2009

Comissão Examinadora:

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia/Produção Vegetal) – UENF

Profa. Solange Silva Samarão (D.Sc., Biociências e Biotecnologia) – ISTCA

Prof. Antonio Carlos da Gama-Rodrigues (D.Sc., Solos e Nutrição de Plantas) –
UENF

Profa. Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues (Ph.D., Solos e Nutrição de Plantas)
– UENF
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter concedido a graça de chegar ao término do Mestrado;

Aos meus pais e à minha família, que sempre estiveram ao meu lado, me dando incentivo e carinho, o meu eterno amor e gratidão. Em especial, ao meu irmão Eraldo, que sempre me ajudou, o meu muito obrigado;

À minha orientadora, Professora Emanuela, pela excelente orientação, com quem aprendi a buscar a perfeição no meu trabalho;

Aos meus amigos e colegas do Mestrado, pelos dois anos maravilhosos que passamos juntos, em especial a Maria Kellen, Joyce Cleide, Leisiani, Mauricio, Francele, Anna Christina, Inês, Shênia, Carla, Luciano e Ramon;

À minha amiga Marília Grasiela, pelo incentivo durante todo o período da graduação e mestrado;

À minha grande amiga Maria Kellen, pelo grande auxílio para concretização deste trabalho;

Aos meus amigos que sempre rezaram por mim e estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis de minha vida: Danielle, Soraia, Wiara, Inês, Adilson, Keila, Beatriz, Anna Rosa, Ramon, Shênia, Paula Bortot, Carla e tantas outras pessoas;

Não posso deixar de agradecer em especial a Inês, que sempre proporcionou uma palavra de incentivo, de força e de carinho. Nesses nove anos de amizade, se cheguei até aqui, foi por que ela me emprestou o ombro para chorar e rir;

Aos meus amigos e colegas de laboratório, Kátia, Vanilda, Maria Kellen, Ederaldo, Joyce Cleide, Carmen, Danielle, Leisiani e Francele por todo o auxílio, carinho e amizade;

Às técnicas do Laboratório de Solos Kátia e Vanilda, pela colaboração nas análises de laboratório, o meu muito obrigado;

Ao técnico de campo Ederaldo, pela colaboração no campo e no laboratório e pela agradável convivência;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Reflorestamento de áreas degradadas com leguminosas	3
2.2. Fertilidade do solo em áreas reflorestadas	4
2.3. Fauna do solo	6
2.4. Interações entre a fauna edáfica e a disponibilidade de nutrientes.....	9
3. TRABALHOS.....	13
3.1. Adubação química em plantio de <i>Acacia auriculiformis</i> na região Norte Fluminense: influência sobre a fauna edáfica.....	13

RESUMO	13
ABSTRACT.....	15
3.1.1. Introdução	17
3.1.2 Material e Métodos	19
3.1.2.1 Avaliação da fauna edáfica.....	21
3.1.2.2. Análise da serapilheira e do solo.....	24
3.1.2.3. Análise estatística	25
3.1.3. Resultados	26
3.1.4. Discussão	42
4.3.2. Conclusão	44
3.1.6. Referência Bibliográfica	45
3.2. Diversidade trófica da nematofauna após adubação química em plantio de <i>Acacia auriculiformis</i> na região Norte Fluminense.....	48
RESUMO	48
ABSTRACT.....	50
3.2.1. Introdução	52
3.2.2 Material e Métodos	54
3.1.2.1. Análise estatística	55
3.2.3. Resultados	56
3.2.4. Discussão	61
4.2.2. Conclusão	64
3.2.6. Referência Bibliográfica	65
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

RESUMO

RIBEIRO, L.P. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2009. Efeito da fertilização sobre a fauna do solo e serapilheira em plantios florestais no Norte Fluminense. Orientadora: Emanuela F. da Gama-Rodrigues. Co-Orientação: Antônio Carlos F. da Gama-Rodrigues.

Os solos brasileiros vêm sofrendo uma ampla gama de modificações em suas propriedades que vêm atingindo o habitat natural da comunidade edáfica. Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da adubação mineral com P e K, verificando se ocorreria alteração da abundância e da diversidade de organismos do solo, dando ênfase às comunidades micro (nematóides) meso e da macrofauna edáfica, em uma área reflorestada com a leguminosa *Acacia auriculiformis*, localizada no município de Conceição de Macabu, RJ. Foram realizadas a coleta de serapilheira e solo, entre março de 2007 a março de 2008, que foram levados para o laboratório para extração da fauna através de funis de Berlese-Tüllgren, onde permaneceram por 15 dias, em seguida foi realizada a contagem e identificação dos grupos. Os nematóides foram extraídos pelo método de flutuação centrífuga em solução de sacarose, as coletas das amostras de serapilheira iniciaram em novembro de 2007 até março de 2008 e as amostras de solo iniciaram em setembro de 2007 a março de 2008, os nematóides foram identificados sob microscópio ótico. A densidade da fauna total e a densidade de micrófagos, insetos sócias e saprófagos variaram significativamente de acordo com os talhões, época de coleta e

material amostrado (serapilheira e solo). Foram encontrados 5127 indivíduos no solo e serapilheira e a densidade da fauna total foi de 1623 indivíduos m⁻² na serapilheira e 942 indivíduos m⁻² no solo. A riqueza foi de 9,6 para serapilheira e 6,3 para o solo. Em relação à nematofauna a serapilheira e o solo, mostraram uma maior presença de bacteriófagos em todas as épocas de coleta. Foram encontrados 1689 nematóides, a grande maioria foi encontrada no compartimento serapilheira (1065 indivíduos) contra 624 encontrados no solo. De um modo geral, a comunidade edáfica sofreu maiores alterações na serapilheira, após o uso da adubação mineral. No compartimento solo, a comunidade edáfica não demonstrou ser afetada pela adubação, durante o período do experimento. Entre os grupos funcionais, os saprófagos (principalmente Isopoda) predominaram na serapilheira e no solo ocorreu o predomínio da família Formicidae. A análise da nematofauna mostrou o crescimento do número de nematóides, principalmente bacteriófagos, na serapilheira. Contudo, a nematofauna mostrou ser mais responsiva do que a fauna, na avaliação sobre o uso da adubação química de cobertura em plantios florestais.

PALAVRAS-CHAVE: microfauna, nematóide, mesofauna, Isopoda, macrofauna, Formicidae.

ABSTRACT

RIBEIRO, L.P. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2009. Effect of fertilization on soil fauna and litter in forest planting in the North part of Rio de Janeiro State. Adviser: Emanuela F. da Gama-Rodrigues. Co-adviser: Antônio Carlos F. da Gama-Rodrigues.

Brazilian soils are suffering a wide range of changes in its properties that have reached the natural habitat of the soil. Accordingly the objective of this study was to evaluate the effects of fertilization, whether changes occur in the abundance and diversity of soil organisms, emphasizing the micro communities (nematodes) soil meso and macrofauna in a reforested area with leguminous *Acacia auriculiformis*, located in Conceição de Macabu, RJ. We performed the collection of litter and soil, which was brought to the laboratory for extraction of fauna through the Berlese-Tullgren funnels, where it remained for 15 days, then the count was performed and identification of the groups. The nematodes were extracted by the method of centrifugal flotation in sucrose solution, and identified under optical microscope. The total fauna density and density of microbial grazers, social insects and saprophagous varied significantly according to the areas, time of collection and material samples (litter and soil). In soil and litter fauna were found 5127 individuals and total density was 1623 individuals m² in the litter and 942 individuals m² in soil. The wealth was 9.6 to 6.3 for the litter and soil. For nematofauna the litter and soil, showed a greater presence of bacterial feeder at all times of collection. Nematodes

were found in 1689, most were found within the litter (1065 individuals) from 624 found in the soil. In general, the community has undergone major changes in soil litter, after the use of chemical fertilizer. In the compartment soil, the soil community has not been affected by fertilization, during the experiment between the functional groups, the saprophagous (mainly Isopoda) predominate in the litter and soil was the predominance of the family Formicidae. The analysis of nematofauna showed the growth of nematodes, especially bacterial feeder, in the litter. However, the nematofauna shown to be more responsive than the fauna in the evaluation of the use of chemical fertilizing of covering in forest planting.

KEY-WORDS: microfauna, nematode, mesofauna, Isopoda, macrofauna, Formicidae.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao manejo inadequado os ecossistemas brasileiros tiveram seus solos exauridos. Essas práticas tiveram como conseqüência a degradação dos solos, que pode ser explicado por diversos fatores, como erosão e compactação do solo, e o aumento da perda de nutrientes por lixiviação e volatilização (Gonçalves et al., 2000). Acarretando, também, uma grande redução dos níveis de matéria orgânica desses solos e, conseqüentemente, de carbono orgânico. Essas perdas podem gerar redução da disponibilidade de nutrientes para as plantas, diminuição da ciclagem de nutrientes e da decomposição, “turnover” da água, erosão e rompimento dos ciclos da água, carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e outros elementos. Além disso, têm impactos na produtividade, na biodiversidade e no meio ambiente (Lal, 2004).

Estima-se que ecossistemas como o da região da Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta ocupando uma área de 1.300.000 km², atualmente encontra-se com 93% da sua formação original já devastada (SOS Mata Atlântica, 2007). Sendo extremamente necessária a implantação de programas de reflorestamento dessas áreas degradadas, como uma medida eficaz que auxilie a recuperação desses ambientes.

O reflorestamento de áreas degradadas com leguminosas favorece a recuperação dos solos, particularmente os organismos da fauna do solo e a disponibilidade de nutrientes. Um dos aspectos positivos do reflorestamento que vem sendo discutido no mundo todo é sua capacidade de diminuir as emissões de carbono atmosférico. Estudos revelam que cerca de 3 Pg (3 bilhões de toneladas)

de carbono podem ser absorvidos por esses ecossistemas. Inicialmente não havia nenhum acordo se as florestas poderiam ser consideradas como reservatórios de carbono, mas o papel potencial do manejo e conservação das florestas na habilidade de reduzir as emissões de carbono atmosférico logo foi reconhecido. Entretanto, nos últimos anos uma grande proporção de carbono tem sido emitida para a atmosfera, pelo desmatamento e pelas queimadas (Montagnini & Nair, 2004). Desencadeando alterações nas características químicas e biológicas que podem ser observadas na fertilidade e na biodiversidade desses solos.

Diante desses fatos, a necessidade de práticas de manejo que busquem mitigar as emissões de CO₂ e de outros gases do efeito estufa é uma tarefa urgente e desafiadora. Unindo-se ao plantio de árvores também vem a recuperação de áreas degradadas e o cultivo sustentável que minimizem as perdas no solo. O estoque de carbono no solo é quatro vezes maior que o estoque biótico (árvores, por exemplo) e aproximadamente três vezes mais que a quantidade presente na atmosfera (Lal, 2004)

Perante esta realidade, é fundamental o conhecimento do papel que os organismos do solo possuem na fertilidade (Assad, 1997), já que a biota pode ser considerada um importante indicador da qualidade do solo (Brussaard et al., 2004; Leroy et al., 2007). Segundo Brown et al. (2006), o conhecimento das relações entre a diversidade de grupos de animais do solo e a diversidade de plantas é uma importante e urgente tarefa para os ecologistas de solo, particularmente diante da expansão e intensificação da agricultura em muitos países tropicais, tais como o Brasil, que é considerado o representante da maior parte da biodiversidade mundial. Contudo, principalmente nos ecossistemas tropicais há poucos trabalhos que enfatizem a influência (positiva ou negativa) da adubação sobre a densidade e diversidade da fauna do solo. Estes estudos ainda são incipientes, havendo a necessidade de trabalhos que possam esclarecer e ampliar o conhecimento da participação desses organismos em processos, como a decomposição e ciclagem de nutrientes.

O presente trabalho teve o objetivo de estudar a influência da adubação mineral, na alteração da abundância e da diversidade de organismos do solo, dando ênfase às comunidades da micro (nematóides), meso e da macrofauna edáfica, em uma área reflorestada com uma espécie de leguminosa (*Acacia auriculiformis*), localizada no município de Conceição de Macabu, Rio de Janeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Reflorestamento de áreas degradadas com leguminosas

Através da conversão de campos e florestas em regiões agrícolas ou de pastagens, por meio de um mecanismo de desenvolvimento não sustentável, ocorreu o surgimento e o crescimento de regiões que foram totalmente desmatadas que contribuíram, principalmente, para perdas de solo por erosão, diminuição da matéria orgânica e a emissão de gases de efeito estufa. O reflorestamento tem emergido como uma estratégia para mitigar custos ecológicos e econômicos do desflorestamento passado (Craven et al., 2007).

Este processo teve início com a colonização e foi intensificado neste último século (Barbosa & Mantovani, 2000). A destruição das florestas tropicais vem acontecendo em ritmo acelerado principalmente para a venda de madeira nobre e pela substituição por áreas de cultivo ou pastagens (Faria, 2002), o que provocou muitos danos à flora, à fauna silvestre, além de prejuízos irreparáveis aos recursos hídricos e edáficos (Campos & Landgraf, 2001).

A recuperação de áreas degradadas torna-se imprescindível como uma importante estratégia de adequação ambiental de propriedades agrícolas, pressionadas pela legislação ambiental e programas municipais, que buscam a melhoria da qualidade de vida da sociedade (Beduschi, 2003),

No Brasil, inúmeros programas de reflorestamento e áreas de proteção ambiental estão surgindo, entretanto outras iniciativas, como programas de

incentivo, palestras nas escolas, fiscalização, auxílio técnico aos agricultores, precisam ser elaboradas com uma maior conscientização e participação da população e colaboração das autoridades do país.

Para recuperação dessas áreas é necessária a utilização de plantas que possuam crescimento rápido cobrindo a superfície do solo em um curto espaço de tempo, evitando que este fique exposto à ação direta do sol e da chuva (Faria, 2002). As árvores possuem inúmeras vantagens, porque proporcionam sombra e madeira, melhoram o solo, e servem como forragem e habitat para outras espécies da fauna, tanto vertebrados, quanto invertebrados (Dagang & Nair 2003). Além disso, essas espécies devem ser capazes de melhorar o solo através da adição de matéria orgânica (Caldeira et al., 1997), que se faz tanto pela deposição de material vegetal como pela reciclagem de nutrientes (Montagnini & Sancho, 1990).

