

FAUNA EDÁFICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL E EM MONOCULTIVO DE CAFÉ CONILON

Edaphic fauna on agroforestry and monoculture systems of conilon coffee

Eduardo Ferreira Sales¹; Adriana Baldi² e Renan Batista Queiroz³

RESUMO

O estado do Espírito Santo é o maior produtor nacional de café conilon (*Coffea canephora*), cuja produção é concentrada em monocultivos, o que traz reflexos negativos para a fauna edáfica e para a funcionalidade que esses organismos desempenham no solo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do consórcio do cafeeiro conilon com seringueira, pimenta-do-reino e cacaueteiro sobre a meso e macrofauna edáfica no norte do Espírito Santo. Para isso, avaliaram-se um sistema agroflorestal (SAF) e um monocultivo (MONO). As amostragens foram realizadas com armadilhas “Pitfall” em nove pontos equidistantes. Durante 13 meses de amostragens, 84.486 indivíduos foram capturados, sendo 65% no MONO e 35% no SAF. O SAF apresentou maior diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para a comunidade de invertebrados do solo, com valores de 0,68 e 0,55, respectivamente. A abundância da macrofauna de diplópodes e isópodes apresentou maiores índices populacionais observados no período chuvoso e os menores no período seco. A análise multivariada de agrupamento mostrou que, no período seco, o SAF e o MONO formaram um grupo com 92% de similaridade.

Palavras-chave: *Coffea canephora*. Mesofauna. Macrofauna. Diversidade.

ABSTRACT

The State of Espírito Santo, Brazil, is the largest national producer of conilon coffee (*Coffea canephora*), whose production is concentrated in monoculture agrosystems, which can cause negative effects on edaphic fauna and, consequently, the functionality that these organisms provide to soil. The aim of this study was to evaluate the influence of the conilon coffee consortium with rubber tree, black pepper and cacao tree on edaphic meso and macrofauna in the north of the State of Espírito Santo. In this regard two conilon coffee agrosystems were evaluated, an agroforestry system (SAF) and a monoculture (MONO) one. The samples were carried out monthly and Pitfall traps were used at nine equidistant points from each other on each system. In 13 months, the total number of individuals captured was 84,486, in which 65% were on MONO and 35% on SAF. However, SAF presented the highest diversity (0.68 - Shannon diversity H') and equitability (0.55 - Pielou J') for the soil invertebrate community. The diplopods and isopods macrofauna's abundance presented highest population rates on rainy season, when compared with the dry period. On the dry period, the multivariate clustering analysis showed that both SAF and MONO formed a group with 92% of similarity.

Keywords: *Coffea canephora*. Mesofauna. Macrofauna. Diversity.

¹ INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. E-mail: edufsales@incaper.es.gov.br;

² Bolsista Consórcio Pesquisa Café/INCAPER. E-mail: adriana-baldi@hotmail.com;

³ INCAPER. E-mail: renan.queiroz@incaper.es.gov.br

Recebido em:

21/03/2018

Aceito para publicação em:

05/11/2018

Correspondência para:

edufsales@incaper.es.gov.br

Introdução

A fauna edáfica se refere à comunidade de invertebrados que vive permanentemente no solo ou que habitam mais ciclos de vida na terra do que nas plantas ou na forma livre acima do nível do solo (ASSAD, 1997; BARDGETT, 2005). Entre as várias formas de classificar esses invertebrados, a mais usual é por meio das dimensões corporais em micro, meso e macrofauna (SWIFT et al., 1979; LAVELLE e SPAIN, 2001). A microfauna é composta por nematoides, protozoários e outros, cujo diâmetro corporal varia de 4 a 100 μm . Esses organismos atuam na ciclagem de nutrientes, modificando, por meio da predação, as populações de microrganismos edáficos (CORREIA e ANDRADE, 2008). A mesofauna compreende os ácaros, colêmbolos e alguns insetos com diâmetro entre 101 μm e 2 mm, que auxiliam, principalmente, na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (HOFFMANN et al., 2009; SIDDIKY et al., 2012). Já a macrofauna compreende organismos com tamanho entre 2,1 e 20 mm e são capazes de modificar a estrutura do solo por meio da construção de galerias e ninhos, como é o caso das minhocas, formigas e cupins (BRADY e WEILL, 2013).

