

Fauna do solo em sistemas de manejo com café

Soil faunal in management systems with coffee

Joedna Silva¹, Ivo Jucksch², Chrystian Iezid Maia e Almeida Feres¹ e Rodrigo de Castro Tavares^{1*}

¹Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil.

²Departamento de Solos; Universidade Federal de Viçosa; 36571-000, Viçosa - MG - Brasil.

ABSTRACT

With this research it was objectified to evaluate the abundance and equity of the macro and mesofaunal of the alone front to the type of agricultural handling in areas of plantation of coffee under three types of handling: conventional system-CONV, agroecological-AGRO, agroforestry-SAF evaluated in two collection periods. For the evaluation of macro and soil mesofaunal hypogaic were collected soil blocks of 20 x 20x 10 cm, being collected, first, the whole plant residue on the soil surface. Soil and litter were placed in Berlese funnels for seven days, and the pitfalls remained in the field for 72 hours. Measured to the abundance, richness, diversity of soil animals and functional groups. Finally, one concludes that the times of collection influence the abundance of wild life and diversity of groups; the collected groups of the faunal collected are present in all management systems with coffee, the exception of the parasitoids group; in traps pitfall total wealth groups is higher in relation to soil-litter compartments, the family Formicidae and microphage are the dominant in agroecosystems evaluated.

Key-words: Diversity, pitfall, functional groups, litter

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta, sendo a fauna do solo um importante componente dessa diversidade. Apesar de ser, na sua maior parte, “invisível”, por estar dentro do solo ou da serrapilheira, esta fauna gera importantes serviços ambientais, que são pouco reconhecidos e valorizados (Melo et al., 2009). Muitos artrópodes do solo, como Collembola, Isopoda e Diplopoda, por exemplo, apresentam um modo de vida sedentário e, portanto, refletem a condição edáfica de um habitat melhor do que organismos com uma alta capacidade de dispersão, tais como os insetos voadores (Van Straalen, 1997).

Ao observarmos um volume de solo, a primeira impressão é que quase não existe vida naquele conjunto de partículas, organizadas segundo estruturas que formam agregados de diferentes tamanhos. Inicialmente, verificamos uma quantidade variável de raízes, e alguns pequenos animais que são visíveis a olho nu, assim, o solo pode nos parecer uma massa inerte. Mas, nesse

volume existe uma população grande e diversificada de organismos vivos, de vários tamanhos, desde bactérias com cerca de $1\mu\text{m}^3$ até insetos e vermes anelados com diâmetro superior a 1mm. Bactérias, fungos e protozoários povoam o solo com milhões, bilhões de indivíduos por decímetro cúbico e exercem um papel fundamental na decomposição de restos orgânicos e na formação de compostos organominerais. Essa comunidade variada, quati e qualitativamente, está relacionada com diversos processos pedológicos que marcam a evolução do solo (Lopes Assadet et al., 1997).

Os artrópodes, que incluem os insetos e outros grupos próximos, como as aranhas, ácaros, outros aracnídeos, crustáceos, centopéias e diplópodes, são as formas de vida dominantes no planeta Terra. Estes seres vivos, nomeados por Wilson (1987) de “... as pequenas coisas que dirigem o mundo” desempenham um papel de primordial importância nos ecossistemas.

Por exemplo, os decompositores (ácaros, diplópodes, colêmbolos, crustáceos terrestres, e

Author for correspondence: rocatavares@yahoo.com.br

alguns grupos de insetos) consomem quantidades significativas de partes de plantas mortas, excrementos e carcaças, desempenhando um papel importante na reciclagem de nutrientes. Os predadores (centopéias, aranhas, pseudoescorpiões, opiliões, ácaros e vários grupos de insetos como os carabídeos, estafilínídeos, larvas de crisopas, formigas, vespas parasíticas) e os fitófagos (ácaros, vários grupos de insetos como os gafanhotos, grilos, tripes, percevejos, cigarrinhas, afídeos, borboletas, mariposas e alguns grupos de escaravelhos) têm um papel fundamental nas cadeias tróficas terrestres, alimentando-se, respectivamente, de uma grande quantidade de outros artrópodes e de plantas. Por sua vez, todos estes grupos, em maior ou menor escala, integram as cadeias alimentares de numerosos grupos de vertebrados (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e até de algumas plantas, designadas genericamente por carnívoras ou insetívoras.

Trabalhos realizados na Amazônia têm demonstrado a importância de se manter a diversidade da fauna edáfica para que se tenha uma boa estrutura e fertilidade, já que mesmo os grupos importantes, como as minhocas, quando não estão associados a vários outros organismos, podem causar problemas à estrutura e ao funcionamento do solo, inclusive causando a compactação superficial e impedindo a circulação de ar e água (Tapia Coral, 2004). Segundo Lavelle (1997) os coprólitos de algumas espécies são circundados por uma fina camada de argila e matéria orgânica, o que pode levar à redução da aeração e da atividade microbiana. Daí a necessidade da interação de diversos grupos da fauna, que podem, por exemplo, retrabalhar os coprólitos, a formiga é um exemplo de um animal descompactante.

Diante do exposto, com esse trabalho objetivou-se avaliar a fauna edáfica quanto à função e diversidade em sistemas de uso do solo em cafezais da Zona da Mata de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em propriedades de agricultores familiares e comerciais, localizadas no município de Araponga, Zona da Mata, sudeste de Minas Gerais, dentro da microrregião de Viçosa. O clima da região é do tipo Cwb, ou seja, tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, a temperatura média mensal oscila entre 20

e 22 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.200 mm (Meira Neto, 2002).

Os tipos de solo encontrados na região são o Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico, Cambissolos e Litossolos (Embrapa, 2006). No município de Araponga, a situação fundiária é bem característica da região, prevalecendo pequenas propriedades que se desenvolvem em sua maioria, na produção familiar de subsistência. Os excedentes da produção são comercializáveis e há a produção de milho, feijão, café, banana entre outros. O uso do solo é também característico da região, sendo principalmente utilizado para a cultura de café e pastagem. De acordo com a contagem da população Araponguense realizado pelo IBGE no ano de 2010, o município possui 8.152 habitantes distribuídos nos seus 309 km².