Com a deposição do folheto haverá um acréscimo no teor de matéria orgânica, criando assim condições ideais para atividade biológica, além de proporcionar uma maior proteção do solo contra erosão. Atualmente vêm sendo amplamente utilizadas espécies de leguminosas de porte arbóreo por apresentarem sistema radicular profuso, crescimento rápido, tolerância à acidez do solo e estresse de temperatura, e por contribuírem com deposição de matéria orgânica de baixa relação C/N (Franco et al., 1992). As leguminosas são ainda, importantes produtoras de lenha, carvão, madeira, postes, ferragem, celulose, tanino e outros produtos (Caldeira et al., 1997).

2.2. Fertilidade do solo em áreas reflorestadas

O desflorestamento tem impactos imediatos nos ecossistemas florestais, prejudicando a estrutura e fertilidade dos solos (Craven et al., 2007). Este processo desfavorece a disponibilidade de nutrientes para futuras culturas, além disso, o solo desnudo também sofre perdas de substâncias como nitrogênio e carbono para atmosfera, dois constituintes dos gases do efeito estufa. Com a retirada das florestas e o manejo inadequado dos sistemas agrícolas, os solos tropicais sofrem perdas significativas da matéria orgânica do solo, que é a principal fonte de nutrientes minerais para as plantas. Assim, a perda da

fertilidade natural dos solos tropicais úmidos tem como principal causa o desaparecimento da matéria orgânica do mesmo (Caldeira et al., 1997).

O reflorestamento de áreas degradadas é uma atividade que melhora as condições locais promovendo a diminuição da erosão, aumentando a quantidade de nutrientes e melhorando a estrutura do solo (Craven et al., 2007), extremamente importante para o crescimento dos vegetais. Nessas áreas desmatadas, com a perda da matéria orgânica responsável pela incorporação e liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio, que é um elemento pouco retido nos colóides, e o mais facilmente lixiviável (Faria, 2002).

Nos solos de países tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica e a serapilheira têm grande importância para o fornecimento de nutrientes às espécies florestais (Geromini, 2004). A produção e a acumulação da serapilheira também contribuem para a formação de húmus, seqüestro de carbono e fertilidade do solo (Descheemaeker et al., 2006).

As espécies de leguminosas arbóreas são as mais indicadas porque permitem a interação planta-rizóbio-fungos micorrízicos, que ao transformarem o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, tornam a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente. Através das hifas do fungo que proporcionam aumento da área de contato e o volume de solo explorado pelas raízes das plantas, aumentam a absorção de água e nutrientes (Machado et al. 2006). Conseqüentemente contribuem de forma efetiva no aumento do teor de matéria orgânica do solo (Faria, 2002).

O nitrogênio é fornecido de forma contínua a médio e longo prazo, disponível através da associação das plantas com microrganismos procariontes, que constituem uma grande variedade de bactérias, algumas de vida livre e outras que vivem em simbiose com plantas, capazes de reduzir o nitrogênio atmosférico (N_2) à amônia (NH_3), forma utilizada pelos vegetais. Elementos como o enxofre e o fósforo podem ser suprimidos por fontes pouco solúveis e de disponibilidade a longo prazo, como sulfato de cálcio e fosfato de rocha (Faria, 2002). O potássio é um macronutriente comumente fornecido na forma de cloreto de potássio e sua deficiência afeta a produtividade das plantas (Rivera et al., 2006). Segundo Caldeira (1997), essas espécies quando associadas aos fungos micorrízicos, aproveitam melhor o fósforo e outros nutrientes do solo.

2.3. Fauna do solo

A biota do solo é representada por uma ampla gama de organismos, tanto microrganismos quanto animais invertebrados, que apresentam uma grande variedade de tamanhos e metabolismos (Correia, 2000). A biota composta por organismos que somente podem ser vistos ao microscópio ótico (microfauna), que incluem os nematóides, protozoários, rotíferos, copépodes, tardígrados e outros, cujo diâmetro corporal varia de 4 μm a 100 μm (Swift et al., 1979). Estes geralmente vivem nos filmes de água do solo e alimentam-se de microrganismos, raízes de plantas e outros organismos da microfauna ou algumas vezes de organismos maiores (Brown et al., 2006). Formada, principalmente por predadores de bactérias e fungos, a microfauna participa influenciando no dinamismo das populações de microrganismos e a liberação de nutrientes (Lavelle et al., 1995)

Os indivíduos da mesofauna apresentam diâmetro corporal entre 100 μm e 2 mm e compreendem os ácaros, colêmbolos, todos os grupos de miriápodes, aracnídeos, diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos (Swift et al., 1979). Este grupo possui habilidade de escavar, geralmente vivem nos poros do solo e alimentam-se de matéria orgânica (algumas raízes de plantas), da microbiota ou outros invertebrados (Brown et al., 2006)

Os animais da macrofauna apresentam diâmetro corporal entre 2 mm e 20 mm e podem possuir quase todos os organismos da mesofauna, excetuando-se ácaros, colêmbolos, proturos e dipluros (Swift et al., 1979). Possuem a habilidade de cavar o solo, criando estruturas específicas pelo seu movimento e pelas suas atividades, como buracos, galerias, ninhos e câmaras. Além disso, também produzem castas e pelotas fecais (Lavelle et al., 1995) Grandes insetos tais como abelhas e vespas ocasionalmente, cavam buracos no solo, mas estes geralmente não são considerados organismos do solo, ainda que a influência deles possa às vezes ser importante (Brown et al., 2006). Acima de 20 mm de diâmetro corporal os invertebrados passam a categoria da megafauna, composta pelos coleópteros, oligoquetos, diplópodes, quilópodes (Swift et al., 1979). A atividade e a função que esses grupos desempenham na decomposição da matéria orgânica e na estruturação do solo está sintetizado no Quadro 01.

Quadro 01. Atividade de diferentes categorias da fauna do solo no processo de decomposição da matéria orgânica e na estruturação do solo.

Categoria (diâmetro corporal)	Ciclagem de nutrientes	Papel na estruturação do solo
Microfauna (4 µm - 100 µm)	<ul style="list-style-type: none"> • Regulam as populações de bactérias e fungos; • Alteram a ciclagem de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem afetar a estrutura do solo através das interações com a microflora.
Mesofauna (100 µm - 2 mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Regulam as populações de fungos e da microfauna. • Alteram a ciclagem de nutrientes. • Fragmentam detritos vegetais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzem pelotas fecais • Criam bioporos • Promovem a humificação.
Macrofauna (2 mm - 20 mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulam a atividade microbiana. • Fragmentam detritos vegetais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Misturam partículas minerais e orgânicas • Redistribuem matéria orgânica e microorganismos • Promovem a humificação • Produzem pelotas fecais.

Fonte: Correia e Andrade (1999), adaptado de Hendrix et al., (1990)

Segundo Brown et al. (2006), nos solos brasileiros pode habitar mais de 250.000 espécies de insetos. Atualmente, foram descritas mais de 50.000 espécies de animais do solo que vivem nessas camadas de serapilheira e de solo, sendo os mais abundantes besouros, protozoários, aranhas, nematóides, formigas e ácaros cada um com mais de 1.000 espécies estimadas ou classificadas (Brown et al., 2006).

A função dos organismos do solo é altamente variável dependendo do tamanho do corpo, hábitos alimentares e do local onde residem (serapilheira,

rizosfera, poros do solo ou filmes de água). Dentre as diversas funções que os organismos do solo, microrganismos e os invertebrados possuem umas das principais é a ciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica (Correia, 2000). A decomposição, ciclagem de nutrientes e o seqüestro de carbono são influenciados principalmente pelo hábito alimentar e pelos processos digestivos desses organismos. Além disso, mudanças no ambiente do solo como pH, temperatura, precipitação pluviométrica, compactação, quantidade e qualidade de matéria orgânica, podem afetar indiretamente o controle biológico, populações de pragas, parasitas e agentes de doenças (Brown et al., 2006).

A habilidade dos animais do solo em transportar, ingerir, ou modificar a estrutura física do solo é geralmente positivamente relacionada ao tamanho do corpo. Os organismos maiores do solo (minhocas, térmitas e formigas), devido ao seu tamanho corporal influenciam as propriedades físicas do solo, e a biota menor (ácaros e principalmente microrganismos), atinge principalmente, a decomposição da serapilheira e as reações químicas que ocorrem nesses ambientes. Esses animais desempenham vários serviços tanto nos ecossistemas naturais como nos agricultáveis. A combinação dos efeitos químicos, físicos e biológicos dos animais do solo nas propriedades e em seus processos de preferência alimentar, como resíduos de raízes, deterioração de raízes e brotos, também podem influenciar significativamente o crescimento das plantas, ambos positivamente ou negativamente (Brown et al., 2006).

Os invertebrados constituem os mediadores fundamentais no funcionamento do solo e da diversidade de processos nos quais participam os engenheiros do ecossistema. Com isso, as diversas interações desses organismos, em diferentes escalas promovem alterações nos processos químicos, físicos e biológicos no solo (Lavelle et al., 2006). O que resulta na metabiose, ou seja, na criação de novos micro-habitats e nichos, possibilitando a colonização de novas espécies de microrganismos, fauna e até vegetais aumentando a biodiversidade presente nos solos. Este caráter é extremamente importante na recuperação de áreas degradadas, por promover um recobrimento mais rápido da área (Correia e Pinheiro, 1999).

A diversidade da fauna edáfica está relacionada com a grande variedade de recursos e micro-habitats que o sistema solo-serapilheira oferece, uma mistura de fases aquáticas e aéreas altamente compartimentalizadas, gerando um

mosaico de condições microclimáticas e favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (Lavelle et al., 1992; Lavelle, 1996). A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (Walker, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis (Odum, 1983; Colinvaux, 1996). Todavia, em um sentido mais amplo sobre a complexidade das comunidades, a própria riqueza de espécies pode ser utilizada como uma medida geral da diversidade (Connell, 1978).

2.4. Interações entre a fauna edáfica e a disponibilidade de nutrientes

O conhecimento do manejo de sistemas agrícolas e florestais sobre a dinâmica existente entre os componentes da biota do solo e o fornecimento de nutrientes às plantas, principalmente, na forma de adubo e/ou fertilizantes é de suma importância. Principalmente, para o estabelecimento da cultura que beneficie a natureza e minimize os custos, seja pela atividade agrícola ou pela implantação de programas de reflorestamento, de sistemas agroflorestais ou agrossilvopastoris.

Em termos históricos, é particularmente recente, o processo de conscientização dos cientistas de que a atividade biológica é influenciada não somente pelos microrganismos, mas também pela microfauna e mesofauna (Parfitt et al., 2005). Huhta (2006), em sua revisão mostra que este conhecimento foi atribuído aos anelídeos e mais tarde foi confirmado para o resto da fauna do solo, alguns dos primeiros trabalhos avaliaram a participação dos nematóides, mas muitos outros foram publicados durante a década de 90, verificando a influência dos protozoários e da fauna edáfica na mineralização do nitrogênio.

Há evidências claras que os invertebrados do solo, especialmente os maiores, participam ativamente na conservação da fertilidade pela influência exercida na dinâmica da matéria orgânica e na estrutura física do solo (Lavelle et al., 1995). A macrofauna edáfica, é um exemplo, composta por indivíduos que ao serem comparados aos outros organismos do solo, apresentam grande mobilidade. Ao se deslocar no interior da massa do solo, a macrofauna invertebrada pode ingerir determinada mistura, em quantidades variáveis, de

material mineral e orgânico, formando cavidades e galerias que serão fechadas ou não pelas suas dejeções expelidas após a digestão, como acontece com os anelídeos (Assad, 1997). As minhocas e as térmitas também podem ser consideradas como componentes da cadeia alimentar e como engenheiros do ecossistema, que modificam a estruturação do solo (Brussaard et al., 2007). Térmitas podem representar até 95 % da biomassa de insetos do solo, contribuindo de forma significativa para a fertilidade (Roy et al. 2006).

Também é mencionado que solos com maior aporte da matéria orgânica podem atuar como fonte de nutrientes para o solo, mantendo sua fertilidade e favorecendo desta forma, a ocorrência da comunidade da fauna edáfica. Esta relação positiva foi encontrada por Merlim (2005), em seu estudo avaliando a comunidade da macrofauna edáfica como indicadora da qualidade do solo em ecossistemas degradados e preservados de araucária. Esta autora concluiu que quanto maior o teor de matéria orgânica e melhor a sua qualidade, maior será a ocorrência dos organismos edáficos.

Em sistemas agroflorestais na região amazônica, foi verificado que o processamento biológico da serapilheira pelos invertebrados do solo aumentou significativamente a produtividade das plantas (Forster et. al., 2006). Parfitt e colaboradores (2005) salientam que para solos com baixos níveis de fósforo (P) lábil a mineralização do fósforo pela matéria orgânica é um importante caminho de abastecimento e a liberação tanto de fósforo como também de nitrogênio (N) para a solução do solo pode ser influenciada pela atividade da fauna do solo.

Cole e colaboradores (2005), avaliaram microartrópodes (ácaros e colêmbolas) em pastagens de uma região temperada sob solos ácidos e com quantidade limitada de nitrogênio, utilizando como pressuposto a possibilidade de haver uma relação positiva entre a diversidade e a abundância de microartrópodes e o aumento na fertilidade do solo. Eles predisseram que a biomassa microbiana e vegetal aumentaria provendo energia para a cadeia alimentar do solo. Seus resultados mostraram grandes aumentos na produtividade primária e densidade de animais do solo, porém, foi observado aumento da abundância e mudanças na composição da comunidade de microartrópodes, com aumento da biomassa de espécies predadoras e da diversidade de colêmbolos em áreas que receberam adubação nitrogenada.

Segundo Vohland e Schroth (1999), em estudos realizados em um solo considerado de baixa fertilidade, o nível de fertilização não teve nenhum efeito na abundância ou diversidade global da fauna na serapilheira, levando - os a considerar que neste caso a fauna evoluiu em condições de baixa fertilidade e pH. É importante destacar que os dados não são conclusivos, muitos fatos ainda devem ser esclarecidos e, além disso, há pouquíssimos trabalhos envolvendo as comunidades da microfauna, principalmente nematóides, meso e macrofauna. Devido à sua participação significativa nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, principalmente, na decomposição e ciclagem de nutrientes, é imprescindível a elaboração de estudos que possam contribuir na elucidação da participação da fauna na disponibilidade de N e também de outros nutrientes.