A diversidade da fauna edáfica é fortemente influenciada pelos diferentes tipos de intervenções e manejos no solo, o que torna esses invertebrados ferramentas importantes para o monitoramento da sua qualidade (MOÇO et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2014). A substituição de sistemas naturais altamente diversos em espécies vegetais por agroecossistemas simplificados pode levar a alterações na abundância e perdas significativas da riqueza de invertebrados edáficos (BARROS et al., 2002; SILVA et al., 2006; MENEZES et al., 2009; ROUSSEAU et al., 2014), com consequente impacto negativo na funcionalidade que esses organismos desempenham no solo (BARROS et al., 2004). Porém, sistemas conservacionistas como os sistemas agroflorestais (SAFs), principalmente devido a sua semelhança com os sistemas naturais, podem favorecer a riqueza e diversidade da fauna edáfica (MOÇO et al., 2009; LIMA et al., 2010).

O Norte do Estado do Espírito Santo é a região que mais produz café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) no Brasil (CONAB, 2017), e sua produção é concentrada em agroecossistemas de monocultivo. Estudos nessa região demonstraram que a substituição da Mata Atlântica nativa por sistemas de monocultura de conilon e outros sistemas agrícolas simplificados apresentou reflexos negativos para a riqueza da comunidade de fauna edáfica (PELLENS e GARAY, 1999). Porém, alguns agricultores têm associado cafeeiros conilon com espécies arbóreas e não arbóreas, visando, principalmente, obter renda extra, proporcionando a redução dos efeitos adversos causados pelos ventos e favorecendo os atributos do solo (DaMATTA et al., 2017; SALES et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2014; SALES et al., 2015).

No estado do Espírito Santo, estudos comparativos de agroecossistemas de café conilon em monocultivo e em sistemas agroflorestais sobre comunidades da fauna edáfica são incipientes (TEIXEIRA et al., 2014). Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do consórcio do cafeeiro conilon com seringueira, pimenta-do-reino e cacauieiro sobre a meso e macrofauna edáfica no norte do estado do Espírito Santo durante 13 meses.

Material e Métodos

Áreas de estudo

O estudo foi realizado no município de Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo (18° 49' 22.63" S e 40° 5' 50.59" W). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é identificado como Aw, clima tropical úmido com inverno seco, com temperatura média anual de 23,8 °C e precipitação média anual de 1.277 mm (NÓBREGA et al., 2008). Entretanto, essas condições consideradas normais para a região têm sido afetadas nos últimos três anos devido à seca prolongada (CONAB, 2017).

Na identificação de agricultores que possuem SAFs, os extensionistas da região facilitaram a investigação. O trabalho seguiu o método "bola de neve" para identificar outras famílias de agricultores

envolvidas com sistemas agroflorestais. Esse método consiste em perguntar ao agricultor sobre outras pessoas que provavelmente trabalham de forma semelhante (TAYLOR e BOGDAN, 1986).

Entre esses agricultores que têm adotado SAFs em suas propriedades, foi identificada, no município de Jaguaré, ao norte do Espírito Santo, uma família que, há cinco anos, mantém cafeeiros de conilon consorciados em uma área que totaliza 3,6 ha.

A família participa de organizações de agricultores e seus membros estudaram na Escola Família Agrícola (EFA). Assim, quando a família optou por cultivar o cafeeiro consorciado a outras espécies, como a seringueira, o cacauzeiro e a pimenta-do-reino, eles já conheciam as características desse sistema pelo fato de buscarem informações com outros agricultores. A princípio, a ideia do SAF veio do pai, que possui uma área em outro município, porém mais antiga, com dez anos de diferença, com cultura de café, cacau, seringueira, coco e pimenta-do-reino. A diversificação da produção aumentou a renda da família e ofereceu estratégia para mitigação dos riscos com o monocultivo (SALES et al., 2017; SOUZA et al., 2012).