Os agroecossistemas e sistemas naturais estudados encontram-se em propriedades rurais, constituindo-se de:

1 - Um sistema convencional (SC) de café (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí, na propriedade do Paulo Fernando Santana, onde se mantêm cultivo de café solteiro (a pleno sol) com uso de fertilizantes e agrotóxicos;

2 - Um sistema de manejo agroecológico (AGRO) – cultivo de café solteiro a pleno sol com o surgimento e manutenção de vegetação espontânea, sem uso de agrotóxicos; tendo como proprietário o agricultor familiar Samuel Lopes;

3 - Um sistema agroflorestal (SAF) – cultivo de café consorciado com árvores frutíferas ou não, com surgimento e manutenção de vegetação espontânea, sem uso de agrotóxicos, onde se encontra mais frequentemente o Ingazeiro (*Inga* sp.), o Abacateiro (*Persea* sp.) e a Bananeira (*Musa* sp.), consorciadas ao café na mesma propriedade do Samuel Lopes;

Uma mata nativa próxima a cada propriedade rural descrita anteriormente.

A coleta de solo foi efetuada na camada de 0 - 10 cm, sendo que as coletas da fauna hipogéica e epigéica foram realizadas em dois períodos do ano – seco (Junho – Setembro) período de dias curtos, baixa precipitação e temperatura, enquanto o segundo - chuvoso (Dezembro – Março), período de dias longos, elevada precipitação e temperatura. Segue abaixo um breve histórico de uso do solo e locais de manejo selecionados nos diferentes agroecossistemas localizados no município de Araponga - MG.

Agricultor Samuel - (S20°42'296" W42°31'085" e S 20°41'939" W42°31'783"). Há 12 anos realizou-se uma queima de um fragmento de mata e plantou milho e feijão e sempre realizou-se a queima e roçagem da área antes do plantio. **Tipo de Solo:** Latossolo Vermelho-Amarelo A moderado/proeminente, em relevo forte-ondulado e exposição solar face oeste. São 3.500 pés de café, destes 1.000 pés são de café (*Coffea arabica* L.), var. Catuaí sob sistema agroecológico. **Idade da plantação** = 20 anos. **Espaçamento do café** - 3,0 x 2,0 m. Utiliza-se esterco bovino, cama de galinha, torta de mamona e a serrapilheira coletada da reserva de mata como cobertura do solo e fonte de matéria orgânica e nutrientes; realiza roçada de duas a três vezes ao ano. Os outros 2.500 pés são de café (*Coffea arabica* L.) var. Catuaí sob sistema agroflorestal (SAF). **Espaçamento do café** - 3,0 x 2,0 m. As espécies que compõem o SAF atualmente são: ingá (*Inga sp.*), bananeira (*Musa sp. L.*), araticum (*Annona crassiflora*), capoeira-branca (*Solanum argenteum*), mamona (*Ricinus communis* L.), fedegoso (*Senna macranthera*). O plantio de café e árvores (SAF) foram introduzidos há oito anos. Utiliza esterco bovino, cama de calinha, torta de mamona e a serrapilheira coletada da reserva de mata e realiza roçada duas a três vezes ao ano.

Produtor Paulo - (S 20°40'974" W 42°31'403"). Uso anterior -área de mata primária que foi desmatada para a introdução de pastagem. A propriedade rural possui 42.941 ha e 84.949 mil plantas de café (*Coffea arabica* L.) var. Catuaí espaçadas de 2,5 x 1 m, com 22 anos de idade. **Tipo de Solo:** Latossolo Vermelho. **Espaçamento do café** - 3,0 x 1,0 m. Faz-se uso de adubação mineral duas vezes/ano (20-0-20), 180g por cova e realiza-se correção do solo uma vez por ano. Há também o uso de calda Viçosa e herbicida antes da colheita.

O bloco de solo e a serrapilheira foram separadamente armazenados em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente levados ao laboratório de Resíduos e Matéria Orgânica da Universidade Federal de Viçosa, para proceder à extração dos invertebrados edáficos. Primeiramente realizou-se a extração manual dos Oligochaetas presentes nas amostras de solo e posteriormente o solo e a serrapilheira foram separadamente colocados em funis de Berlese-Tüllgreen e mantidos sob luz de 40 W

incandescente e calor em que permaneceram acesas ininterruptamente por sete dias. Na parte inferior do funil (mais fina) foram colocados sacos plásticos com álcool 70 %. No laboratório com o auxílio de lupa binocular com capacidade de aumento de 40 x os organismos da meso e da macrofauna foram separados em grandes grupos taxonômicos e contados.

Para a coleta da meso e macrofauna edáfica epigéica, foram instaladas armadilhas do tipo *pitfall* (Moldenke, 1994) próximo ao ponto onde foi retirado o bloco de solo, totalizando cinco armadilhas para cada sistema de manejo.

Os *pitfalls* constituíam-se de frascos plásticos de sete centímetros de diâmetro e nove centímetros de altura. Estes foram enterrados em buracos até a borda sendo utilizada uma escavadeira manual e o espaço existente entre o solo e os frascos foi preenchido com o solo removido. Adicionou-se até cerca de um terço de seu volume com uma solução de sal, água e detergente. As armadilhas permaneceram no campo por 72 horas, após esse período procedeu-se a triagem e identificação dos invertebrados presentes.

Na avaliação do comportamento ecológico da fauna, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância), sendo a riqueza de organismos, índices de diversidade de Shannon (*H*) (Magurran, 1988) e de equitabilidade de Pielou (*e*) (Begon et al., 1996). Na discussão dos dados, utilizou-se o termo "grupo" para identificar os invertebrados.