Há duas vertentes em relação à influência da adubação na fauna edáfica:

- Aumento da biomassa vegetal – proporcionando maior aporte de material vegetal sob o solo, formado pela serapilheira, que irá aumentar a quantidade de organismos saprófagos;
- Aumento da biomassa microbiana – elevando o número de animais do solo que se alimentam de microrganismos (fungos e bactérias) melhorando, desta forma, os processos biológicos e químicos que envolvem a decomposição e a ciclagem de nutrientes, ou seja, favorecendo a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Além disso, alterações nas propriedades físicas do solo, como estruturação, a formação dos agregados e a aeração, também serão afetadas pelo aumento do número de organismos do solo, devido ao movimento e os hábitos alimentares realizados pela fauna do solo. Outro fator preponderante é a possibilidade de haver um aumento na imobilização dos nutrientes pelos microrganismos, contribuindo para a diminuição das emissões de carbono atmosférico.

Das pesquisas que vêm sendo realizadas, a maioria mostra que a fauna edáfica possui um papel significativo, mas precisamente relacionando os efeitos dos invertebrados do solo na ciclagem de carbono (C) e N, muito pouco é conhecido sobre P e praticamente nenhum conhecimento sobre o potássio (K), Cálcio (Ca) e outros micro e macronutrientes importantes (Lavelle et al., 2006). Além do mais, é muito enfatizado a participação das populações microbianas e de microartrópodes, especialmente em relação à quantidade de N presente no

sistema, havendo poucos estudos avaliando a influência da adubação fosfatássica e potássica em relação à comunidade edáfica.

3. TRABALHOS

3.1. ADUBAÇÃO QUÍMICA EM PLANTIO DE *Acacia auriculiformis* NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE: INFLUÊNCIA SOBRE A FAUNA EDÁFICA

RESUMO

A recuperação dos solos brasileiros com o uso de leguminosas e adubos químicos pode alterar o habitat natural da comunidade edáfica. O objetivo foi avaliar a influência da adubação química, verificando se ocorrerá alteração da abundância e diversidade de organismos do solo, dando ênfase às comunidades da meso e da macrofauna, em uma área reflorestada com a leguminosa *Acacia auriculiformis*, no município de Conceição de Macabu, RJ. As amostras de solo e serapilheira foram coletadas, entre março de 2007 e março de 2008 e, com intervalo de dois meses entre coletas. No laboratório, foram colocadas em funis de Berlese-Tüllgren, para extração e, posterior, contagem e identificação dos organismos do solo. O material coletado permaneceu por 15 dias no laboratório, em seguida foi realizada a contagem e identificação dos grupos. A densidade da fauna total e a densidade de micrófagos, insetos sócias e saprófagos variou significativamente de acordo com os talhões, época de coleta e material amostrado (serapilheira e solo). Foram encontrados 5127 indivíduos no solo e

serapilheira e a densidade da fauna total foi 1623 indivíduos m^{-2} na serapilheira e 942 indivíduos m^{-2} no solo. A riqueza foi 9,6 para serapilheira e 6,3 para o solo. De um modo geral, a comunidade edáfica sofreu maiores alterações na serapilheira, aumentando a densidade e a riqueza após o uso da adubação química. No compartimento solo, a comunidade edáfica não demonstrou ser afetada pela adubação, durante o período do experimento, possivelmente devido ao tempo de amostragem, necessitando de um período maior de avaliação. Entre os grupos funcionais, os saprófagos (principalmente Isopoda) predominaram na serapilheira, o que possivelmente favorecerá fragmentação do material vegetal e atividade microbiana e no solo ocorreu o predomínio da família Formicidae (ad.), que possui diversas funções importantíssimas no funcionamento do ecossistema.

3.1. CHEMICAL FERTILIZATION IN *Acacia auriculiformis* PLANTATION IN THE NORTH PART OF RIO DE JANEIRO STATE: INFLUENCE ON THE FAUNA SOIL

ABSTRACT

The recovery of Brazilian soils using legumes and fertilizers can alter the natural habitat of the soil. Our objective was to evaluate the influence of chemical fertilization, there will be change in the abundance and diversity of soil organisms, emphasizing the communities of meso and macrofauna in a reforested area with leguminous *Acacia auriculiformis*, in the municipality of Conceição de Macabu, RJ. Samples of soil and litter were collected during one year, between March 2007 and March 2008, and in the laboratory, were placed in a Berlese-Tullgren funnels for extraction and, later, counting and identification of soil organisms. The material collected remained for 15 days in the lab and, then the count was performed and identification of the groups. The total fauna density and density fungal feeder, social insects and saprophagus varied significantly according to the areas, time of collection and material samples (litter and soil). 5127 individuals were found in soil and litter fauna and total density was 1623 individuals m⁻² in the litter and 942 individuals m⁻² in soil. The richness was 9.6 to 6.3 for the litter and soil. In general, the community has undergone major changes in soil litter, increasing the density and richness after the use of chemical fertilizer. In the compartment soil, the soil community has not been affected by fertilization, during the experiment, possibly due to the time of sampling, requiring a longer period of evaluation. Among the

functional groups, the saprophagus (mainly Isopoda) predominate in the litter, which may promote fragmentation of plant material and microbial activity and soil was the dominance of the family Formicidae, which has several important functions in the functioning of the ecosystem.

3.1.1. INTRODUÇÃO

O crescimento do desflorestamento vem destruindo as florestas brasileiras, trazendo como consequência grande desequilíbrio ambiental. Atingindo não só a fauna e a flora como também os solos, um constituinte fundamental para natureza. A vida no solo é proporcionada pelos componentes bióticos que interagem com os fatores físicos e químicos. Possuindo a biota do solo uma ampla gama de organismos responsáveis por diversas funções, consagrando estes indivíduos como bioindicadores da qualidade do solo (Brussaard et al., 2004; Leroy, 2007).

O estudo das comunidades edáficas é de suma importância, devido ao seu envolvimento em processos cruciais de funcionamento do ecossistema, como a decomposição e ciclagem de nutrientes (Wolters, 2001, Medianero et al., 2007). É crescente a idéia de que o papel da fauna do solo na taxa de decomposição é ampliado nos trópicos úmidos. (Yang et al., 2007).

Vários estudos já foram realizados em florestas temperadas, mas apesar do crescente número de trabalhos envolvendo as florestas tropicais, ainda há muitas perguntas em busca de respostas, devido à grande diversidade de espécies típicas das florestas tropicais. A interface serapilheira e solo de florestas tropicais e temperadas diferem em vários aspectos, tais como, solos tropicais geralmente são ricos em nitrogênio e pobres em fósforo, o oposto dos solos temperados pobres em nitrogênio e ricos em fósforo, além disso, a quantidade de serapilheira nas florestas tropicais é alta, com taxa de decomposição duas vezes

maior em florestas tropicais do que em florestas temperadas (Medianero et al., 2007).

Em conjunto com o crescimento do desflorestamento das florestas brasileiras vêm crescendo programas que buscam a recuperação de áreas degradadas e a necessidade de avaliar os processos que envolvem a interação serapilheira e solo, concomitante com as técnicas utilizadas para recuperação desses ambientes, como o uso de leguminosas florestais e o uso da adubação química.

A fauna do solo pode ser afetada por diversos fatores caracterizados pela qualidade da matéria orgânica, pH, temperatura, umidade, textura, cobertura vegetal, bem com as práticas agrícolas que promovem alteração na abundância de organismos e diversidade de espécies (Hendges et al., 2000), entre elas, aplicação de adubos químicos como medida para elevar a fertilidade do solo, técnica muito utilizada, devido ao alto grau de intemperização dos solos tropicais brasileiros.

Contudo, o objetivo deste estudo foi verificar se a adubação química iria alterar a abundância e a diversidade de organismos do solo, com ênfase às comunidades da meso e macrofauna da serapilheira e do solo, em uma área reflorestada com a leguminosa *Acacia auriculiformes*, em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro.

3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Carrapeta, no município de Conceição de Macabu, RJ (21° 37`S e 42° 05`W). Este local tem o predomínio de relevo ondulado, com declividade em torno de 35%. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilo-franco-arenosa. A região possui clima, pela classificação de Köppen, do tipo Am, quente e úmido. A temperatura situa-se em torno de 26 °C, e a precipitação anual é de 1400 mm, com período chuvoso entre outubro e março e seco entre junho e setembro. No período de estudo a precipitação média do município de Macaé, que se situa próximo à fazenda Carrapeta no município de Conceição de Macabu, foi de 119,2 mm. As médias mensais estão apresentadas na Figura 1.

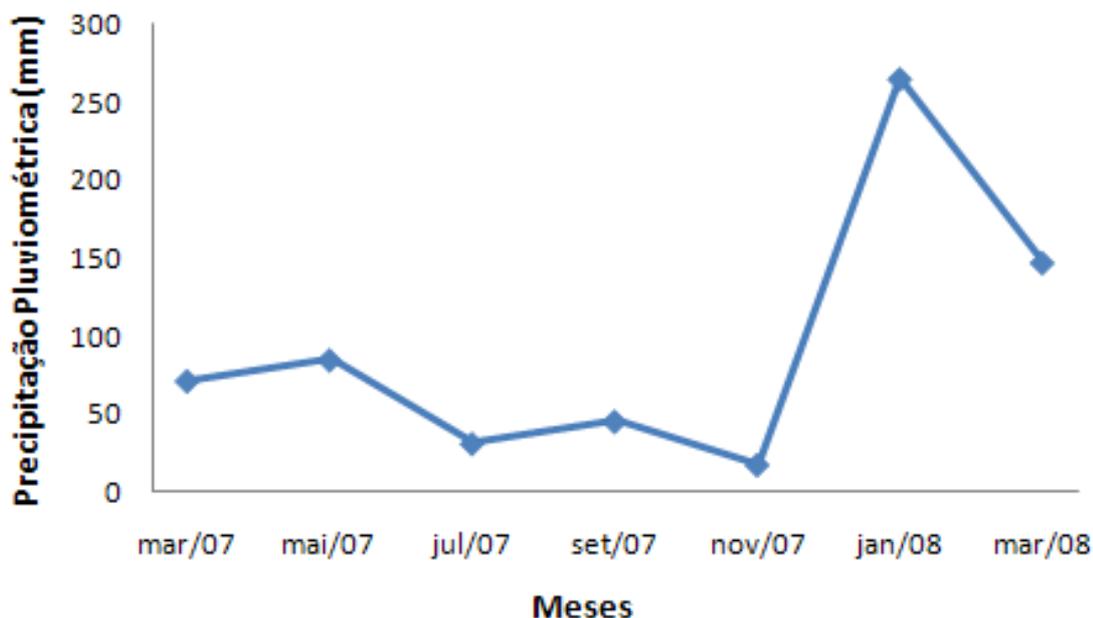


Figura 1. Precipitação pluviométrica (em mm) no município de Macaé, que se situa próximo à Fazenda Carrapeta em Conceição de Macabu, entre março de 2007 a março de 2008.

Esta área degradada constitui um local que sofreu desmatamento. Em seguida, uma parte foi utilizada para o cultivo de café, depois de pastagem natural extensiva. Como prática de manejo inadequado por muito tempo destaca-se o uso indiscriminado do fogo e o superpastejo. Em dezembro de 1998, a Fazenda Carrapeta integrou o Programa “Cordão de Mata”, com o intuito de recuperar essas terras degradadas, aumentar a incorporação de carbono e nitrogênio no solo e o potencial de regeneração natural da floresta. Para isso, esta região foi revegetada com o plantio puro de espécies arbóreas. As mudas de leguminosas foram inoculadas com estirpes selecionadas de bactérias fixadoras de N_2 atmosférico e fungos micorrízicos. O espaçamento utilizado foi 3 x 2 m, em covas de 0,20 x 0,20 x 0,20 m, as quais foram adicionadas 150 g de superfosfato simples, 50 g de calcário dolomítico e 50 g de cloreto de potássio (Gama-Rodrigues et al., 2008).

A área experimental constitui-se de um plantio puro de *Acacia auriculiformis* (Acácia), que foi subdividido em duas parcelas de 36 m² (6 x 6 m) cada. Uma das parcelas foi adubada, em março de 2007, com 800 g de superfosfato simples e 230 g de cloreto de potássio e a outra parcela foi mantida como sem adubação.



Figura 2. Área experimental, plantio puro de *Acacia auriculiformis*.

3.1.2.1 Avaliação da fauna edáfica

Durante o período de março de 2007 a março de 2008, com intervalo de dois meses entre coletas, de cada área foram retiradas cinco amostras de serapilheira (todo resíduo vegetal sobre a superfície do solo) e de solo (até a profundidade de 5 cm), utilizando um gabarito de 0,25 x 0,25 m (Moço et al., 2008). Cada amostra de serapilheira e de solo foi transferida para o funil de bateria de extratores Berlese-Tüllgren, tendo - se na base um erlenmeyer contendo cerca de 150 mL de uma solução de ácido acetilsalisílico (3%) que recolhe os animais. A bateria de extratores foi totalmente vedada, logo após a transferência de todas as amostras para o funil. Acima dos funis, lâmpadas de 25 w foram acessas e assim permaneceram por todo o período de extração (15 dias), para fornecer o calor necessário para que houvesse um gradiente de umidade na amostra, permitindo que os organismos migrassem para o fundo do funil e, conseqüentemente, caíssem dentro do vidro (Moço et al., 2005) de erlenmeyer. O conteúdo de cada frasco foi analisado individualmente, em placas de Petri, sob lupa binocular.



Figura 3. Bateria de extratores Berlese-Tüllgren.

Os animais da meso e macrofauna presentes nas amostras, de cada ponto de coleta, foram quantificados e identificados em nível de grandes grupos taxonômicos. Os organismos dos filos Mollusca e Annelida foram identificados até a categoria de classe. Os artrópodes das classes Arachnida, Crustacea e Insecta foram identificados até o nível de ordem. Os da ordem Hymenoptera foram separados em família Formicidae e demais Hymenopteras. No caso dos insetos holometábolos (que sofrem uma transformação drástica nas formas imaturas até atingir o estágio de adulto) foram feitas separações entre larvas e adultos. Os indivíduos da ordem Acarina não serão considerados, devido às diferentes características funcionais dentro da ordem e à sua alta população que poderia subestimar os outros grupos da fauna.

Neste trabalho, os grupos taxonômicos foram divididos em grupos funcionais. Estes foram distribuídos em fitófagos, micrógrafos, predadores, saprófagos, insetos sociais e outros (aqueles cujo hábito alimentar não pôde ser descrito em nível de ordem) (Quadro 02).

Quadro 02: Divisão da fauna em grupos funcionais

Grupos funcionais	Grupos taxonômicos
Micrófagos	Collembola
Sócias	Formicidae (larva e adulto) Isoptera
Saprófagos	Diplopoda, Isopoda, Oligochaeta, Gastropoda, Blattodea, Protura, Pauropoda, Thysanura, Embrioptera, Psocoptera, Symphyla, Diptera (larva)
Predadores	Araneae, Pseudoscorpionida, Chilopoda, Diplura, Dermaptera
Fitófagos	Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera (larva), Thysanoptera
Outros grupos	Coleoptera (adulto e larva), Díptera (adulto), Hymenoptera.