Dois agroecossistemas de café conilon foram selecionados, dos quais um era em sistema agroflorestal (SAF) e o outro em monocultivo (MONO). No SAF, o espaçamento de plantio dos cafeeiros era de 3 x 1,20 m; o das seringueiras era de 21 x 3 m, ao lado das quais a pimenta foi plantada; e o do cacauzeiro era de 3 x 3 m. No MONO, estabelecido ao lado do SAF, possuía área de 2 ha e seis anos de idade, e os cafeeiros possuíam espaçamento, também, de 3 x 1,20 m.

Os sistemas eram irrigados e os cafeeiros adubados de forma convencional segundo recomendações de Prezotti et al. (2017). Na pimenta-do-reino, utilizava-se fertirrigação, já a seringueira não era adubada. Foram realizadas podas de produção periódicas nos cafeeiros e para o controle da vegetação espontânea era utilizado herbicida, principalmente com glifosato uma vez por ano e complementado com roçadas, por meio de roçadeira manual e tratorizada. Os solos dos agroecossistemas foram classificados como Argissolo Amarelo (CUNHA et al., 2016).

Amostragem da fauna edáfica

No período de março de 2016 a março de 2017, foram realizadas amostragens mensais da fauna edáfica. Em cada sistema, foram instaladas nove armadilhas tipo "Pitfall" (MOREIRA et al., 2010) equidistantes 30 m umas das outras, confeccionadas com garrafas PET de 2 L, as quais permaneceram enterradas com a abertura ao mesmo nível da superfície do solo e protegidas com telha para evitar entrada de água. Para que os animais capturados não escapassem e fossem conservados, foram utilizados cerca de 200 mL de álcool (70%) nas armadilhas durante esse período. As armadilhas permaneceram abertas durante 30 dias consecutivos e, posteriormente, os espécimes coletados foram levados para o Laboratório de Entomologia da Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) em Linhares-ES. Os animais capturados foram triados, identificados em grandes grupos taxonômicos e conservados em álcool a 70%.

Análises dos dados

A partir dos dados de meso e macrofauna edáfica, foram determinadas a abundância total, abundância dos grupos individuais, frequência relativa (%), riqueza de grupos e os índices de equitabilidade de Pielou (J') e de diversidade de Shannon (H'). A frequência relativa correspondeu ao total de indivíduos de cada grupo representados em porcentagem e a riqueza correspondeu ao número total de grupos taxonômicos coletados em cada agroecossistema. O índice de Shannon (H') foi calculado pela seguinte equação: $H' = -\sum P_i \cdot \log P_i$, em que: $P_i = n_i/N$; n_i = número de indivíduos em cada grupo, N = número total de indivíduos de todos os grupos (ODUM, 1983). O índice de equitabilidade (J') foi calculado da seguinte forma: $J' = H'/H'_{\max}$, em que: H' = índice de diversidade de Shannon observado, H'_{\max} = é a diversidade máxima teórica da comunidade obtida por meio de $\log S_e$, sendo: S_e = número total de grupos existentes na comunidade (riqueza) (PIELOU, 1975).

Para verificar a similaridade existente entre os agroecossistemas nos períodos seco e chuvoso, efetuou-se a análise multivariada de agrupamento (Cluster) por ligação completa. Para isso, foram selecionados os dados de abundância dos grupos individuais de quatro meses representativos de cada período, ou seja, do período seco, de maio a agosto de 2016, e do período chuvoso, de novembro de 2016 a fevereiro de 2017. Essa análise foi realizada com o *software* Statistica.

Resultados e Discussão

Número de indivíduos amostrados, frequência relativa e diversidade da fauna edáfica

Ao longo de 13 meses, o número total de indivíduos amostrados foi de 84.486, sendo esse montante formado por 67% de ácaros e colêmbolos (Tabela 1). Desse total amostrado, 65% foram no sistema MONO e 35% no SAF. Comparados aos demais grupos taxonômicos, os ácaros foram os que apresentaram maior valor de abundância em ambos os agroecossistemas, com frequência relativa de 40,9 e 44,7% no SAF e no MONO, respectivamente. No sistema MONO, o segundo grupo mais amostrado foram os colêmbolos, com frequência relativa de 34,5%. Por outro lado, no SAF, o segundo grupo de maior abundância foram os coleópteros (8.361), com frequência de 28,6%.