Foram feitas análises de variância para verificar as diferenças dos índices de biodiversidade entre os tipos de manejo (tratamentos) e, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de significância de 10 % de probabilidade, para verificar as diferenças entre os tipos de manejo e entre as épocas de coleta (seca e chuvosa). Os dados correspondentes ao número de indivíduos por m² e o número de indivíduos por armadilha por dia foram transformados em log (x). Os compartimentos solo e serrapilheira foram analisados em separado, nas duas épocas de coleta. Para as análises estatísticas foi usado o programa ProcMixed do programa SAS 8.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo (Janeiro/2008 a abril/2009), verificou-se uma precipitação anual de 1.500 mm, com totais mensais variando de 3,89 mm (maio/08) a 442,75 mm (dezembro/08). Para o

presente estudo, o inverno compreende os meses mais frios e secos do ano (maio a julho) e o verão o período com mais chuvas, portanto, de novembro a março. A temperatura máxima média variou de 26,2 °C (outubro) como máxima e 11,8 °C (junho) como mínima. Em 2009, até abril, verificou-se uma precipitação média de 199,2 mm com totais mensais variando de 103,25 mm (abril) a 249,25 (março). A temperatura média variou de 24 a 28 °C (fevereiro) como máxima e 14,77 °C (janeiro) como mínima (Figura 1).

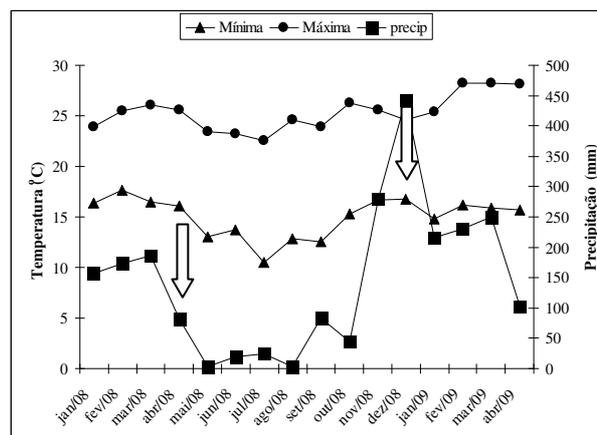


Figura 1-Totais mensais da precipitação (precip) pluvial e temperatura mensal máxima e mínima (°C) médias registradas no município de Araçuaia-MG, no período de janeiro/08 a abril/09. As setas indicam os meses em que foram realizadas as amostragens em campo

Na Tabela 1, encontram-se as plantas espontâneas de maior ocorrência nas áreas e a respectiva porcentagem de cobertura nas diferentes épocas de coleta e nos agroecossistemas estudados.

Tabela 1. Porcentagem de cobertura vegetal dos ambientes avaliados, nas diferentes épocas do ano

| Sistemas de Manejo | Épocas de Coleta | Cobertura Vegetal (%) |
|--------------------|------------------|---|
| CONV MATA | Seca | 78 % de cobertura (folhas de café) |
| | Chuvosa | 100 % de cobertura (folhas de café + brotos germinados de café). |
| AGRO | Seca | 100 % de cobertura morta e viva variada. |
| | Chuvosa | 100 % de cobertura morta e viva variada. |
| SAF | Seca | 100 % de cobertura (folhas de café + trapoeraba viva e morta + picão preto). |
| | Chuvosa | 100 % de cobertura (folhas de café + trapoeraba viva e morta com flores + capim amargoso + marmelada + capim gordura). |
| SAF | Seca | 94 % de cobertura (folhas de café + folhas de abacate + folhas de bananeira + inhame + serralha + amendoim forrageiro + capicoba) |
| | Chuvosa | 100 % de cobertura (folhas de café + trapoeraba viva e morta + brotos de café em emergência + folhas de abacate). |

Trapoeraba (*Commelina erecta*), capim amargoso (*Elionurus candidus*), capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), serralha (*Sonchus oleraceus*), capicoba (*Polygonum persicaria*), capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), abacateiro (*Persea* sp.), bananeira (*Musa* sp.) e inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

Na propriedade do Sr. Paulo (CONV), apenas as folhas de café e alguns brotos foram encontrados cobrindo o solo. O que se percebeu foi a ausência da camada H; assim, as folhas fragmentadas da camada F foram encontradas diretamente sobre o solo (Correia e Andrade, 2008). No sistema AGRO obteve-se 100 % de cobertura vegetal, com diferentes plantas espontâneas compondo o

ambiente. Quanto ao SAF, as folhas de café, abacate, bananeira, plantas de inhame, serralha, amendoim forrageiro e capicoba mantêm a cobertura do solo do Sr. Samuel durante todo o ano agrícola, podendo encontrar uma serrapilheira bastante espessa.

Segundo Correia e Andrade (1999), quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a

heterogeneidade da serrapilheira, que apresentará maior diversidade das comunidades da fauna. O que também gera um micro habitat e consequentemente a colonização de várias espécies da fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência (Moço et al., 2005). Além de ocorrer maior disponibilidade de alimento, menor amplitude térmica e melhores condições químicas e microbiológicas do solo para a sobrevivência de um maior número de invertebrados do solo. Com relação às épocas de coleta, a porcentagem de cobertura não apresentou diferença expressiva, sendo, porém, reduzida no período mais seco.

O número de indivíduos por m^2 constatado nas propriedades Samuel-Paulo (Tabela 2), entre épocas, apresentou diferença para os sistemas

MATA, AGRO e SAF. Entretanto, Moço et al., (2005) estudaram a fauna do solo e não verificaram diferença entre épocas nas diferentes coberturas vegetais na Região Norte Fluminense, à exceção da capoeira. Entre sistemas, no período seco, o sistema AGRO apresentou o maior número de indivíduos por m^2 , com 1.130 indm^{-2} . Na época chuvosa não houve diferença entre os sistemas. É nesta época seca onde a umidade do solo está mais alta contribuindo para que ocorra aumento na riqueza de grupos, que em termos de cadeia alimentar e biodiversidade aumentam a funcionalidade dos agroecossistemas. Nas áreas Samuel-Paulo, não foi verificada diferença de riqueza de grupos entre as épocas avaliadas e nem entre os sistemas.