Fonte: adaptado de Costa (2002).

Foram calculados a densidade (número de indivíduo por m²) e a riqueza da fauna (número de grupos identificados) e os índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou de cada área.

O índice de diversidade de Shannon (H) leva em consideração a riqueza de grupos e sua abundância relativa, sendo definido por: $H = - \sum p_i \cdot \log p_i$, onde: $p_i = n_i/N$; n_i = valor de importância de cada grupo; N = total dos valores de importância. O índice de uniformidade (e) é uma medida de equitabilidade ou uniformidade, onde a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre os grupos, sendo definido por: $e = H/\log S$, onde H = Índice de Shannon; S = Número de grupos (Odum, 1983).

Para avaliação do grau de resposta da fauna do solo a adubação, foi aplicado o índice $V = (2 DAA/DAA + DANA) - 1$, onde DAA é a densidade da fauna da área que recebeu adubação e $DANA$ é a densidade da área que não recebeu adubo. O índice V varia de -1 (organismos que ocorrem somente na área sem adubo) a +1 (organismos que ocorrem somente na área adubada) e zero indicando que há densidade igual entre as áreas. Categorias foram definidas para expressar o grau de resposta à adubação (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias de inibição ou estimulação da fauna do solo para expressar o grau de resposta à adubação usando índice V (Adaptado por Wardle, 1995).

Categorias	Índice V
Extrema inibição	$V < -0,67$
Inibição moderada	$-0,33 > V > -0,67$
Ligeira inibição	$0 > V > -0,33$
Sem Alteração	0
Ligeira estimulação	$0 > V > 0,33$
Estimulação moderada	$0,33 < V < 0,67$
Extrema estimulação	$V > 0,67$

3.1.2.2. Análise da serapilheira e do solo

Nas amostras de serapilheira foram avaliados os teores de K (fotometria de chama), de P (colorimetricamente pelo método vitamina C, modificado por Braga & Defelipo, 1974), de Ca e Mg (espectrofotometria de absorção atômica), após digestão nitroperclórica e de N total pelo método Kjeldahl, descrito por Bataglia et al. (1983). O teor de carbono orgânico da serapilheira e do solo foi obtido por oxidação com dicromato de potássio $1,25 \text{ mol L}^{-1}$ e $0,4 \text{ mol L}^{-1}$, respectivamente, em meio ácido (Anderson & Ingram, 1996).

Quanto às análises qualitativas das diferentes estruturas da serapilheira, o procedimento para extração de polifenóis totais foi realizado a partir de uma alíquota de 100 mg de tecido vegetal seco misturada a 40 ml de metanol 50%, e mantidos à temperatura de $77-78^{\circ}\text{C}$, durante uma hora (Anderson e Ingram, 1996). As determinações de polifenóis (polifenóis solúveis, taninos hidrolisáveis e condensados como também polifenóis não-tanínicos) foram feitas utilizando-se o reagente de Folin-Denis em meio básico, para o desenvolvimento da cor. O padrão que foi empregado é o do ácido tânico.

Os teores de cinza, lignina e celulose foram determinados pelo método fibra em detergente ácido (FDA) de Van Soest e Wine (1968), que se baseia na separação das diferentes frações constituintes do material, utilizando reagentes específicos denominados detergentes. O ácido sulfúrico e o cetiltrimetil amônio

bromídico (CTAB), foram utilizados para eliminar o amido e os compostos nitrogenados, restando, assim, a lignina, celulose e cinzas. A celulose foi destruída pelo ácido sulfúrico 72% e a lignina foi determinada pela diferença de peso, subtraindo-se as cinzas pela queima a 550 °C, em mufla (Anderson & Ingram, 1996).

Nas amostras de solo foram determinados o pH (em água); teores de P, K (extraíveis, por Mehlich -1), Ca, Mg e Al (trocáveis, por KCL 1 mol L⁻¹) (Defelipo & Ribeiro, 1981). O N total foi determinado pelo método Kjeldahl, conforme descrito na Embrapa (1979).

3.1.2.3. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors) e de homogeneidade de variâncias (Bartlett). Nos tratamentos em que a diferença dos desvios caracterizava uma amostragem de distribuição não normal, foram utilizados os testes não-paramétricos Wilcoxon, para as análises com apenas duas unidades e o teste de Kruskal-Wallis para os dados com mais de uma amostra. Ambos com cinco repetições com nível de significância a 5%. As análises químicas da serapilheira e do solo e os índices de Shannon e de Pielou foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com cinco repetições, utilizando o teste de F em nível de 5%. Para comparação de médias foi realizado o teste Duncan em nível de 5% de probabilidade. Os resultados dos atributos químicos da serapilheira e do solo foram correlacionados com a fauna edáfica através do coeficiente de correlação de Spearman. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) versão 8.0, desenvolvido pela FUNARBE da UFV, Viçosa-MG. (Ribeiro Júnior, 2008).

3.1.3. RESULTADOS

A densidade da fauna total e a densidade de micrófagos, insetos sócias e saprófagos, variou significativamente entre as áreas, época de coleta e material amostrado (serapilheira e solo). Assim como os predadores e fitófagos, exceto para época de coleta. Já o grupo outros variou apenas em relação ao compartimento (Tabela 2). A máxima densidade e riqueza da fauna total, insetos sociais e micrófagos foi encontrada na área não adubada. Por outro lado, as maiores médias de densidade de saprófagos, predadores e fitófagos foi na área adubada (Tabela 3 e 4).

Os maiores valores médios da densidade da fauna total (serapilheira e solo) foram em maio, setembro e novembro de 2007, diferindo significativamente apenas de janeiro de 2008 (Tabela 2 e 3). A densidade de micrófagos e saprófagos foi maior em novembro de 2007. Para o grupo dos insetos sociais a maior média da densidade total foi encontrada no mês de março de 2008 (Tabela 2).

Tabela 2. Tabela da ANOVA e teste de Kruskal-Wallis ^(a) e Wilcoxon ^(b) para os efeitos área, época de coleta, compartimento e suas interações para densidade e riqueza, densidade dos grupos funcionais e índices de Shannon e Pielou da serapilheira e do

	g.l.	Densidade	Riqueza	Micrófagos	Insetos Sociais	Saprófagos	Predadores	Outros	Fitófagos	Índice Shannon	Índice Pielou
AR ^(b)	1	0,61*	0,28 ^{NS}	1,49*	0,65*	1,67*	0,53*	0,30 ^{NS}	0,49*	0,53**	0,62**
EP ^(a)	6	19,52**	9,68 ^{NS}	22,56**	16,07*	19,76**	12,20 ^{NS}	7,14 ^{NS}	3,50 ^{NS}	0,66**	1,15**
CO ^(b)	1	3,72*	6,48*	1,19*	4,05*	7,56*	2,90*	0,83*	7,64*	9,60*	0,001 ^{NS}
Ar x EP	6	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43*	1,59**
AR x CO	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63*	6,15*
EP x CO	6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64**	0,89**
ARx EPx CO	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79**	1,30*

solo.

AR – Área; EP – Época de coleta; CO – Compartimento; ns – não significativo
*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 3. Densidade da fauna da serapilheira e do solo nas áreas adubada e não adubada durante o experimento.

		Densidade (individual m ⁻² - $\bar{x} \pm EP$)							
		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08	Média
Serapilheira	Adubada	1533 ± 401 A	2576 ± 906 A	1264 ± 284 A	2013 ± 471 A	3718 ± 1365 A	1117 ± 535 A	694 ± 217 B	1845 A <i>a</i>
	Não adubada	1213 ± 219 B	1114 ± 301 B	720 ± 229 B	2710 ± 885 A	2586 ± 656 A	742 ± 306 A	726 ± 425 A	1402 B <i>a</i>
Solo	Adubada	531 ± 122 B	1066 ± 150 A	861 ± 257 A	797 ± 117 B	448 ± 80,16 B	643 ± 113 A	598 ± 193 B	706 B <i>b</i>
	Não adubada	957 ± 215 A	672 ± 200 B	1043 ± 478 A	1754 ± 695 A	736 ± 126 A	448 ± 109 B	2646 ± 2124 A	1179 A <i>b</i>
	Média	1059 <i>ab</i>	1357 <i>a</i>	972 <i>ab</i>	1818 <i>a</i>	1872 <i>a</i>	734 <i>b</i>	1166 <i>ab</i>	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, não diferem entre si pelo teste Wilcoxon a 5%. Médias de todas as áreas e compartimentos, seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 10%. Médias de todas as épocas, seguidas das mesmas letras minúscula em *italico*, entre os compartimentos (serapilheira e solo) de cada área, não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon a 5%.

Tabela 4. Riqueza da fauna da serapilheira e do solo nas áreas adubada e não adubada durante o experimento.

		Riqueza ($\bar{x} \pm EP$)							
		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08	Média
Serapilheira	Adubada	9,6 ± 0,51 B	11,0 ± 1,52 A	8,4 ± 0,51 A	11,4 ± 0,68 A	10,0 ± 0,77 B	8,2 ± 1,74 A	9,6 ± 1,17 A	9,7 A <i>a</i>
	Não adubada	11,2 ± 1,46 A	8,6 ± 1,21 B	7,2 ± 0,92 B	11,2 ± 1,39 A	11,8 ± 0,86 A	8,6 ± 0,87 A	7,6 ± 2,18 B	9,5 B <i>a</i>
Solo	Adubada	5,6 ± 1,12 B	8,2 ± 1,32 A	4,8 ± 0,86 B	6,4 ± 0,51 A	5,6 ± 0,51 B	6,6 ± 0,68 A	4,8 ± 0,49 B	6,0 B <i>b</i>
	Não adubada	7,6 ± 1,69 A	7,4 ± 1,29 B	6,8 ± 1,24 A	6,8 ± 0,86 A	6,4 ± 0,40 A	5,8 ± 1,16 B	6,4 ± 0,75 A	6,7 A <i>b</i>
	Média	8,5	8,8	6,8	8,9	8,4	7,3	7,1	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, não diferem entre si pelo teste Wilcoxon a 5%. Médias de todas as épocas, seguidas das mesmas letras minúscula em itálico, entre os compartimentos (serapilheira e solo) de cada área, não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon a 5%.

Tabela 5. Densidade da fauna da serapilheira ^(a) e do solo ^(b) nas áreas adubada e não adubada.

	Adubada ^(a)		Não adubada	
	Indivíduos/m ²	%	Indivíduos/m ²	%
Mícrofagos	141 a	7,6	153 a	10,9
Collembola	141 ± 373	7,6	153 ± 90	10,9
Insetos sociais	400 a	21,7	361 b	25,8
Formicidae	340 ± 342	18,4	313 ± 192	22,4
Formicidae (lv.)	3 ± 8	0,2	0	0
Isoptera	57 ± 98	3,1	49 ± 102	3,5
Saprófagos	1150 a	62,4	735 b	52,5
Psocoptera	29 ± 28	1,6	51 ± 53	3,7
Isopoda	914 ± 432	49,6	556 ± 296	39,8
Diplopoda	9 ± 11	0,5	9 ± 10	0,7
Blattodea	15 ± 9	0,8	15 ± 9	1,0
Symphyla	101 ± 107	5,5	41 ± 31	2,9
Gastropoda	0	0	0	0
Oligochaeta	2 ± 4	0,1	0	0
Diptera (lv.)	77 ± 62	4,2	60 ± 41	4,3
Protura	0	0	0	0
Paupoda	3 ± 3	0,2	4 ± 5	0,3

Predadores	39 b	2,1	40 a	3,0
Diplura	2 ± 3	0,1	1 ± 2	0,1
Dermaptera	0	0	0	0
Araneae	27 ± 14	1,5	23 ± 19	1,7
Chilopoda	10 ± 6	0,5	16 ± 12	1,1
Pseudoescorpionida	0	0	0	0
Fitófagos	60 a	3,3	54 b	3,9
Hemiptera	1 ± 2	0,0	5 ± 5	0,3
Thysanoptera	29 ± 18	1,6	28 ± 24	2,0
Orthoptera	20 ± 15	1,1	18 ± 11	1,3
Lepidoptera (lv.)	10 ± 8	0,5	3 ± 3	0,2
Outros	53 a	2,9	54 a	3,9
Diptera (ad.)	7 ± 7	0,4	9 ± 9	0,6
Coleoptera (ad.)	25 ± 18	1,4	30 ± 16	2,1
Coleoptera (lv.)	21 ± 13	1,1	14 ± 10	1,0
Hymenoptera	0	0	1 ± 2	0,1
Total	1843 ± 773	100,0	1399 ± 575	100,0

	Adubada ^(b)		Não adubada	
	Ind/m ²	%	Ind/m ²	%
Mícrofagos	69 b	9,8	114 a	9,7
Collembola	69 ± 36	9,8	114 ± 54	9,7
Insetos sociais	412 b	58,4	872 a	74,0
Formicidae	404 ± 119	57,2	860 ± 831	72,9
Formicidae (lv.)	0	0	0	0
Isoptera	8 ± 10	1,2	12 ± 20	1,0
Saprófagos	149 a	21,1	120 b	10,2
Psocoptera	9 ± 18	1,3	1 ± 2	0,1
Isopoda	111 ± 48	15,8	74 ± 47	6,2
Diplopoda	9 ± 11	1,3	7 ± 8	0,6
Blattodea	0	0	3 ± 3	0,2
Symphyla	14 ± 10	1,9	28 ± 18	2,4
Gastropoda	0	0	0	0
Oligochaeta	0	0	0	0
Diptera (lv.)	4 ± 6	0,5	7 ± 7	0,6
Protura	0	0	0	0
Paupoda	2 ± 3	0,3	1 ± 2	0,1
Predadores	15 a	2,2	21 b	1,7
Diplura	0,5 ± 1	0,1	0	0

Dermaptera	0	0	0	0
Araneae	6 ± 5	0,8	10 ± 6	0,8
Chilopoda	8 ± 6	1,1	12 ± 9	1,0
Pseudoescorpionida	1 ± 2	0,2	0	0
Fitófagos	5 b	0,7	8 a	0,7
Hemiptera	1 ± 2	0,2	0,5 ± 1	0,0
Thysanoptera	2 ± 4	0,3	2 ± 2	0,2
Orthoptera	1 ± 2	0,1	1 ± 2	0,1
Lepidoptera (lv.)	0,5 ± 1	0,1	5 ± 9	0,4
Outros	55 a	7,8	44 a	5,3
Diptera	1 ± 2	0,1	1 ± 3	0,1
Coleoptera (ad.)	36 ± 20	5	24 ± 10	2,1
Coleoptera (lv.)	19 ± 11	2,7	18 ± 12	1,6
Hymenoptera	0	0	0	0
Total	706 ± 169	100,0	1179 ± 855	100,0

Neste trabalho foram encontrados 5127 indivíduos no solo e serapilheira e a maior comunidade de fauna foi encontrada na serapilheira (3242 indivíduos). Conseqüentemente, as maiores médias da densidade e riqueza da fauna total e de micrófagos e saprófagos foram na serapilheira. A densidade da fauna total foi de 1623 indivíduos m^{-2} na serapilheira e 942 indivíduos m^{-2} no solo. A riqueza foi de 9,6 para serapilheira e 6,3 para o solo (Tabela 3,4 e 5).