Considerando todos os meses de amostragem, o SAF foi o agroecossistema que apresentou maiores índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') para a comunidade de invertebrados do solo, com valores de 0,68 e 0,55, respectivamente (Tabela 1). Ambos os sistemas apresentaram riqueza de 17 grupos taxonômicos.

Na maioria dos solos dos ecossistemas, ácaros e colêmbolos representam, numericamente, a maior abundância de grupos de fauna não aquáticos (BARDGETT, 2005; STEFFEN et al., 2007). Estudos realizados com o mesmo método, em outras condições edafoclimáticas, também demonstraram domínio desses grupos taxonômicos, o que corrobora o presente estudo (ANTONIOLLI et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2014). Deve-se ressaltar que o método das armadilhas tipo “*Pitfall*” é eficiente na captura de organismos que possuem alta mobilidade na superfície do solo, como é o caso de colêmbolos (MOREIRA et al., 2010).

A superioridade do número de indivíduos amostrados em MONO está relacionada, principalmente, aos grupos ácaros e colêmbolos, que apresentaram maior dominância nesse sistema. O maior domínio desses grupos em MONO pode ser justificado pela maior simplificação desse sistema comparado ao SAF, o que otimizou a sobrevivência e reprodução de espécimes oportunistas, com reflexos negativos sobre os índices de Shannon (H') e de Pielou (J') da comunidade de invertebrados edáficos. Quanto mais diversa é a cobertura vegetal, mais heterogênea será a serapilheira aportada no solo, que apresentará diversidade de nichos ecológicos e maior diversidade das comunidades de fauna associadas (LAVELLE, 1996; CORREIA e ANDRADE, 2008).

A forte presença de coleópteros em SAF, tomando como comparação o sistema MONO, pode ter ocorrido devido ao maior número de espécies vegetais na agrofloresta, o que favorece o aporte de *litterfall* em quantidade e qualidade (LIMA et al., 2010). Essa característica peculiar dos sistemas agroflorestais permite maior disponibilidade de recursos de habitat e energéticos (MOÇO et al., 2009), o que favorece a sobrevivência e reprodução de coleópteros e outros grupos de hábitos tróficos diversificados.

Tabela 1. Número de indivíduos, frequência e diversidade da fauna edáfica nos sistemas de café conilon em sistema agroflorestal (SAF) e monocultivo (MONO), no município de Jaguaré, ES, Brasil.

| GRUPOS | SAF | | MONO | |
|---------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| | Nº de indivíduos | Frequência relativa (%) | Nº de indivíduos | Frequência relativa (%) |
| Acari | 11971 | 40,9 | 24688 | 44,7 |
| Collembola | 1220 | 4,2 | 19038 | 34,5 |
| Coleoptera | 8361 | 28,6 | 5425 | 9,8 |
| Formicidae | 4727 | 16,2 | 2507 | 4,5 |
| Isopoda | 878 | 3,0 | 1729 | 3,1 |
| Larvas | 705 | 2,4 | 294 | 0,5 |
| Araneae | 403 | 1,4 | 399 | 0,7 |
| Isoptera | 2 | 0,0 | 649 | 1,2 |
| Diptera | 478 | 1,6 | 148 | 0,3 |
| Blattodea | 226 | 0,8 | 82 | 0,1 |
| Diplopoda | 51 | 0,2 | 167 | 0,3 |
| Dermaptera | 155 | 0,5 | 11 | 0,0 |
| Gastropoda | 15 | 0,1 | 52 | 0,1 |
| Lepidoptera | 25 | 0,1 | 15 | 0,0 |
| Orthoptera | 19 | 0,1 | 14 | 0,0 |
| Hemiptera | 19 | 0,1 | 9 | 0,0 |
| Hymenoptera | 3 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Chilopoda | 0 | 0,0 | 1 | 0,0 |
| Diversidade (H') | 0,68 | - | 0,60 | - |
| Equitabilidade (J') | 0,55 | - | 0,49 | - |
| Riqueza | 17 | - | 17 | - |
| Total | 29258 | 100,0 | 55228 | 100,0 |