Tabela 2. Número de indivíduos por m^2 , riqueza total de grupos, índice de Shannon (H) e índice de Pielou (e) da comunidade de fauna invertebrada coletada na serrapilheira, nos sistemas de manejo de cafezais em duas épocas do ano.

| | Épocas de Coleta | Sistemas de Manejo | | | |
|---------------|------------------|--------------------|----------|-------------|----------|
| | | CONV Paulo | MATA | AGRO Samuel | SAF |
| Ind. m^{-2} | Seca | 225,00Aab | 193,75Bb | 1.130,00Ba | 212,50Bb |
| | Chuvosa | 380,00Aa | 495,00Aa | 530,00Aa | 655,00Aa |
| Riqueza | Seca | 4,80Aa | 4,50Aa | 6,20Aa | 3,75Aa |
| | Chuvosa | 6,20Aa | 6,80Aa | 7,80Aa | 6,00Aa |
| H | Seca | 2,06Aa | 1,92Aa | 1,87Aa | 1,77Aa |
| | Chuvosa | 2,25Aa | 2,27Aa | 2,38Aa | 1,96Aa |
| e | Seca | 0,92Aa | 0,89Aa | 0,77Aa | 0,95Ba |
| | Chuvosa | 0,87Aa | 0,86Aa | 0,81Aa | 0,82Aa |

CONV = convencional, AGRO = agroecológico; SAF = sistema agroflorestal. As letras minúsculas iguais indicam que comparações entre sistemas de manejo, não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 10 %. As mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferença entre épocas, dentro de cada característica ecológica, pelo teste de Tukey a 10 % ($p < 0,10$).

Com relação ao índice de Shannon, não foram verificadas diferenças entre as épocas do ano e também entre os sistemas de uso avaliados. O que se percebeu foi um aumento desses valores no período chuvoso. Para o índice de Pielou, o SAF diferiu estatisticamente entre as épocas, sendo menor no período chuvoso. Avaliando entre sistemas, na época seca, o sistema AGRO diferiu dos demais sistemas e apresentou o menor valor do índice de Pielou. Os resultados evidenciam que a alta densidade de fauna no AGRO pode ter reduzido a equabilidade, uma vez que, quanto maior a densidade de fauna do solo em determinado componente, maior será a chance de

algum grupo estar predominando, portanto reduzindo a equabilidade, já que a diversidade de espécies está associada a uma relação entre número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (Walker, 1989). Toledo (2003) estudando o aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição da serrapilheira em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral - RJ, atribuiu as variações observadas para os índices de Pielou e Shannon à influência exercida pela riqueza de grupos taxonômicos.

Já no período chuvoso, não se verificou diferença entre os sistemas avaliados. Moço et al., (2005)

encontraram na serrapilheira, o maior valor de e no plantio de eucalipto nas duas épocas de coleta (0,79 e 0,72) e explicou que pode ter sido devido esta cobertura apresentar menor valor de densidade de fauna com a pequena variação entre as duas épocas de coleta e da pequena variação da riqueza de fauna com a mudança de estação do ano. A maioria dos resultados encontrados para as variáveis: densidade de indivíduos (ind.m^{-2}), riqueza total de grupos, índice de Shannon e Pielou, no período chuvoso onde a temperatura e precipitação são maiores, indicam condições mais propícias ao desenvolvimento dos diferentes grupos de organismos edáficos, além do que, o aporte de resíduos orgânicos é superior quando comparado com o período seco, e consequentemente, ocorre uma melhor oferta de alimentos e micro habitats para os animais.

Entretanto, o mesmo não foi observado por Soares e Costa (2001) os quais pesquisaram a fauna do solo em áreas com *Eucalyptus sp.* e *Pinus elliottii*, e acreditam que as temperaturas baixas, que ocorreram no inverno, pouco influenciaram na fauna do solo, onde a variável estação do ano não apresentou uma diferença significativa na distribuição populacional.

Ao fazer uma avaliação do número de indivíduos por m^2 encontrados no solo, apenas a MATA não apresentou uma diferença entre as épocas de coleta (Tabela 3). Quando a análise é feita por sistemas dentro de uma mesma época, no período seco, o sistema AGRO apresentou a menor densidade de indivíduos por m^2 diferindo dos demais tratamentos. Na época chuvosa, a maior densidade de indivíduos foi encontrada no SAF, porém sem uma diferença significativa dos demais sistemas.

Tabela 3. Número de indivíduos por m^2 , riqueza total de grupos, índice de Shannon (H) e índice de Pielou (e) da comunidade de fauna invertebrada coletada no solo até 10 cm, nos sistemas de manejo de cafezais, em duas épocas do ano.

| | Época de Coleta | Sistemas de Manejo | | | |
|----------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|------------|
| | | CONV Paulo | MATA | AGRO | SAF Samuel |
| Ind. m^{-2} | Seca | 176,6Ba | 205,00Aa | 50,00Ba | 169,44Ba |
| | Chuvosa | 306,25Aa | 220,00Aa | 350,00Aa | 385,00Aa |
| Riqueza | Seca | 3,78Aa | 4,00Aa | 1,80Bb | 3,10Bab |
| | Chuvosa | 3,00Ab | 4,20Aab | 4,80Aab | 6,20Aa |
| H | Seca | 1,57Ba | 1,77Aa | 0,70Bb | 1,25Bab |
| | Chuvosa | 1,01Aa | 1,83Aa | 1,73Aa | 2,17Aa |
| e | Seca | 0,83Aa | 0,88Aa | 0,58Aa | 0,77Aa |
| | Chuvosa | 0,64Ab | 0,88Aa | 0,80Aab | 0,86Aa |

CONV = convencional, AGRO = agroecológico; SAF = sistema agroflorestal. As letras minúsculas iguais indicam que comparações entre sistemas de manejo, não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 10 %. As mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferença entre épocas, dentro de cada característica ecológica, pelo teste de Tukey a 10 % ($p < 0,10$).