Na fauna coletada foram encontradas (serapilheira e solo) 24 taxas que foram organizadas em seis grupos funcionais. Collembola foi a única taxa classificada como micrófago e representou 9% da fauna total (serapilheira e solo). O grupo dos insetos sociais foi dominado pela família Formicidae (94%) na serapilheira e solo e representou 37% de todos os animais encontrados neste experimento. Isopoda, Symphyla e Diptera (lv.) dominaram o grupo saprófago da serapilheira (93%) e do solo (89%). Saprófago foi o grupo funcional com o maior número de taxas: 8 taxas na serapilheira e 6 taxas no solo. O taxa mais abundante na serapilheira como predador foi Araneae (63%) e no solo foi Chilopoda (45%). Na categoria classificada como outros a taxa mais abundante foi Coleoptera (ad.), na serapilheira (33%) e no solo (51%) e Thysanoptera como fitófago na serapilheira (50%) e no solo (31%) (Tabela 5 e 6).

Os insetos sociais (Formicidae – 99%) foi o grupo funcional dominante no solo. Os outros grupos funcionais mais abundantes foram os seguintes: saprófagos (14%) > micrófagos (10%) > outros (6%) > predadores (2%) > fitófagos (1%). Entretanto, na serapilheira o grupo funcional mais abundante foi saprófagos (58%), grande parte devido à presença abundante de Isopodas (78%), seguindo na ordem: insetos sociais (23%) > micrófagos (9%) > outros e fitófagos (3%) > predadores (2%) (Tabela 5 e 6).

O índice de Shannon variou entre as áreas e épocas de coleta. Entretanto, quando foi feito o teste de média não houve variação significativa entre as épocas de coleta. Já entre as áreas, no compartimento solo, a variação foi em setembro de 2007 e na serapilheira, em março de 2008. A serapilheira apresentou índice de Shannon 54%, maior que o solo. O índice de Pielou apresentou variação entre as áreas na serapilheira, em julho de 2007 e março de 2008 e, no solo, em setembro de 2007. O índice de Pielou também variou entre os compartimentos, somente na área não adubada. O índice de Shannon, na serapilheira, variou de 2,60 (área adubada) a 1,14 (não adubada) e no solo de 2,07 (adubada) a 1,27 (não

adubada). Já o índice de Pielou variou, na serapilheira, de 0,79 (adubada) a 0,53 (adubada), no solo, variou de 0,73 (adubada) a 0,44 (não adubada) (Tabela 2,6 e 7).

A análise química do solo e da serapilheira, de um modo geral, mostrou que adubação proporcionou variações ao longo dos doze meses de avaliação do experimento, principalmente para P e K (Tabela 8 e 9).

Todas as categorias de inibição ou estimulação da fauna do solo não sofreram grandes alterações entre as épocas de coleta. A inibição ou estimulação foi influenciada pela adubação, com cerca de 25% estimulada e 20% inibida no compartimento serapilheira. No solo cerca de 43% dos grupos foram inibidos e 40% foram estimulados, após aplicação do adubo. Ocorrendo em janeiro de 2008 e em maio de 2007, crescimento na quantidade de organismos estimulados na serapilheira e solo, respectivamente (Figura 1).

Tabela 6. Índice de Shannon da fauna da serapilheira e do solo nas áreas adubada e não adubada.

		Índice de Shannon							
		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08	Média
Serapilheira	Adubada	1,92 abA	2,04 abA	1,59 bA	2,09 abA	1,82 abA	2,00 abA	2,60 aA	2,00 <i>a</i>
	Não adubada	2,28 aA	2,22 aA	2,05 aA	2,32 aA	2,15 aA	2,27 aA	1,14 bB	2,06 <i>a</i>
Solo	Adubada	1,56 ^{ns} A	2,00 A	1,52 A	2,07 A	1,83 A	1,85 A	1,95 A	1,83 <i>a</i>
	Não adubada	1,43 ^{ns} A	1,45 A	1,65 A	1,27 B	1,94 A	1,97 A	1,68 A	1,63 <i>b</i>
Média		1,80 ns	1,93	1,70	1,94	1,93	2,02	1,84	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Médias de todas as épocas, seguidas das mesmas letras minúscula em itálico, entre os compartimentos (serapilheira e solo) de cada área, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ns – não significativo

Tabela 7. Índice de Pielou da fauna da serapilheira e do solo nas áreas adubada e não adubada.

		Índice de Pielou							
		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08	Média
Serapilheira	Adubada	0,59 abA	0,62 abA	0,53 bB	0,60 abA	0,55 bA	0,68 abA	0,79 aA	0,69 <i>a</i>
	Não adubada	0,69 ^{ns} A	0,66 A	0,74 A	0,69 A	0,62 A	0,74 A	0,56 B	0,67 <i>a</i>
Solo	Adubada	0,59 ^{ns} A	0,68 A	0,70 A	0,73 A	0,70 A	0,69 A	0,74 A	0,62 <i>a</i>
	Não adubada	0,52 abA	0,53 abA	0,62 abA	0,44 bB	0,73 aA	0,75 aA	0,61 abA	0,60 <i>a</i>
Média		0,60 ns	0,62	0,65	0,62	0,65	0,71	0,68	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ns – não significativo.

Tabela 8. Caracterização química da serapilheira das áreas estudadas.

		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08
C org	Adubada	45,2 ^{ns}	47,8	59,8	48,0	36,2	44,3	43,3
	Não adubada	43,9 ^{ns}	55,3	52,9	37,5	35,5	47,7	40,4
N	Adubada	10,9 abA	12,7 aA	12,9 aA	11,4 abA	9,5 bA	10,8 abA	11,6 aA
	Não adubada	11,1 abA	11,5 aA	12,9 aA	13,3 aA	11,1 abA	11,9 aA	8,3 bB
P	Adubada	449,7 bcA	608,0 abcA	656,7 abA	664 abA	701,9 aA	641,2 abA	408,5 cA
	Não adubada	344,7 bB	391,7 aB	434,7 aB	400 aB	458,0 aB	434,0 aA	319,2 aA
K	Adubada	0,13 bcA	0,15 bA	0,24 aA	0,26 aA	0,14 bcA	0,12 bcA	0,10 cA
	Não adubada	0,06 bB	0,10 bB	0,17 aB	0,17 aB	0,11 bA	0,08 bA	0,07 bA
Na	Adubada	0,025 aA	0,010 aA	0,016 aA	0,016 aA	0,011 bA	0,012 aA	0,008 aA
	Não adubada	0,008 bA	0,009 bA	0,013 bA	0,013 bA	0,036 aA	0,010 bA	0,009 bA
Ca	Adubada	53,4 ^{ns} A	50,4 A	55,2 A	51,1 A	43,1 A	46,6 B	54,1 A
	Não adubada	63,2 aA	61,3 aA	62,0 aA	63,2 aA	60,6 aA	63,7 aA	35,3 bA
Mg	Adubada	8,9 aA	6,6 bA	8,4 aA	8,4 aA	8,1 aA	6,5 aA	7,7 aA
	Não adubada	8,6 aA	9,8 aA	10,9 aA	10,0 aA	10,0 aA	8,3 aA	4,4 bB
PL	Adubada	0,5 abA	0,5 abA	0,6 aA	0,4 abA	0,2 bA	0,2 bA	0,2 bA
	Não adubada	0,4 bA	0,4 bA	0,9 aA	0,8 aA	0,4 bA	0,3 bA	0,1 bA

CE	Aadubada	14,5 abB	16,0 abA	15,6 abA	12,6 bB	11,4 bB	13,6 bB	19,7 aA
	Não adubada	27,3 aA	17,6 bcB	20,4 bA	20,7 bA	22,1 bA	20,8 bA	12,8 cB
LG	Aadubada	58,3 aA	53,8 abA	51,1 abA	57,7 abA	53,8 abA	53,8 abA	48,8 bB
	Não adubada	52,6 bA	60,8 bA	59,4 bA	54,6 bA	57,6 bA	60,0 bA	74,6 aA
CZ	Aadubada	22,9 ^{ns} A	16,6 A	12,1 A	23,7 A	18,7 A	18,7 A	12,0 B
	Não adubada	17,0 bA	26,0 bA	21,8 bA	12,8 bA	12,9 bB	19,8 bA	44,2 aA

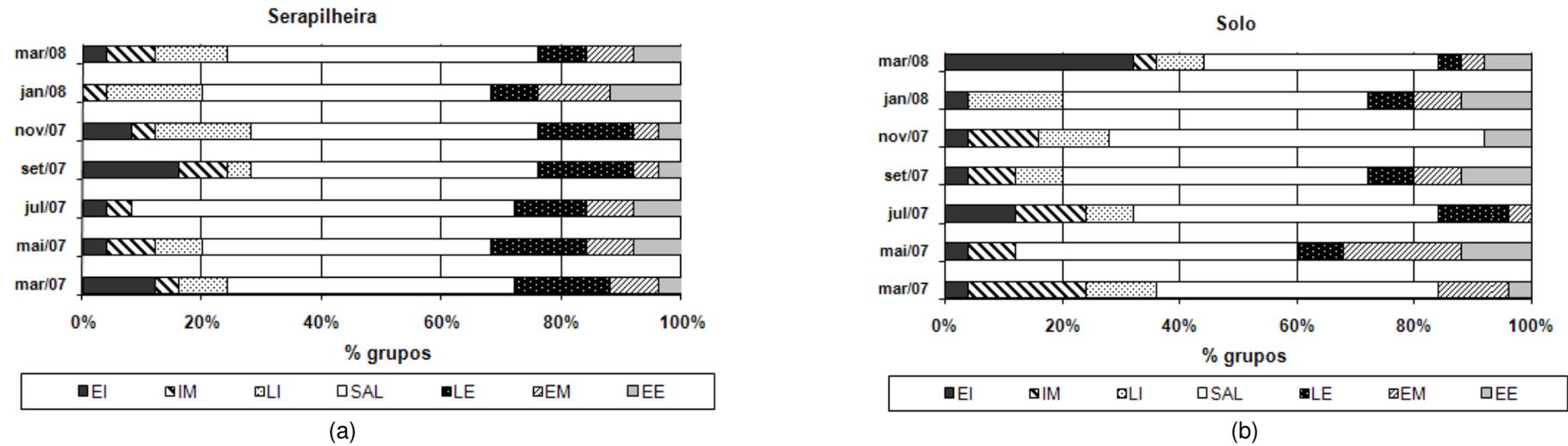
Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época para cada atributo, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ns – não significativo (linha).

Tabela 9. Caracterização química do solo das áreas estudadas.

		Mar/07	Mai/07	Jul/07	Set/07	Nov/07	Jan/08	Mar/08
pH	Adubada	4,41 ^{ns} B	4,54 B	4,45 B	4,54 A	4,46 B	4,54 B	4,47 B
	Não adubada	4,70 ^{ns} A	4,79 A	4,72 A	4,66 A	4,68 A	4,77 A	4,72 A
C org	Adubada	2,98 ^{ns}	3,42	3,08	3,12 aA	3,18 aA	2,82 aA	2,98 aA
	Não adubada	2,58 ^{ns}	2,85	3,04	2,54 aA	2,64 aA	3,01 aA	2,55 aA
N	Adubada	0,29 abA	0,32 abA	0,31 abA	0,35 aA	0,28 abA	0,25 bA	2,98 aA
	Não adubada	0,27 ^{ns} A	0,28 A	0,27 A	0,26 B	0,29 A	0,29 A	2,55 A
P	Adubada	3,74 dA	12,5 bA	8,4 cA	15,6 aA	8,7 cA	4,9 dA	3,5 dA
	Não adubada	3,99 ^{ns} A	3,8 A	4,0 B	4,0 B	3,7 B	4,2 A	2,8 A
K	Adubada	0,13 cA	0,17 bcA	0,19 bA	0,34 aA	0,20 bA	0,15 bcA	0,15 bcA
	Não adubada	0,13 cA	0,16 bcA	0,21 abA	0,25 aB	0,21 abA	0,14 cA	0,13 aA
Ca	Adubada	2,90 ^{ns}	3,6	3,4	3,0	2,6	2,5	2,7
	Não adubada	3,0 ^{ns}	3,1	3,1	2,9	2,7	3,1	2,5
Mg	Adubada	1,0 ^{ns}	1,0	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9
	Não adubada	1,0 ^{ns}	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
Al	Adubada	0,2 abA	0,1 aA	0,2 abA	0,2 abA	0,2 abA	0,2 bA	0,2 abA

Não adubada	0,3 aB	0,2 aB	0,2 aA	0,2 aA	0,2 aA	0,2 aA	0,2 bA
-------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época para cada atributo, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ns – não significativo (linha e coluna).



Mar/07: março de 2007; mai/07: maio de 2007; jul/07: julho de 2007; set/07: setembro de 2007; nov/07: novembro de 2007, jan/07: janeiro de 2007 e mar/08: março de 2008. EI – extrema inibição, IM – inibição moderada, LI – ligeira inibição, SAL – sem alteração, LE – Ligeira estimulação, EM – Estimulação moderada, EE – extrema estimulação.

Figura 1. Índice *V* dos grupos da fauna do solo e da serapilheira encontrados durante o período de condução do experimento.

3.1.4. DISCUSSÃO

Área, época de coleta e materiais amostrados influenciaram significativamente a densidade da fauna total, micrófagos, insetos sociais e saprófagos e o índice de Shannon. Os demais grupos de fauna analisados e, também, o índice de Pielou não foram tão sensíveis em aferir as diferenças entre áreas, época de coleta e material amostrado.