Flutuação mensal de grupos funcionais da fauna edáfica

Ao longo de 13 meses, a macrofauna saprófaga aqui representada pelos diplópodes e isópodes apresentou flutuação populacional, com maiores destaques para os isópodes (Figura 1). Para esse grupo, os maiores índices populacionais foram observados no período chuvoso, que compreende os meses de novembro de 2016 a março de 2017, e os menores no período seco, ou seja, de julho a setembro de 2016.

Os isópodes são funcionalmente classificados como saprófagos (BARDGETT, 2005) e respondem positivamente ao aporte de matéria orgânica no solo (LOUREIRO et al., 2006; CORREIA et al., 2008). Além disso, esses invertebrados apresentam alta sensibilidade à umidade do solo, sendo favorecidos em condições de ambientes mais úmidos em detrimento dos ambientes secos (CORREIA et al., 2008). Em geral, a poda do cafeeiro conilon é realizada após a colheita, o que coincide com o período seco (FONSECA et al., 2017). Posteriormente a esse manejo, inicia-se o período das chuvas a partir de outubro e novembro. O sinergismo entre o aporte de material orgânico e disponibilidade hídrica possivelmente contribuiu para o incremento das populações desse invertebrado saprófago no período chuvoso.

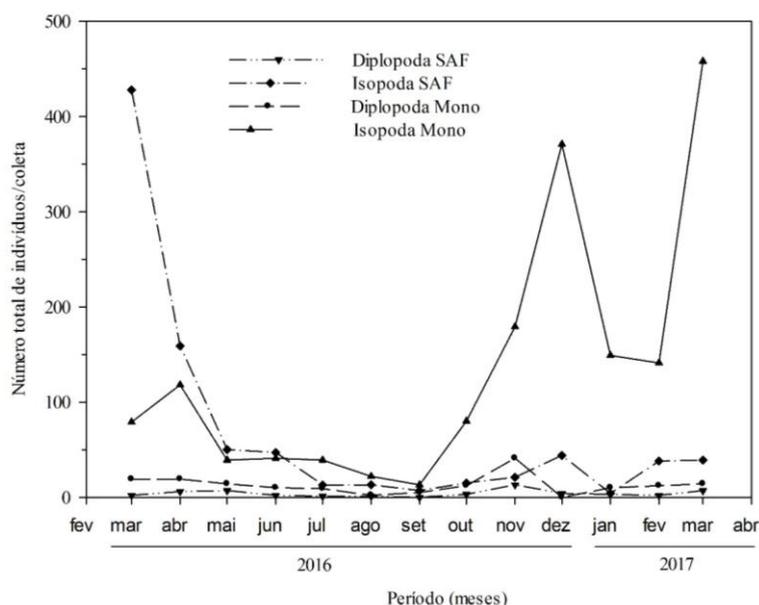


Figura 1. Flutuação mensal de saprófagos da macrofauna (Diplopoda e Isopoda) em sistemas de café conilon em monocultivo (MONO) e agroflorestal (SAF), no município de Jaguaré, ES, Brasil.

A mesofauna saprófaga de ácaros e colêmbolos também apresentou destacada flutuação populacional, cujos maiores índices foram observados no início do período chuvoso, de outubro a novembro de 2016, principalmente no sistema MONO (Figura 2). Desse modo, após um período de reduzida precipitação, esses grupos foram favorecidos pelo início do período chuvoso, respondendo à disponibilidade hídrica com fortes incrementos populacionais. Ácaros e colêmbolos habitam a serapilheira ou os poros do solo preenchidos com ar. Porém, são sensíveis à umidade e ao aporte de matéria orgânica no solo, sendo encontrados em ambientes úmidos e raramente em ambientes secos (ASSAD, 1997; BARDGETT, 2005; MOITRA et al., 2009; SYLVAIN et al., 2014). Em um estudo de três anos que monitorou o efeito da sazonalidade sobre a fauna edáfica, demonstrou-se que, diferente dos outros grupos taxonômicos, a abundância sazonal de colêmbolos foi correlacionada positivamente ($p < 0,01$) com o conteúdo de água no solo (WIWATWITAYA e TAKEDA, 2005).