De modo geral, foi encontrado na serrapilheira maior número de indivíduos da fauna quando comparado ao solo, principalmente no período chuvoso. A maior população da fauna na serrapilheira ocorreu provavelmente, porque este compartimento é mais rico em C e N lábil do que o solo. Mais que uma fonte de alimentação, a serrapilheira providência habitat apropriado para a maioria dos grupos de invertebrados do solo (Decaëns et al, 1998). A quantidade e qualidade da serrapilheira depositada sobre o solo resultam diretamente da estrutura e natureza da vegetação. A formação de uma camada de matéria orgânica e uma subsequente modificação do microclima

resulta em um aumento em biomassa, densidade, riqueza taxonômica e diversidade de espécimes.

Os sistemas AGRO e SAF diferiram entre as épocas, aumentando o número de grupos no período chuvoso. Entre os sistemas, na época seca, o AGRO foi o sistema com o menor número de grupos taxonômicos encontrados (cerca de 2 grupos). Já na época chuvosa, o sistema CONV foi o que obteve a menor riqueza total de grupos, porém sem diferir da MATA e do AGRO. Moço (2006) também caracterizou a densidade e diversidade da meso e macrofauna do solo e avaliou a sua relação com as características do ambiente edáfico em agroecossistemas de cacau

localizados no sul da Bahia, e verificou quanto à riqueza que as áreas cacau antigo com sombreamento definitivo de eritrina e cacau renovado cabruca mostraram as maiores médias de grupos no solo (11,5 grupos em fevereiro/2004). São valores bem superiores aos encontrados neste estudo, onde não ultrapassou 8,25 grupos no período chuvoso.

Para o índice de Shannon, apenas o sistema MATA não apresentou diferença entre épocas. No período seco, a MATA apresentou o maior H , não diferindo do CONV e este do SAF. Na época das chuvas, os sistemas mais conservacionistas aumentaram seus índices de Shannon e diferiram do CONV. Os valores para o índice de Pielou apresentou diferença entre as épocas estudadas, porém no período seco, a MATA apresentou o maior valor e o sistema AGRO o menor. Na época chuvosa (verão), o CONV (Paulo) obteve o menor índice de Pielou e diferiu dos demais sistemas.

Nas áreas avaliadas, para os espécimes capturados pelas armadilhas, também houve diferença entre as

épocas avaliadas, sendo superior o número de indivíduos por dia na época chuvosa (Tabela 4). A avaliação entre sistemas, no período seco, os valores de densidade de indivíduos foram inferiores a 20 ind/arm/dia, contudo, sem apresentar diferença entre os sistemas de manejo. Na época das chuvas, a quantidade de animais aumentou significativamente, sendo superior no sistema SAF com 444,40 ind/arm/dia capturados. Segundo Almeida et al., (1998) as armadilhas para insetos de solo ou de vôo baixo de solo são especialmente voltadas para insetos que caminham sobre o solo, por incapacidade de vôo ou por preferência de habitat. Isso inclui uma variedade de formas imaturas de insetos, como larvas de besouros e de dípteros, mas também adultos de insetos sem asas, como Collembola, Protura, Diplura, formigas, adultos com asas de alguns grupos, como Sciaridae e Phoridae (Diptera), além de outros artrópodes, como ácaros, aranhas, sínfilos, diplópodos, etc.

Tabela 4. Número de indivíduos por armadilha por dia (ind/arm/dia), riqueza de grupos taxonômicos, índice de diversidade de Shannon (H) e índice de diversidade de Pielou (e) da comunidade de fauna invertebrada coletada no *pitfall*, nos sistemas de manejo de cafezais, em duas épocas do ano.

| | | Sistemas de Manejo | | | |
|-------------|------------------|--------------------|---------|-------------|----------|
| | Épocas de Coleta | CONV Paulo | MATA | AGRO Samuel | SAF |
| Ind/arm/dia | Seca | 8,93Bb | 12,87Ba | 9,07Ba | 8,60Ba |
| | Chuvosa | 31,87Ac | 88,17Ab | 131,73Aab | 444,40Aa |
| Riqueza | Seca | 7,00Ba | 8,60Ba | 8,80Ba | 8,80Ba |
| | Chuvosa | 8,80Ab | 14,00Aa | 14,40Aa | 13,80Aa |
| H | Seca | 2,20Aa | 2,55Aa | 2,65Ba | 2,71Ba |
| | Chuvosa | 1,97Aa | 2,63Aa | 1,98Aa | 0,65Ab |
| e | Seca | 0,78Aa | 0,83Aa | 0,85Aa | 0,88Aa |
| | Chuvosa | 0,66Aa | 0,69Ba | 0,52Ba | 0,17Bb |

CONV = convencional, AGRO = agroecológico; SAF = sistema agroflorestal. As letras minúsculas iguais indicam que comparações entre sistemas de manejo, não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 10 %. As mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferença entre épocas, dentro de cada característica ecológica, pelo teste de Tukey a 10 % ($p < 0,10$).

Como as armadilhas de solo do tipo *pitfall* coletam principalmente as espécies com maior mobilidade no ambiente, uma época mais fria (inverno) pode explicar a menor abundância de animais. Também, a disponibilidade de alimentos para as espécies de consumidores foi menor nesta época, podendo afetar negativamente as populações dos grupos. No entanto, há ainda um terceiro fator, que para Wolda (1978) e Levings (1983) é preponderante, a fim de explicar diferenças na abundância de

insetos tropicais em diferentes épocas do ano. Esse fator é a umidade do solo, que também nesta época foi inferior (29 %) a época chuvosa (35 %) na média dos sistemas.

No que diz respeito à riqueza total de grupos epigéicos, foi verificada diferença entre épocas para todos os sistemas de manejo com café avaliados. Entre os sistemas, na época seca, não houve diferença. No período chuvoso, os sistemas conservacionistas foram superiores ao sistema

CONV. O sistema sob moldes convencionais, provavelmente, não vem fornecendo as mesmas condições para o estabelecimento de uma fauna similar àquela encontrada na mata, ele possui um dossel descontínuo que permite uma intensa irradiação solar, que causa provavelmente, uma elevada evaporação no solo.