Não houve uma tendência aparente das variáveis ocorridas entre as épocas de coleta, portanto, nenhuma evidência de que a distribuição das chuvas pudesse explicar a maior densidade de fauna total nos meses de maio, setembro e novembro de 2007. Por outro lado, a densidade e a riqueza total foram significativamente maiores na área adubada na serapilheira e na área não adubada no solo. Dos seis grupos funcionais estudados, na serapilheira, os insetos sociais, saprófagos e fitófagos apresentaram valores de densidade significativamente maiores na área adubada. Assim como, os saprófagos e predadores no solo.

Já os grupos micrófagos, insetos sociais e fitófagos, no solo, apresentaram maior densidade na área adubada. Portanto, a técnica utilizada de adubação sobre os resíduos vegetais favoreceu a densidade e riqueza total de fauna e a metade dos grupos funcionais observados na serapilheira.

A adubação sobre os resíduos vegetais é uma técnica importante quando o objetivo é enriquecer a serapilheira depositada sobre o solo, com o intuito de acelerar a decomposição deste material e disponibilizar nutrientes para as árvores. Outros estudos, relacionando o uso da adubação, mostraram

crescimento na densidade de artrópodes, em florestas tropicais úmidas, pelo maior acúmulo de serapilheira, resultando em maiores taxas de “turnover (Yang et al., 2007). Estes resultados sugerem crescimento na fragmentação do material vegetal e conseqüentemente, aumento na taxa da ciclagem de nutrientes e da atividade microbiana.

No solo, o grupo funcional de maior abundância, foram os insetos sociais, em especial a família Formicidae, um dos grupos mais importantes da fauna edáfica, pela sua abundância e diversidade na região tropical (Moço et al. 2005; Silva e Silvestre, 2004; Pellens e Garay, 2000). As formigas realizam diversas funções relevantes como o controle biológico de pragas, melhoria da aeração do solo, infiltração de água no solo e incorporação da matéria orgânica (Moço et al., 2008), além da influência na regulação do equilíbrio ecológico e na responsabilidade da movimentação de material dos horizontes subsuperficiais para a superfície do solo (Assad, 1997).

Neste mesmo plantio de acácia, dois anos anteriores ao deste trabalho, encontrou-se Isopoda como a classe predominante na serapilheira e, no solo, o grupo Hymenoptera a maioria da família Formicidae (Manhães, 2008).

O índice *V* mostrou que a adubação na área reflorestada com Acácia não alterou a composição da maioria dos grupos edáficos no solo e na serapilheira. Contudo, novas pesquisas são necessárias para gerar informações sobre os fatores que possam estar envolvidos na ausência de alteração da comunidade da fauna do solo, como o tempo de amostragem ou a quantidade de áreas avaliadas.

3.1.5. CONCLUSÕES

De um modo geral, a comunidade edáfica sofreu maiores alterações na serapilheira, aumentando a densidade e a riqueza após o uso da adubação química. No compartimento solo, a comunidade edáfica não demonstrou ser afetada pela adubação. Entre os grupos funcionais, os saprófagos (principalmente Isopoda) predominaram na serapilheira, o que possivelmente favorecerá fragmentação do material vegetal e atividade microbiana e no solo ocorreu o predomínio da família Formicidae, que possui diversas funções importantíssimas no funcionamento do ecossistema.

3.1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J.D. & Ingram, J.S.I. (1996) Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2 ed. Wallingford, *CAB International*, 171p.
- Assad, M.L.L. (1997) Fauna do solo. In Vargas, M.A.T., Hungria, M. (eds.) *Biologia do solos do Cerrados*. Planaltina, Embrapa – CPAC, p. 363-443.
- Bataglia, O.C., Furlani, A.M.C., Teixeira, J.P.F., Furlani, P.R. & Gallo, J.R. (1983) Métodos de análise química de plantas. Instituto Agronômico, Campinas - SP, 48p. (Boletim Técnico, 78).
- Braga, J. M.; Defelipo, B. V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *R. Ceres*, Viçosa, 21: 73-85.
- Brussaard, L., Kuyper, T.W., Didden, W.A.M., de Goede, R.G.M., Bloem, J. (2004) Biological soil quality from biomass to biodiversity importance and resilience to management stress and disturbance. In: Schionning, P., Elmholt, B.T., Christensen (Eds.) *Managing soil quality. Challenges in Modern Agriculture*, CAB International: Wallingford, p. 139-161.
- Correia, M. E.F., Andrade, A.G. (2008) Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A., Da Silva, L.S., Canellas L.P., Camargo, F.A.O., (eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Metropole. p. 137-154.
- Costa, G.S. (2002) Decomposição da serapilheira em florestas plantadas e fragmentos da Mata Atlântica na região Norte Fluminense. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 113p.
- Defelipo, B.V. & Ribeiro, A.C. (1981) Análise química do solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 17p. (Boletim de Extensão, 29).

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (1979) Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 412p.
- Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A.C. Paulino, G.M., Franco, A.A. (2008) Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 32: 1521-1530.
- Hendges, M.R., Acosta, J.A., Girraca, E.M.N., Antonioli, Z.I. (2000) - Fauna do solo em três áreas distintas no campus da UFSM Santa Maria, RS: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2000/411.pdf> em 20/01/2009 página mantida pelo FERTBIO.
- Leroy, Ben L.M.M., Bommele, L., Reheu, D., Monees M., De Neve, S. (2007) The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield. *European Journal of Soil Biology* 43: 91-100.
- Manhães, C.M.C. (2008) Meso e macrofauna do solo e da serapilheira de diferentes coberturas vegetais no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Monografia em Agronomia - Campos dos Goytacazes-RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 37 p.
- Medianero, E., Castaño-Meneses, G., Tishechkin, A., Basset, Y., Barrios, H., Odegaard, F., Cline, A.R., Bail, J. (2007) Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest. *Pedobiologia* 51:131-145.
- Moço, M.K.S, Gama-Rodrigues, E.F, Gama-Rodrigues, A.C, Correia, M.E.F (2005) Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira Ciência do Solo* 29:555–564.
- Moço, M.K.S., Gama-Rodrigues, E.F., Gama-Rodrigues, A.C. Machado, R.C.R., Baligar, V.C. (2008) Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Agroforest System*. doi: 10.1007/s10457-008-9178-6
- Odum, E.P. (1983) *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.
- Pellens R, Garay I (2000) Edaphic macroarthropod communities in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* former hill maid (Myrtaceae) and *AOCFia mangium* wild (Leguminosae) in Brazil. *European Journal Soil Biology* 35:77-89.
- Silva R.R, Silvestre R (2004) Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. *Papeis Avulsos Zoologia* 44:1-11.
- Ribeiro Júnior, J.I., de Melo A.L.P. (2008) Guia prático para utilização do SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Versão 8.0. Viçosa, MG:UFV.

- Van Soest, P. & Wine, R.H. (1968) Development of soil a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, Madison, 51:780-785.
- Wardle, D.A (1995) Impacts of disturbance on detritus food webs in agriculture-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26:105-182.
- Wolters, V. (2001). Biodiversity of soil animal and its function. *European. Journal of Soil Biololy* 37:221-227.
- Yang, X., Warren, W., Zou, X. (2007) Fertilization responses of soil litter fauna and litter quantity, quality, and turnover in low and high elevation forests of Puerto Rico. *Applied Soil Ecology* 37: 63-71.

3.2. DIVERSIDADE TRÓFICA DA NEMATOFAUNA APÓS ADUBAÇÃO QUÍMICA EM PLANTIO DE *Acacia auriculiformis* NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

RESUMO

Os nematóides podem ser considerados bons indicadores da sustentabilidade do ecossistema, podendo ser divididos de acordo com os seus hábitos alimentares e de fácil identificação. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação, verificando se ocorrerá alteração da abundância de organismos do solo, dando ênfase às comunidades nematóides, em uma área reflorestada com uma espécie de leguminosa *Acacia auriculiformis*, localizada no município de Conceição de Macabu, Rio de Janeiro. Foram realizadas, durante seis meses a coleta de solo e por quatro meses a coleta de serapilheira, com intervalo de dois meses para cada coleta. As amostras foram levadas para o laboratório, onde os nematóides foram extraídos pelo método de flutuação centrífuga em solução de sacarose, em seguida, esses indivíduos foram identificados de acordo com os hábitos alimentares. Ambos os compartimentos, serapilheira e solo, mostraram uma maior presença de bacteriófagos em todas as épocas de coleta. A adubação favoreceu o crescimento no número de nematóides, principalmente bacteriófagos, fitoparasitas e predadores na serapilheira. Contudo, para o solo ocorreu pouca variação no número de nematóides avaliados. Possivelmente, devido ao tempo de amostragem, necessitando de um período maior de avaliação. Foram encontrados 1689 nematóides, a grande maioria foi encontrada no compartimento serapilheira

(1065 indivíduos) contra 624 encontrados no solo. A nematofauna mostrou ser influenciada pelo uso da adubação química em plantios florestais. Entre os grupos tróficos a maior abundância de bacteriófagos, mostra o predomínio da atividade microbiana, principalmente pelas bactérias, sobretudo, no compartimento serapilheira, ambiente considerado favorável à atividade dos organismos que vivem no solo.

3.2. DIVERSITY OF TROFIC NEMATOFUNA AFTER CHEMICAL FERTILIZATION IN *Acacia auriculiformis* PLANTATION IN THE NORTH PART OF RIO DE JANEIRO STATE

ABSTRACT

The nematodes can be considered good indicators of the sustainability of the ecosystem that can be divided according to their eating habits and easy identification. Accordingly, the objective of this study was to evaluate the influence of fertilization, whether changes occur in the abundance of soil organisms, with emphasis on nematode communities in a reforested area with leguminous *Acacia auriculiformis*, located in Conceição de Macabu, Rio de Janeiro. Were held six months to collect soil and four months to collect litter, with an interval of two months for each collection. Samples were taken to the laboratory, where the nematodes were extracted by the method of centrifugal flotation in sucrose solution, then these individuals were identified according to the diet. Both compartments, litter and soil, showed a greater presence of bacterial feeder at all times of collection. The fertilizer favored the growth in the number of nematodes, especially bacterial feeder, plant-parasites and predators in the litter. However, the ground was little variation in the number of nematodes evaluated. Possibly due to the time of sampling, requiring a longer period of evaluation. Nematodes were found in 1689, most were found within the litter (1065 individuals) from 624 found in the soil. The nematofauna showed to be influenced by the use of chemical

fertilizer in forest plantations. Among the most abundant trophic groups the bacterial feeder, shows the predominance of microbial activity, especially by bacteria, especially in the litter compartment, considered favorable environment the activity of organisms living in soil.

3.2.1. INTRODUÇÃO

Os organismos que vivem no solo representam a parte biológica que dá vida ao solo, em conjunto com outros fatores, como a física e a química do solo, promovem uma série de reações e interações que modificam todo o ecossistema edáfico. Com o crescente desmatamento florestal, para criação de lavouras e pastagens, se vem alterando todo o comportamento dos organismos que vivem no solo. Alguns podem ser considerados bons indicadores da sustentabilidade do ecossistema, tais como os nematóides de solo, minhocas, protozoários, e Collembolas (Kinge e Hutchinson, 2007).

A população dos nematóides que vivem no solo é composta por diferentes grupos tróficos. Subdivididos em cinco dos principais grupos, os fitoparasitas (que parasitam plantas), os bacteriófagos, micófitos, predadores e onívoros. Estes indivíduos ocupam todos os níveis tróficos dos consumidores dentro da rede alimentar do solo, o que possibilita a sua composição levar a compreensão da comunidade em relação à estrutura e função do ecossistema dos solos (Ruiten et al., 2005).

Os dois grupos mais importantes são os bacteriófagos e os fitófagos (Mattos et al., 2006). Os fitófagos são os mais conhecidos devido aos prejuízos causados à agricultura e os bacteriófagos são conhecidos pela sua capacidade de reduzir as populações de bactérias e incrementar a mineralização, afetando indiretamente a produtividade das plantas.

Apesar da pequena dimensão corporal sendo classificados como um dos componentes da microfauna do solo, os nematóides desempenham um

importante papel na manutenção da fertilidade do solo, através da mobilização e ciclagem de nutrientes (Procter, 1990). O fato dos nematóides ocorrerem em comunidades poliespecíficas com estrutura trófica diversificada e de responderem prontamente a alterações no ambiente, os qualifica como bioindicadores eficientes para monitorar as condições ambientais praticamente em qualquer ecossistema do planeta. Além disso, populações de nematóides reagem rapidamente a perturbações (Bongers, 1999) e podem ser usadas para diferenciar os efeitos das práticas de manejo (Freckman e Ettema, 1993; Neher e Campbell, 1994).

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se a adubação química iria alterar a diversidade trófica da nematofauna da serapilheira e do solo, em uma área reflorestada com a leguminosa *Acacia auriculiformes*, em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro.

3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Carrapeta, no município de Conceição de Macabu, RJ (21° 37`S e 42° 05`W). Este local tem o predomínio de relevo ondulado, com declividade em torno de 35%. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilo-franco-arenosa. A região possui clima, pela classificação de Köppen, do tipo Am, quente e úmido. A temperatura situa-se em torno de 26 °C, e a precipitação anual é de 1400 mm, com período chuvoso entre outubro e março e seco entre junho e setembro (Gama-Rodrigues et al., 2008).

A área experimental constitui-se de um plantio puro de *Acacia auriculiformis* (Acácia), que foi subdividido em duas parcelas de 36 m² (6 x 6 m) cada. Uma das parcelas foi adubada, em março de 2007, com 800 g de superfosfato simples e 230 g de cloreto de potássio e a outra parcela foi mantida como sem adubação.

Durante o período de setembro de 2007 a março de 2008 foram coletadas cinco amostras de serapilheira com cerca de 100 gramas, em seguida foram coletadas cinco amostras compostas de solo (provenientes de cinco amostras simples) com o auxílio do trado (até a profundidade de 10 cm).

Os nematóides foram extraídos pelo método de flutuação centrífuga em solução de sacarose, as amostras foram vertidas sobre uma peneira de malha de 20 mesh e depois sobre uma outra peneira de 500 mesh. O líquido resultante foi recolhido em um becker de 100 ml, sendo necessário 40 mL da suspensão final, que foi centrifugado a uma velocidade de 2000 rpm por 5 minutos, após a retirada

do líquido sobrenadante foi adicionado a solução de sacarose para ser centrifugado por 1 minuto a uma velocidade de 1750 rpm, após uma lavagem para retirada da solução de sacarose, cerca de 15 mL da suspensão foi levada para observação, foi retirada cinco alíquotas para contagem e identificação (Jenkins, 1964).