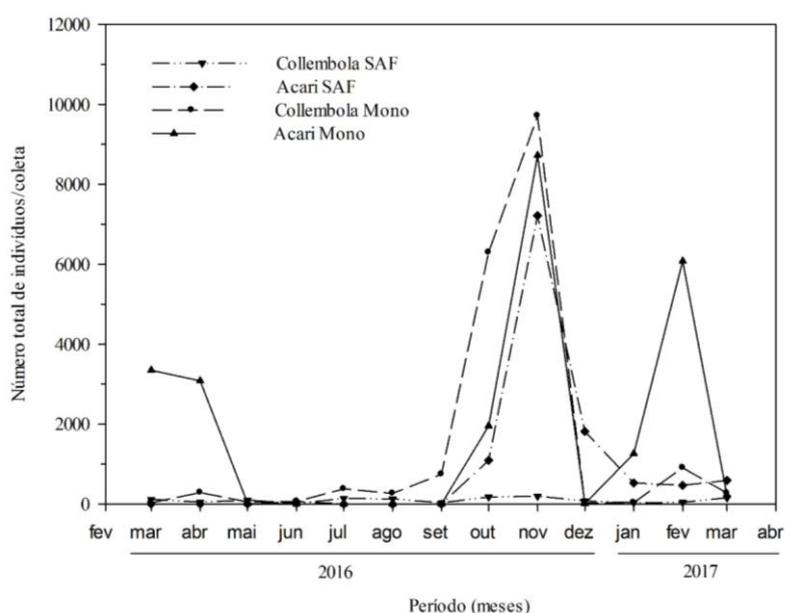


Figura 2. Flutuação mensal de saprófagos e/ou fungívoros da mesofauna (Collembola e Acari) em sistemas de café conilon em monocultivo (MONO) e agroflorestal (SAF), no município de Jaguaré, ES, Brasil.

Flutuações populacionais foram observadas para predadores edáficos, tais como as aranhas e os dermápteros (Figura 3). Em ambos os agroecossistemas, as populações de aranhas apresentaram comportamento bem peculiar, com meses caracterizados por incrementos populacionais sucessivos seguidos de reduções graduais. Esse comportamento sugere que variações sazonais desses predadores ocorreram e, possivelmente, foram influenciadas pelas flutuações na abundância de presas (UETZ, 1975). Esse autor afirma, ainda, que a coexistência de mais espécies de aranhas no solo é evidente quando ocorre o incremento sazonal na abundância de presas.

Em geral, grande parte das aranhas que habitam a serapilheira é considerada predadora importante de outros invertebrados edáficos. Portanto, são importantes para o equilíbrio ecológico das comunidades de fauna edáfica (BARDGETT, 2005). As aranhas são predominantemente carnívoras e se alimentam, principalmente, de insetos e colêmbolos (BIRKHOFFER e WOLTERS, 2012; PEKÁR e TOFT, 2015). Estimativas recentes utilizando diferentes métodos demonstraram que a comunidade mundial de aranhas é responsável por grande extermínio anual de presas, com valores variando de 400 a 800 milhões de toneladas, e os insetos e colêmbolos compõem mais de 90% dessas presas (NYFFELER e BIRKHOFFER, 2017).