Para os valores do índice de Shannon também avaliado, houve diferenças neste índice, entres as épocas para os sistemas AGRO e SAF, que reduziram seus valores no período chuvoso. No período seco, os sistemas não diferiram entre si. Na segunda época (chuvosa), apenas a MATA apresentou valor superior aos demais tipos de manejo. O índice de Pielou nos sistemas de manejo da propriedade Samuel apresentou diferença entre as épocas. Entre os sistemas no período chuvoso, o SAF apresentou o menor e , onde pelos resultados obtidos, a densidade de indivíduos parece influenciar de maneira mais acentuada este índice, do que a riqueza de grupos, pois a maior quantidade de animais capturados no sistema SAF aumentou a dominância de um determinado grupo, o grupo dos colêmbolas apresentou o maior número de indivíduos neste sistema.

Os animais da fauna edáfica foram divididos e classificados em grupos funcionais. Um grupo funcional é definido em relação às suas propriedades inerentes, tais como: morfologia, fisiologia e propriedades relacionadas aos recursos e interações entre espécie. Ao analisar a composição e a importância de determinados grupos funcionais da comunidade pode contribuir para a compreensão da capacidade reguladora da fauna do solo nos ecossistemas. (Correia e Oliveira, 2000).

Os grupos taxonômicos foram reunidos em nove grupos funcionais, conforme proposto por Costa (2002) a partir de características relativas ao uso do habitat à principal forma de utilização do recurso alimentar (Figura 2).

Todos os indivíduos do grupo Collembola foram considerados como sendo micrófagos, assim como os Hymenoptera, que não pertencem à família Formicidae, foram considerados como parasitoides. Além disso, optou-se por fazer uma distinção entre os dois principais grupos de insetos sociais (Formicidae e Isoptera), devido à grande diferença numérica de seus efetivos.

No período seco houve um predomínio do grupo Formicidae nos sistemas MATA e AGRO, no CONV houve uma maior porcentagem do grupo dos micrófagos, já no SAF ocorreu uma distribuição mais equilibrada entre grupos funcionais da fauna edáfica, com representações consideráveis dos grupos: saprófagos, holometabólicos, micrófagos e formicidae. A comunidade de fitófagos apresentou considerável porcentagem no sistema AGRO (20 % do total). Apesar de não representarem grande importância para a decomposição da serrapilheira, atuam indiretamente no sistema decompositor por fazerem parte da cadeia alimentar e por atuarem na aeração do solo e no transporte de microrganismos no solo (no caso dos Heteroptera). Os fitófagos alimentam-se da parte subterrânea das plantas, os que se alimentam de raízes são principalmente larvas de coleópteros, ninfas de cigarras e algumas larvas de moscas. Quanto à ausência do grupo dos parasitoides no CONV nas duas épocas de coleta, evidenciam que o uso de agrotóxicos para conter as pragas do café, pode estar acarretando a extinção destes e também pode estar relacionado ao seu hábito de locomoção, pois a maioria dos Hymenoptera possuem asas e passam boa parte do tempo em vôo, dificultando sua captura.

Os fungicidas em geral, por serem aplicados em doses maiores que inseticidas, tem efeito muito mais drástico na fauna edáfica (Fraser, 1994). Além disso, há que considerar os efeitos indiretos da aplicação. A redução da população de fungos leva também a uma redução das populações dos animais fungívoros e de seus potenciais predadores.