Os nematóides foram identificados de acordo com seus hábitos alimentares, como adotado por Yeates et al. (1993). Serão separados:

- Bacteriófagos – grupo constituído pelos nematóides de vida-livre que se alimentam de bactérias. Estes nematóides são benéficos na decomposição da matéria orgânica;
- Micófagos – grupos de nematóides que se alimentam de fungos, assim como os bacteriófagos também contribuem na decomposição da matéria orgânica;
- Fitoparasitas - grupo constituído pelos parasitas de plantas;
- Predadores – grupo de indivíduos que se alimentam de outros nematóides.

3.2.2.1. Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes da normalidade (Lilliefors) e de homogeneidade de variâncias (Bartlett). Nos tratamentos em que a diferença dos desvios caracterizava uma amostragem de distribuição não normal, foram utilizados os testes não-paramétricos Wilcoxon, para as análises com apenas duas unidades e o teste de Kruskal-Wallis para os dados com mais de uma amostra. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) versão 8.0, desenvolvido pela FUNARBE da UFV, Viçosa-MG. (Ribeiro Júnior, 2008).

3.2.3. RESULTADOS

Para o compartimento serapilheira ocorreu diferença significativa entre as áreas e épocas de coleta, exceto para micófitos que não foi significativo entre as épocas (Tabela 1). Para o compartimento solo, apenas micófitos e fitoparasitas não diferiram estatisticamente entre as épocas de coleta (Tabela 2). Ambos os compartimentos, serapilheira e solo, mostraram uma maior presença de bacteriófitos em todas as épocas de coleta e em menor número os predadores, fitoparasitas e micófitos (Tabela 3 e 4).

Foram encontrados 1689 nematóides, a grande maioria foi encontrada no compartimento serapilheira (1065 indivíduos) contra 624 encontrados no solo. Dentre estes o grupo trófico de bacteriófitos representou 66% do número total de nematóides avaliados neste estudo. Tanto na serapilheira como no solo, o segundo grupo em destaque foi predadores.

Em geral, a adubação proporcionou o aumento no número de bacteriófitos, fitoparasitas e predadores na serapilheira. Entretanto, no solo foi encontrado maior número de bacteriófitos na área sem adubo (Tabela 3 e 4).

Para serapilheira os dados revelaram maior média de bacteriófitos na área adubada em janeiro de 2008, que só diferiu significativamente em novembro de 2007, com maior média na área que recebeu adubo (Tabela 3).

Nas amostras de solo houve pequena variação dos grupos funcionais entre as épocas de coleta, com destaque para a maior presença de bacteriófitos (área sem adubo) e predadores em março de 2008, que só diferiu significativamente em

setembro de 2007 (Tabela 4). No geral, as menores médias para todos os grupos foram verificadas em setembro de 2007(Tabela 3 e 4).

Tabela 1. Tabela com o teste de Kruskal-Wallis ^(b) e Wilcoxon ^(a) para os efeitos área e época de coleta do compartimento serapilheira

	g.l.	Bacteriófago	Micófago	Fitoparasita	Predadores
AR ^(a)	1	1,10*	0,20*	0,26*	0,49*
EP ^(b)	6	12,73*	1,5 ^{ns}	0,01*	15,21*

AR – Área; EP – Época de coleta; ns – não significativo
*, **, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 2. Tabela com o teste de Kruskal-Wallis ^(b) e Wilcoxon ^(a) para os efeitos área e época de coleta do compartimento solo.

	g.l.	Bacteriófago	Micófago	Fitoparasita	Predadores
AR ^(a)	1	0,81*	1,09*	1,03*	0,55*
EP ^(b)	6	25,42*	0,90 ^{ns}	2,48 ^{ns}	20,27*

AR – Área; EP – Época de coleta; ns – não significativo
*, **, significativo a 5% e 1% , respectivamente.

Tabela 3. Média do número de nematóides, encontrados no compartimento serapilheira nas áreas adubada e não adubada durante o experimento.

	Nov/07				Jan/08				Mar/08			
	BA	MI	FT	PD	BA	MI	FT	PD	BA	MI	FT	PD
Aduada	11 ± 7 bB	8 ± 5 ^{ns} A	4 ± 2 bB	0 ± 0 bA	140 ± 41 aA	7 ± 4 A	21 ± 11 aA	35 ± 9 aA	80 ± 14 abA	5 ± 3 B	5 ± 4 abA	32 ± 8 aA
Não adubada	23 ± 9 ^{ns} A	10 ± 5 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	99 ± 52 B	2 ± 2 B	6 ± 2 B	37 ± 16 A	52 ± 10 B	13 ± 6 A	5 ± 2 A	25 ± 8 B
Média	17 b	9 a	2 a	0 b	120 a	4 a	13 a	38 a	66 a	9 a	5 a	28 a

BA: Bacteriófago; MI: micófago; FT: Fitoparasita; PD: Predadores. Nov/07: novembro de 2007, jan/07: janeiro de 2007 e mar/08: março de 2008. Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula (coluna), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Kruskal – Wallis a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Wilcoxon a 5%. ns – quando não há diferença significativa.

Tabela 4. Média do número de nematóides, encontrados no compartimento solo na área adubada e não adubada durante o experimento.

	Set/07				Nov/07				Jan/08				Mar/08			
	BA	MI	FT	PD	BA	MI	FT	PD	BA	MI	FT	PD	BA	MI	FT	PD
Adubada	10 ± 3 bA	2 ± 2 ^{ns} A	7 ± 4 ^{ns} A	1 ± 0 bA	20 ± 2 abB	3 ± 1 A	6 ± 3 A	5 ± 1 abA	16 ± 3 abA	2 ± 1 A	6 ± 2 A	4 ± 1 abA	36 ± 5 aB	3 ± 2 A	7 ± 5 A	8 ± 3 aA
Não adubada	4 ± 1 bB	1 ± 1 B	1 ± 0 B	1 ± 1 bA	25 ± 6 abA	1 ± 0 B	4 ± 1 B	5 ± 1 abA	17 ± 3 abA	2 ± 1 A	5 ± 2 A	3 ± 1 abA	54 ± 19 aA	1 ± 1 B	6 ± 2 B	8 ± 2 aA
Média	7 b	1 a	4 a	1 b	23 a	2 a	5 a	4 ab	17 b	2 a	7 a	5 a	45 a	2 a	7 a	8 a

BA: Bacteriófago; MI: Micófago; FT: Fitoparasita; PD: Predadores. Set/07: setembro de 2007; nov/07: novembro de 2007, jan/07: janeiro de 2007 e mar/08: março de 2008. Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula (coluna), entre as épocas de coleta, dentro de cada área, não diferem entre si pelo teste Kruskal – Wallis a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (coluna), entre as áreas, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Wilcoxon a 5%. ns – quando não há diferença significativa.

3.2.4. DISCUSSÃO

Tanto para o grupo de bacteriófagos, fitoparasitas e predadores, ocorreram diferenças significativas entre as áreas para o compartimento serapilheira. Entretanto, no solo ocorreram diferenças significativas, entre as áreas, para todos os grupos. O que mostra que a adubação favoreceu o crescimento no número de nematóides, principalmente bacteriófagos, fitoparasitas e predadores na serapilheira. Contudo, para o solo ocorreu pouca variação no número de nematóides avaliados. Dessa forma, o ideal seria um maior tempo de amostragem e/ou experimentos com diferentes espécies florestais.

Em cultivo de soja, no Japão, foi observado crescimento no número de indivíduos m^{-2} , após aplicação de adubos químicos, tanto em áreas que utilizam o sistema de plantio direto como em áreas de cultivo tradicional, mostrando o grau de sensibilidade desses indivíduos à aplicação de adubos químicos (Okada e Harada, 2007). Outros estudos já foram realizados avaliando os efeitos da elevação de CO_2 sobre a microfauna (Yeates, 2003) e sobre a comunidade de nematóides avaliando os efeitos da interação da elevação de CO_2 com a fertilização nitrogenada, sugerindo que a via de decomposição pode ser alterada, afetando a abundância e diversidade da nematofauna (Li et al., 2007).

Neste estudo, o maior número de bacteriófagos foi encontrado na serapilheira e no solo, no mês de janeiro de 2008 e março de 2008, respectivamente. Mostrando a importância da camada da serapilheira em manter

um clima favorável para a comunidade de bacteriófagos. Estes organismos de vida livre alimentam-se indistintamente de bactérias benéficas, saprofitas e patogênicas (Mattos et al., 2006; Chantanao & Jensen, 1969). Sua população elevada pode indicar alta atividade bacteriana relacionada ao N mineralizável do solo (Mattos et al., 2006). Populações elevadas de bacteriófagos também foram encontradas em solos que sofreram aplicação de compostos orgânicos, o que aumentou a densidade de plantas na área, consequência do aumento na qualidade da matéria orgânica (como exudados radiculares e/ou detritos) que foram aplicados no solo (Biederman et al., 2008).

Em geral, populações elevadas de bacteriófagos, de fitoparasitas e baixa abundância de predadores podem confirmar o tipo de exploração da área, ou seja, a presença de certos grupos tróficos pode mostrar qual é o tipo de exploração da área, foi o que ocorreu em estudos avaliando a comunidade de nematóides associada ao cultivo do meloeiro no Rio Grande do Norte (Torres et al., 2006). Contudo, nesta área experimental de plantio florestal, que se encontra em recuperação, observaram altos níveis populacionais de bacteriófagos seguidos de predadores, possivelmente devido ao fato da área não ser constantemente manejada.

Aumentos ocasionais de micófitos podem ocorrer no momento em que é realizada a adubação de cobertura, decorrente da maior acidez do solo devido ao uso de adubos minerais (Wasilewska, 1997; Goulart et al., 2003). Contudo, a área adubada desse experimento, mostrou mínimas diferenças significativas para micófitos, apenas em certas épocas de coleta. No solo em setembro, novembro de 2007 e março de 2008, na serapilheira apenas em janeiro de 2008.

Em relação à participação na cadeia alimentar, em geral, o papel dos invertebrados do solo inclui a decomposição e a ciclagem de nutrientes, além da herbivoria e mineralização de nutrientes (Neher et al., 2004). Participando os nematóides (como membro da microfauna), na regulação de bactérias e fungos, na alteração da ciclagem de nutrientes, podendo também através das interações com a microflora, afetar a estruturação do solo (Correia e Anadrade, 1999).

É evidente que o reflorestamento contribui para a recuperação de áreas degradadas, contudo, estudos realizados em ambientes de recuperação pós-mineração, mostraram que um período de 20 a 30 anos, representa um primeiro conjunto de medidas para recuperação desses solos, uma vez que alguns

nematóides típicos de ecossistemas florestais foram encontrados em baixa abundância e frequência ou estavam desaparecidos. Além disso, os resultados apontam que em um ambiente de sucessão natural, com diferentes espécies de árvores, ocorreu uma maior variação da nematofauna, mostrando que o seu desenvolvimento não foi limitado pelo plantio artificial (Hánel, 2008).

3.2.5. CONCLUSÃO

É possível concluir, que a nematofauna foi influenciada pelo uso da adubação química em plantios florestais, principalmente na serapilheira. Entre os grupos tróficos a maior abundância de bacteriófagos, mostra o predomínio da atividade microbiana, principalmente pelas bactérias, sobretudo no compartimento serapilheira, ambiente considerado favorável à atividade dos organismos que vivem no solo.

3.2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biedermen, L.A., Boutton, T.W., Whisenant, S.G. (2008) Nematode community development early in ecological restoration: The role of organic amendments *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2366-2374.
- Bongers, T., 1999. The maturity index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and Soil* 212:12–22.
- Chantanao, A. & Jensen, H.J. (1969) Saprozoic nematodes as carries and disseminators of plant pathogenic bacteria. *Journal of Nematology* 1: 216-218.
- Correia, M. E.F., Andrade, A.G. (1999) Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A., Camargo, F.A.O., (eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese. p. 197-225.
- Freckman, D.W. & Ettema, C.H. 1993. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture, Ecosystems and Environment* v. 45, p.239-261.
- Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A.C., Paulino, G.M., Franco, A.A. (2008) Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 32: 1521-1530.
- Goulart, A.M.C. & Ferraz, L.C.C.B. (2003) Comunidades de nematóides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade Trófica. *Nematologia Brasileira* 27: 123-128.
- Hánêl, L. (2008) Nematode assemblages indicate soil restoration on colliery spoils afforested by planting different tree species and by natural succession. *Applied Soil Ecology* 40: 86-99.