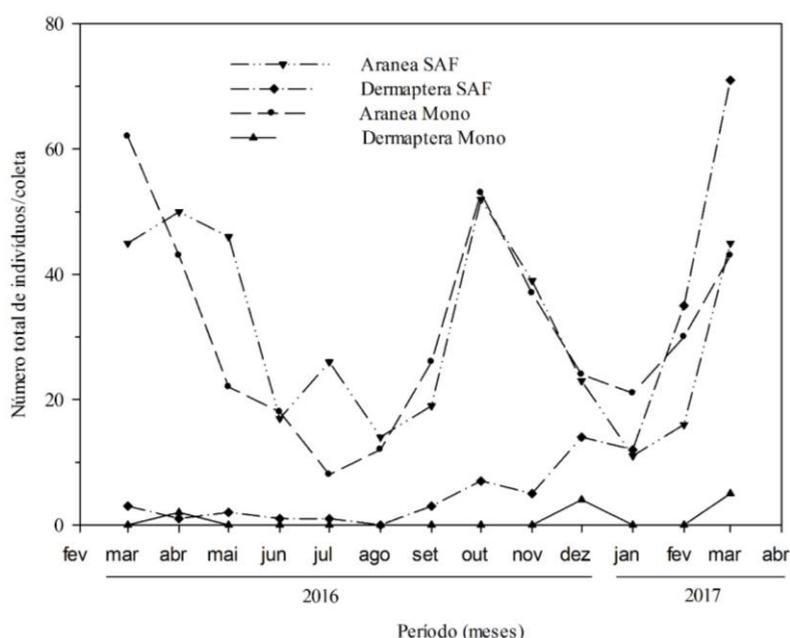


Figura 3. Flutuação mensal de predadores (Araneae e Dermaptera) em sistemas de café conilon em monocultivo (MONO) e agroflorestal (SAF), no município de Jaguaré, ES, Brasil.

Análise multivariada de agrupamento

Em relação aos agroecossistemas de café conilon, estudados nos períodos chuvoso e seco pela análise multivariada de agrupamento (Cluster), os dados de abundância de SAF e MONO, ambos no período seco, formaram um grupo com 92% de semelhança entre si. O sistema MONO, no período chuvoso, foi 100% diferente dos demais.

Esses resultados permitem inferir que as variações climáticas sazonais apresentaram forte influência na comunidade de invertebrados edáficos em ambos os agroecossistemas. A reduzida precipitação no período seco da região, além da baixa disponibilidade hídrica no solo e inviabilização temporária dos sistemas de irrigação, possivelmente gerou também menor disponibilidade de recursos energéticos e de habitat no solo. Assim, esse estresse hídrico representou condição de escassez de recursos ecológicos similar em ambos os agroecossistemas, tornando as comunidades de fauna edáfica também semelhantes.

Considerações finais

Considerando o período de amostragem, o SAF foi o agroecossistema que apresentou os maiores índices de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para a comunidade de invertebrados edáficos, com valores de 0,68 e 0,55, respectivamente. A abundância da macrofauna saprófaga, diplópodes e isópodes, apresentou flutuação ao longo do ano, com os maiores índices populacionais observados no período chuvoso e os menores no período seco para os sistemas MONO e SAF. As flutuações na abundância de aranhas sugerem variações sazonais desses predadores influenciadas pelas flutuações na abundância de presas.

A análise multivariada de agrupamento permitiu inferir que as variações climáticas sazonais apresentaram forte influência na comunidade de invertebrados edáficos. No período seco, o SAF e MONO formaram um grupo com 92% de similaridade entre si, demonstrando que a restrição hídrica desse período impõe a esses agroecossistemas condições semelhantes de recursos ecológicos, tais como nicho, microclima e alimentos para as comunidades de fauna edáfica. Esses dados evidenciam que os sistemas de produção diversificados proporcionam um ambiente mais heterogêneo para os seres vivos que vivem no solo, tornando o sistema mais harmônico.

Agradecimentos

Aos colegas extensionistas do Incaper pelas indicações das famílias que trabalham com sistemas agroflorestais.

À família Manzole pela acolhida em sua propriedade e permissão para efetuar este trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) e à Embrapa Café pelas bolsas fornecidas e pelo financiamento do projeto.