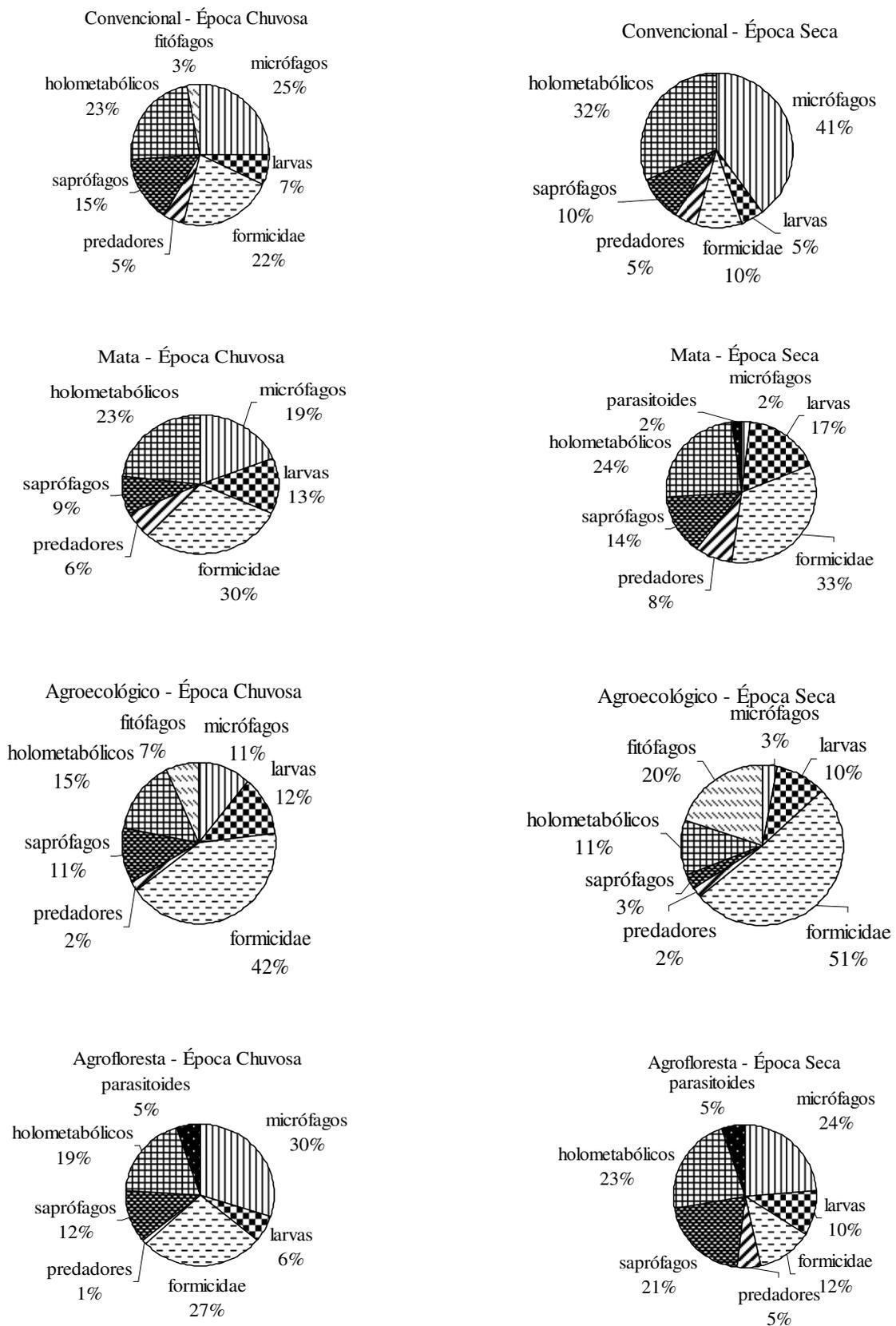


Figura 2- Distribuição dos grupos funcionais da fauna de solo identificados no conjunto serrapilheira-solo dos diferentes sistemas de manejo de cafezais em diferentes épocas de coleta.

A diversidade dos parasitóides está diretamente relacionada à diversidade de plantas: diferentes cultivos, coberturas do solo, plantas espontâneas e vegetação adjacente mantêm diferentes pragas, as quais, por sua vez, atraem seus próprios grupos de parasitóides. Em monoculturas de larga escala, a diversidade de parasitóides é suprimida pela simplificação vegetacional (Nicholls et al., 2007).

Para a época chuvosa, as formigas continuaram dominando; a população dos saprófagos aumentou nos sistemas CONV e AGRO. Quanto aos micrófagos, a comunidade destes, foi maior nos sistemas MATA (19 %), AGRO (11%) e SAF (31 %). Os parasitoides apenas foram encontrados no sistema agroflorestal com a mesma porcentagem da época seca. O grupo dos parasitoides não foi verificado no CONV e no AGRO. Os resultados são evidências que estes insetos parasitoides dependem também do sistema natural (mata) como fonte de refúgio e alimento (Landis, 1994) e não apenas da abundância dos insetos hospedeiros.

Muitos parasitóides atacam e controlam pragas importantes na agricultura, e são largamente utilizados em programas de controle biológico. Insetos parasitóides atuam também como indicadores especiais, porque são representativos da diversidade de seus hospedeiros, que constituem grande parte da diversidade da fauna edáfica de qualquer área. Também já foi demonstrado que himenópteros parasitóides são sensíveis a perturbações ecológicas, em especial pesticidas, de modo que a flutuação nas populações de parasitóides é observada bem antes da de seus hospedeiros (Lasalle, 1993). O grupo dos fitófagos apenas foi verificado no sistema CONV e AGRO, cuja presença desses fitófagos pode estar associada a maior presença de gramíneas.

Quanto aos grupos dos saprófagos, observou-se um aumento da porcentagem nos sistemas CONV e AGRO em relação ao período seco, e verificou-se uma maior diversidade de grupos que o compõe, dentre eles, Gastropoda, Oligochaeta, Isópodos, Diplopoda, Diplura, Orthoptera, Blattodea e Psocoptera.

Organismos saprófagos alimentam-se de matéria orgânica e também podem ser chamados de onívoros, ou seja, a alimentação é variada. Os organismos saprófagos alimentam-se diretamente dos detritos, fragmentando-os e

transformando-os em compostos mais simples, tais como açúcares simples, amido, lipídeos e proteínas (Correia e Andrade, 1999).

Por fim, devido a maior porcentagem o grupo Formicidae em todas as propriedades avaliadas, mostra que as formigas podem ocupar várias posições na cadeia trófica, seu efeito sobre um ecossistema pode ser muito variado. As espécies de formigas cortadeiras, por exemplo, que cultivam um fungo simbiote, geralmente cortam partes específicas de plantas e as carregam para o ninho. Estas formigas acumulam grande quantidade de nutrientes em um só lugar, concentrando-os e exercendo, desta forma, o papel de recicladores de nutrientes. Outro efeito importante das formigas sobre um ecossistema é a predação sobre outros insetos e artrópodes. Algumas espécies são muito eficientes como predadoras, contribuindo também no controle biológico de pragas.

Estudos com formigas (Hymenoptera) em diferentes agroecossistemas têm demonstrado grande potencial destes organismos edáficos como bioindicadores de perturbações ambientais; sendo as formigas mais frequentes, especialmente durante o processo de recuperação de áreas degradadas (Barretta, 2003).

Em geral, os sistemas de uso e cultivo, não se diferenciaram em funcionalidade dos grupos de fauna, apresentando organismos saprófagos, predadores e que exercem simultaneamente estas duas funções (as larvas de insetos, larvas de Diptera, Coleóptera e Lepidoptera), os grupos Coleoptera, Collembola e Thysanoptera e os insetos sociais - Formicidae e Isoptera), além de predadores; a exceção apenas do sistema convencional que não apresentou o grupo dos parasitóides.

CONCLUSÕES

Os períodos de coleta influenciam a variação da abundância de fauna, riqueza e diversidade de grupos;

Os grupos da fauna edáfica coletados estão presentes em todos os sistemas de manejo com café, a exceção do grupo Parasitoide;

A serrapilheira é o compartimento onde se extrai mais indivíduos;

Nas armadilhas do tipo *pitfall* a riqueza total de grupos é superior, em relação aos compartimentos solo-serrapilheira;

Os grupos Formicidae e micrófagos são os grupos dominantes nos agroecossistemas avaliados.