- Jenkins, W.R. (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48: 692p.
- King, K.L., Hutchinson, K.J., (2007) Pasture and grazing land: assessment of sustainability using invertebrate bioindicators. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47: 392-403.
- Li, Q., Liang, W., Jiang, Y., Shi, Y., Zhu, J., Neher, D.A. (2007) Effect of elevated CO₂ and fertilization on soil nematode abundance and diversity in a wheat field. *Applied Soil Ecology* 36:63-69.
- Mattos, J.K.A., Huang S.P. & Pimentel, C.M.M. (2006) Grupos tróficos da comunidade de nematóides do solo em oito sistemas de uso da terra nos Cerrados do Brasil Central. *Nematologia Brasileira* 30: 267-273.
- Neher, D.A., Campbell, C.L., 1994. Nematode communities and microbial biomass in soils with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1: 17–28.
- Neher, D.A., Weicht, T.R., Moorhead, D.L., Sinsabaugh, R.L. (2004) Elevated CO₂ alters functional attributes of nematode communities in forest soils. *Functional Ecology* 18: 584-591.
- Okada, H. & Harada, H. (2007) Effects of tillage and fertilizer on nematode communities in a Japanese soybean field. *Applied Soil Ecology* 35: 582-598.
- Procter, D.L.C. (1990) Global overview of the functional roles of soil-living nematodes in terrestrial communities and ecosystems. *Journal of Nematology* v.22, p.1-7.
- Ruiter, P.C., Nuetel, A.M., Moore, J. (2005) The balance between productivity and food web structure in soil ecosystems. In: Bardgett, R.D., Usher, M.B., Hopkins, D.W. (Eds.), *Biological Diversity and Function in Soils*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Ribeiro Júnior, J.I., de Melo A.L.P. (2008) Guia prático para utilização do SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Versão 8.0. Viçosa, MG:UFV.
- Torres, G.R.C., Pedrosa, E.M.R., Montenegro, A.A.A., Michereff, S.J., De Moura, R.M. (2006) Aspectos ecológicos de comunidade de nematóides associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. *Nematologia Brasileira* 30:1-9.
- Wasilewska, L. (1997) Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil-inhabiting nematodes. *Russian Journal of Nematology* 5: 113-126.
- Yeates, G. W., Bongers, T., de Goede, R.G.M., Freckman, D.W., Georgieva, S.S. (1993). Feeding habits in nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25: 315-331.
- Yeates, G.W., 2003. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology Fertility Soils* 37:199–210.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

De um modo geral, a comunidade edáfica sofreu maiores alterações na serapilheira, aumentando a quantidade de organismos do solo, após o uso da adubação química. No compartimento solo, a comunidade edáfica não demonstrou ser afetada pela adubação, durante o período do experimento. Entre os grupos funcionais, da meso e macrofauna, os saprófagos (principalmente Isopoda) predominaram na serapilheira, e no solo ocorreu o predomínio da família Formicidae. A análise da nematofauna mostrou o crescimento do número de nematóides, principalmente bacteriófagos, na serapilheira. Contudo, a nematofauna mostrou ser mais responsiva do que a fauna, na avaliação sobre o uso da adubação química de cobertura em plantios florestais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J.D. & Ingram, J.S.I. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2 ed. Wallingford, *CAB International*, 171p.
- Assad, M.L.L. (1997) Fauna do solo. In Vargas, M.A.T., Hungria, M. (eds.) *Biologia do solos do Cerrados*. Planaltina, Embrapa – CPAC, p. 363-443
- Barbosa, L.M., Mantovani, W. (2000) Degradação ambiental: conceituação e bases para o reflorestamento vegetal. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas. São Sebastião, SP, documentos ambientais, SP:SMA, p. 33-38.
- Bataglia, O.C., Furlani, A.M.C., Teixeira, J.P.F., Furlani, P.R. & Gallo, J.R. (1983) Métodos de análise química de plantas. Instituto Agrônomo, Campinas - SP, 48p. (Boletim Técnico, 78).
- Beduschi, L.E.C. (2003) Redes sociais em projetos de recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo. Dissertação (mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, ESALQ – USP, Piracicaba, SP. 157p.
- Biedermen, L.A., Boutton, T.W., Whisenant, S.G. (2008) Nematode community development early in ecological restoration: The role of organic amendments *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2366-2374.
- Bongers, T., 1999. The maturity index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and Soil* 212:12–22.
- Braga, J. M.; Defelipo, B. V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *R. Ceres*, Viçosa, 21: 73-85.
- Brown, G.G., Römcke, J., Höfer, H., Verhaagh, M., Sautter, K.D. & Santana, L.Q., (2006). Biodiversity and function of soil animals in Brazilian agroforestry systems. In: Gama-Rodrigues, A.C., Barros, N.F., Gama-Rodrigues, E.F.,

- Freitas, M.S.M., Viana, A.P., Jasmin, J.M., Marciano, C.R., Carneiro, J.G.A. (Eds.) Sistema Agroflorestais: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes, RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. P. 217 - 242.
- Brussaard, L., Kuyper, T.W., Didden, W.A.M., de Goede, R.G.M., Bloem, J. (2004) Biological soil quality from biomass to biodiversity importance and resilience to management stress and disturbance. In: Schionning, P., Elmholt, B.T., Christensen (Eds.) *Managing soil quality. Challenges in Modern Agriculture*, CAB International: Wallingford, p. 139-161.
- Brussaard, L. Pulleman, M.M., Ouédraogo, É., Mando A., Six J. (2007) Soil fauna and soil function in the fabric of the food web. *Pedobiologia* 50: 447-462.
- Caldeira, M.V.W., Da Silva, E.M.R., Franco, A.A., Zanon, M.L.B. (1997) Crescimento de leguminosas arbóreas em respostas a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.7, n.1, p. 1-10.
- Campos, J.C. & Landgraf, P.R.C. (2001) Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 11, n. 2: 143-151.
- Chantanao, A. & Jensen, H.J. (1969) Saprozoic nematodes as carries and disseminators of plant pathogenic bacteria. *Journal of Nematology* 1: 216-218.
- Cole, L., Bruckland, S.M., Bardgett, R.D. (2005) Relating microarthropod community structure and diversity to soil fertility manipulations in temperate grassland. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1707-1717.
- Colinvaux, P. (1996) Ecology. New York, John Wiley and Sons Inc., 725p.
- Connell, J.H. (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Correia, M.E.F. (2000) Tópicos em fauna do solo. *Embrapa agrobiologia – CNPAB*
- Correia, M. E.F., Andrade, A.G. (1999) Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A., Camargo, F.A.O., (eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese. p. 197-225.
- Correia, M. E.F., Andrade, A.G. (2008) Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A., Da Silva, L.S., Canellas L.P., Camargo, F.A.O., (eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metropole. p. 137-154.
- Correia, M.E.F., Pinheiro, L.B.A. (1999) Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica, Seropédica (R.J.). Circular interna número 3 – Embrapa Agrobiologia. 18p.

- Costa, G.S. (2002) Decomposição da serapilheira em florestas plantadas e fragmentos da Mata Atlântica na região Norte Fluminense. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 113p.
- Craven, D., Braden, D., Ashton, M.S., Berlyn, G.P., Wishnie, M., Dent, D. (2007) Between and within-site comparisons of structural and physiological characteristics and foliar nutrient content of 14 tree species at a wet, fertile site and a dry, infertile site in Panama. *Forest Ecology and Management* 238:335-346.
- Dagang, A.B.K. & P.K.R. Nair. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems*, 59: 149-155.
- Defelipo, B.V. & Ribeiro, A.C. (1981) Análise química do solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 17p. (Boletim de Extensão, 29).
- Descheemaeker, K., Muys, B., Nyssen, J., Poesen, J., Raes, D., Haile, M., Deckers, J. (2006) Litter production and organic matter accumulation in exclosures of the Trigray highlands, Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 233:21-35.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (1979) Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 412p.
- Faria, S.M. (2002) Obtenção de estirpes de rizóbio eficientes na fixação de nitrogênio para espécies florestais (aproximação 2001). Documento número 134 - Embrapa Agrobiologia - Seropédica, RJ. 22p.
- Förster, B., Muroya, K., Garcia, M. (2006) Plant growth and microbial activity in a tropical soil amended with faecal pellets from millipedes and woodlice. *Pedobiologia* 50: 281-290.
- Franco, A.A., E.F. Campello, E.M.R. Silva, S.M. Faria. (1992) Revegetação de solos degradados. Embrapa Agrobiologia, Seropédica. 11 p. (Comunicado Técnico 9).
- Freckman, D.W. & Ettema, C.H. 1993. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture, Ecosystems and Environment* v. 45, p.239-261.
- Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A.C. Paulino, G.M., Franco, A.A. (2008) Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 32: 1521-1530.
- Geromini, M.P. (2004) Análise Quali-quantitativa do balanço de carbono em empresa do setor florestal destinada à produção de molduras. Universidade

Regional de Blumenau - Centro de Ciências Tecnológicas – Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental.

- Gonçalves, J.L.M., Stape, J.L., Benedetti, V. et. Al. (2000) Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo, em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (Eds.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 1-57.
- Goulart, A.M.C. & Ferraz, L.C.C.B. (2003) Comunidades de nematóides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade Trófica. *Nematologia Brasileira* 27: 123-128.
- Hánêl, L. (2008) Nematode assemblages indicate soil restoration on colliery spoils afforested by planting different tree species and by natural succession. *Applied Soil Ecology* 40: 86-99.
- Hendges, M.R., Acosta, J.A., Girraca, E.M.N., Antonioli, Z.I. (2000) - Fauna do solo em três áreas distintas no campus da UFSM Santa Maria, RS: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2000/411.pdf> em 20/01/2009 página mantida pelo FERTBIO.
- Huhta, V. (2006) The role of soil fauna in ecosystems: A historical review. *Pedobiologia* 50: 489-495
- Jenkins, W.R. (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48: 692p.
- King, K.L., Hutchinson, K.J., (2007) Pasture and grazing land: assessment of sustainability using invertebrate bioindicators. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47: 392-403.
- Lal, R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123:1-22.
- Lavelle, P. (1996) Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biol. Intern.*, 33:3-16.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A.V. & Martin, S. (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Madison, SSSA (Special Publication, 29).
- Lavelle, P., Chauvel, A., Fragoso, C. (1995) Faunal activity in acid soils. *Plant Soil Interactions at Low pH*. p. 201-211.
- Lavelle, P., Decaëns T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., Rossi, J.P. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42: S3-S15.
- Leroy, Ben L.M.M., Bommele, L., Reheu, D., Monees M., De Neve, S. (2007) The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to

- cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield. *European Journal of Soil Biology* 43: 91-100.
- Li, Q., Liang, W., Jiang, Y., Shi, Y., Zhu, J., Neher, D.A. (2007) Effect of elevated CO₂ and fertilization on soil nematode abundance and diversity in a wheat field. *Applied Soil Ecology* 36:63-69.
- Machado, R.L., Campello, E.F.C., De Resende, A.S. Menezes, C.E.G., Souza, M.C., Franco, A.A. (2006) - Revegetação de voçorocas com leguminosas arbóreas: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes> em 15/08/2007 página mantida pela Embrapa Publicações.
- Manhães, C.M.C. (2008) Meso e macrofauna do solo e da serapilheira de diferentes coberturas vegetais no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Monografia em Agronomia - Campos dos Goytacazes-RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 37 p.
- Mattos, J.K.A., Huang S.P. & Pimentel, C.M.M. (2006) Grupos tróficos da comunidade de nematóides do solo em oito sistemas de uso da terra nos Cerrados do Brasil Central. *Nematologia Brasileira* 30: 267-273.
- Medianero, E., Castaño-Meneses, G., Tishechkin, A., Basset, Y., Barrios, H., Odegaard, F., Cline, A.R., Bail, J. (2007) Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest. *Pedobiologia* 51:131-145.
- Merlim, A.O. (2005) Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Piracicaba, SP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ – USP, 103p.
- Moço, M.K.S, Gama-Rodrigues E.F, Gama-Rodrigues A.C, Correia M.E.F (2005) Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira Ciência do Solo* 29:555–564.
- Moço, M.K.S., Gama-Rodrigues, E.F., Gama-Rodrigues, A.C. Machado, R.C.R., Baligar, V.C. (2008) Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Agroforest System*. doi: 10.1007/s10457-008-9178-6
- Montagnini, F. & Nair, P.K.R. (2004) Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61: 281-295.
- Montagnini, E. M., Sancho, F. (1990) Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Central America. *Ambio*. v.19, p.386-390.
- Neher, D.A., Campbell, C.L. (1994) Nematode communities and microbial biomass in soils with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1: 17–28.

- Neher, D.A., Weicht, T.R., Moorhead, D.L., Sinsabaugh, R.L. (2004) Elevated CO₂ alters functional attributes of nematode communities in forest soils. *Functional Ecology* 18: 584-591.
- Odum, E.P. (1983) *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.
- Okada, H. & Harada, H. (2007) Effects of tillage and fertilizer on nematode communities in a Japanese soybean field. *Applied Soil Ecology* 35: 582-598.
- Parfitt, R.L., Yeates G.W., Ross, D.J., Mackay, A.D., Budding, P.J. (2005) Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Applied Soil Ecology* 28: 1-13.
- Pellens R, Garay I (2000) Edaphic macroarthropod communities in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* former hill maid (Myrtaceae) and *AOCFia mangium* wild (Leguminosae) in Brazil. *European Journal Soil Biology* 35:77-89.
- Procter, D.L.C. (1990) Global overview of the functional roles of soil-living nematodes in terrestrial communities and ecosystems. *Journal of Nematology* v.22, p.1-7.
- Rivera, R.N.C., Duarte, S.N., De Miranda, J.H., Botrel, A.T. (2006) Modelagem da dinâmica do potássio no solo sob irrigação por gotejamento: validação do modelo. *Eng. agríc.*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.388-394.
- Roy, V., Demanche, C., Livet, A., Harry, M. (2006) Genetic differentiation in the soil-feeding termite *Cubitermes* sp. *affinis subarquatus*: occurrence of cryptic species revealed by nuclear and mitochondrial markers. *BMC Evolutionary Biology* 6:102
- Ruiter, P.C., Nuetel, A.M., Moore, J. (2005) The balance between productivity and food web structure in soil ecosystems. In: Bardgett, R.D., Usher, M.B., Hopkins, D.W. (Eds.), *Biological Diversity and Function in Soils*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Silva R.R, Silvestre R (2004) Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. *Papeis Avulsos Zoologia* 44:1-11
- Ribeiro Júnior, J.I., de Melo A.L.P. (2008) Guia prático para utilização do SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Versão 8.0. Viçosa, MG:UFV.
- SOS Mata Atlântica: www.sosmataatlantica.org.br em 15/08/2007 página mantida pelo SOS Mata Atlântica.
- Swift, M.J., Heal, O.W.; Anderson, J.M. (eds.) (1979) The decomposer organisms. In: Decomposition. In: Cadish, G. Giller, K.E. (eds.) *Driven by nature: Plant litter quality and decomposition*. 1 ed. Cambridge: CAB International. p. 107-124.

- Torres, G.R.C., Pedrosa, E.M.R., Montenegro, A.A.A., Michereff, S.J., De Moura, R.M. (2006) Aspectos ecológicos de comunidade de nematóides associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. *Nematologia Brasileira* 30:1-9.
- Van Soest, P. & Wine, R.H. (1968) Development of soil a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, Madison, 51:780-785.
- Vohland, K., Schroth, G. (1999) Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in central Amazonia as affected by plant species and management. *Applied Soil Ecology* 13: 57-68.
- Walker, D. (1989) Diversity and stability. In: Cherrett, J.M., ed. *Ecological concepts*. Oxford, Blackwell Scientific Public, p. 115-146.
- Wardle, D.A (1995) Impacts of disturbance on detritus food webs in agriculture-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26:105-182.
- Wasilewska, L. (1997) Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil-inhabiting nematodes. *Russian Journal of Nematology* 5: 113-126.
- Wolters, V. (2001). Biodiversity of soil animal and its function. *European Journal of Soil Biololy* 37:221-227.
- Yang, X., Warren, W., Zou, X. (2007) Fertilization responses of soil litter fauna and litter quantity, quality, and turnover in low and high elevation forests of Puerto Rico. *Applied Soil Ecology* 37: 63-71.
- Yeates, G.W., 2003. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology Fertility Soils* 37:199–210.
- Yeates, G. W., Bongers, T., de Goede, R.G.M., Freckman, D.W., Georgieva, S.S. (1993). Feeding habits in nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25: 315-331.