RESUMO

Com essa pesquisa objetivou-se avaliar a abundância e equidade da macro e mesofauna do solo frente ao tipo de manejo agrícola em áreas de plantio de café sob três tipos de manejo: sistema convencional – CONV, agroecológico – AGRO, agroflorestal – SAF, avaliados em duas épocas de coleta. Para a avaliação da macro e a mesofauna edáfica hipogéica, foram coletados blocos de solo de 20 x 20 x 10 cm, sendo coletado, primeiramente, todo o resíduo vegetal sobre a superfície do solo. O solo e a serrapilheira foram colocados em funis de Berlese por sete dias, e os *pitfalls* permaneceram no campo por 72 horas. Mensurou-se a abundância, riqueza, diversidade dos animais do solo e os grupos funcionais. Por fim, conclui-se que as épocas de coleta influenciam a abundância de fauna, riqueza e diversidade de grupos; os grupos da fauna edáfica coletados estão presentes em todos os sistemas de manejo com café, a exceção do grupo parasitoide; nas armadilhas do tipo *pitfall* a riqueza total de grupos é superior, em relação aos compartimentos solo-serrapilheira; os grupos Formicidae e micrófagos são os dominantes nos agroecossistemas avaliados.

Palavras-Chave: Diversidade, *pitfall*, grupos funcionais, serrapilheira

REFERÊNCIAS

Almeida, L. M.; Ribeiro-Costa, C. S.; Marinoni, L. (1998), Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Holos, 78p.

Barretta, D. Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1, 2003. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

Begon, M.; Haper, J. L.; Townsed, C. R. (1996), Ecology: individuals, populations and communities. 3.ed. Community ecology: pattern and process. Oxford: Blackwell, 432p.

Correia, M. E. F.; Oliveira, L. C. M. (2000), Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Centro Nacional de

Pesquisa de Agrobiologia, 46p. (Documento, 112).

Correia, M. E. F.; Andrade, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. (1999), In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (Orgs.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, p. 197-225.

Correia, M. E. F.; Andrade, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. (2008), In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (Orgs.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. Porto Alegre, Genesis, p. 190-220.

Costa, P. Fauna do solo em plantios experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002

Decaens, T.; Dutoit, T.; Alard, D.; Lavelle, P. (1998), Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of Western France. *Applied Soil Ecology*, **9**, 61-367.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

Fraser, P. M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. (1994), In: Pankhurst, C. E.; Doube, B. M.; Gupta, V. V. S. R.; Grace, P. R. (Orgs.). Soil Biota: management in sustainable farming systems. Melbourne: CSIRO, p. 125-132

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2010. Contagem da população. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

Landis, D.A. Arthropod sampling in agricultural landscapes: ecological considerations. (1994), In: Pedigo, L. P.; Buntin, G. D. (Orgs.).

Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. Rio de Janeiro: Fiocruz. p.15-32.

Lasalle, J. Parasitic Hymenoptera, biological control, and biodiversity. (1993), In: Lasalle, J.; Gauld, I. D. (Eds.). Hymenoptera and Biodiversity. CAB International and the Natural History Museum, Londres. cap. 8, p. 197-215. 348p.

Lavelle, P. (1997), Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research*, **27**, 93-132.

Levings, S. C. (1983), Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy distributions. *Ecological Monographs*, **53**, 435-455.

Littell, R.C.; Milliken, G. A.; Stroup, W. W.; Wolfinger, R. D. (2002), **SAS** System for Mixed Models. SAS Institute. Cary.

Lopes Assad, M.L.; Brossard, M.; Dias, V.S.; Chapuis, L.; Lacerda, R.C.A. (1997), Atividade biológica em solos de Cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Informação de Solos na Globalização do Conhecimento Sobre o Uso da Terra, 25., 1997, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1997. 25. CD-ROM.

Magurran, A. E. (1988), Ecological diversity and its measurement. London: CronnHelm, 179p.

Meira Neto, J. A. A.; Martins, F. R. (2002), Composição florística de uma floresta estacional semidecidual Montana no município de Viçosa - MG. *Revista Árvore*, **26**, 437-446.

Melo, F. V.; Brown, G. G.; Constatino, R.; Louzada, J. N. C.; Luizão, F. J.; Morais, J. W. de; Zanetti, R. (2009). Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. In: A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. Alvarez, V. H. V.; Cantaruti, R. B.; Novais, R. F. (Orgs.). Viçosa, MG, 2009. p. 38-43

Moço, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F. da; Gama-Rodrigues, A. C. da; Correia, M. E. F. (2005), Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **29**, 555-564.

Moço, M. K. da S. Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no sul da Bahia. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciência e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.

Moldenke, A. R. (1994), Arthropods. In: Weaver, R. W.; Angle, S.; Bottomley, P.; Bezdicsek, D.; Smith, S.; Tabatabai, A.; Wollum, A. Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA, part. 2. 1994. p. 517-542.

Nicholls, C. I.; Altieri, M. A.; Ponti, L. (2007), Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília: MDA, 33p.

Soares, M. I. J. S.; Costa, E. C. (2001), Fauna do solo em áreas com *Eucalyptus* spp. e *Pinus elliotti*, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*, **11**, 29-43.

Tapia-Coral, S. C. Macro-invertebrados do solo e o estoque de carbono e nutrientes em diferentes tipos de vegetação de terra firme na Amazônia peruana. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – INPA, Universidade Federal do Amazonas. 2004.

Toledo, L. de O. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, 2003.

Van Straalen, N. M. (1997), Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health. In: PANKHURST, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Orgs.). Biological indicators of soil health. CAB International, 1997. p. 235-265.

Walker, D. (1989), Diversity and stability. In: Cherrett, J. M. (Ed.). *Ecological concepts*. Oxford, Blackwell Scientific Public, p.115-146, 1989.

Wilson, E.O. (1987). The Little Things that Run the World: The Importance and Conservation of invertebrates. *Conservation Biology*, **1**: 344-346.

Wolda, H. (1978), Seasonal fluctuations in rainfall, food, and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology*, **47**, 369-381.