Referências

- ANTONIOLLI, Z. I.; et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- ASSAD, M. L. L. Biologia dos solos dos cerrados. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 363-443. 1997.
- BARDGETT, R. D. **The biology of soil: a community and ecosystem approach**. New York: Oxford University Press, 2005. 254 p.
- BARROS, E.; et al. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 26, p. 157-168, jun. 2004.
- BARROS, E.; et al. Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. **Biology and Fertility of Soils**, Itália, v. 35, p. 338-347, mai. 2002.
- BIRKHOFFER, K.; WOLTERS, V. The global relationship between climate, net primary production and the diet of spiders. **Global Ecology and Biogeography**, Lund, v. 21, p. 100-108, 2012.
- BRADY, N. C.; WEILL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookmann Editora LTDA, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café**, Safra 2017, primeiro levantamento, janeiro/2017/ Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2017.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.137-154.
- CORREIA, M. E. F.; et al. **Aspectos ecológicos dos Isópoda terrestres**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2008. 23 p.
- CUNHA, A. M.; et al. Atualização da Legenda do Mapa de Reconhecimento de Solos do Estado do Espírito Santo e Implementação de Interface no Geobases para Uso dos Dados em SIG. **Geografares**, [S.l.], p. 32-65, dez. 2016. ISSN 2175-3709. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/12356/10586>>. Acesso em: 5 abr. 2017.
- DaMATTa, F. M.; et al. O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais. In: FERRÃO, R.G.; et al. (Eds). **Café conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, p. 481-493, 2017.

- FONSECA, A.F.A.; et al. Manejo da cultura do café conilon: plantio, espaçamento, podas e desbrota. In: FERRÃO, R.G.; et al. (Eds). **Café conilon**. 2. ed. Vitória: Incaper, p. 275-301, 2017.
- HOFFMANN, R. B.; et al. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 121-125, 2009.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology Internship**, Paris, v. 33, n. 1, p. 3-16, 1996.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 654 p.
- LIMA, S. S.; et al. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 322-331, 2010.
- LOUREIRO, S.; et al. Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. **Science of Total Environment**, Amsterdam, v. 369, p. 119-128, 2006.
- MENEZES, C. E. G.; et al. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1647-1656, 2009.
- MOÇO, M. K. S.; et al. Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 76, p. 127-138, 2009.
- MOITRA, S. B.; et al. Abundance and group diversity of soil mite population in relation to four edaphic factors at Chintamani Abhayaranya, Narendrapur, South 24-Parganas, West Bengal. **Proceedings of the Zoological Society**, Londres, v. 62, n. 1, p. 57-65, 2009.
- MOREIRA, F. M. S.; et al. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010. 368 p.
- NÓBREGA, N. E. F.; et al. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o município de Linhares-ES. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18., 2008, São Mateus. **Anais...** São Mateus: ABID, 2008.
- NYFFELER, M.; BIRKHOFER, K. An estimated 400–800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. **The Science of Nature**, New York, v. 104, n. 30, 2017.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 434 p.
- PEKÁR, S.; TOFT, S. Trophic specialisation in a predatory group: the case of prey-specialised spiders (Araneae). **Biological Reviews**, Cambridge, v. 90, p. 744-761, 2015.
- PELLENS, R.; GARAY, I. A comunidade de macroartrópodos edáficos em uma plantação de *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae) e em uma floresta primária em Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 245-258, mar. 1999.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: J. Wiley, 1975. 165 p.
- PREZOTTI, L. C.; et al. Calagem e adubação do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; et al. **Café conilon**. 2.ed. Vitória: INCAPER, p. 347-357, 2017.
- ROUSSEAU, G. X.; et al. Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 44, n. 4, p. 499-512, 2014.
- SALES, E. F.; et al. Agroecological transition of Conilon Coffee (*Coffea canephora*) agroforestry systems in the State of Espírito Santo, Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, Philadelphia, v. 37, p. 405-429, 2013.
- SALES, E. F.; et al. Cafezais associados ao cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9., 2015, Belém. **Anais...** Belém: IX Congresso Brasileiro de Agroecologia IV Seminário Estadual de Agroecologia, 2015.
- SALES, E. F.; et al. Fauna edáfica como indicadora da qualidade biológica do solo em dois sistemas de produção de café conilon no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 4., CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10., SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DF, 5., 2017, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Revista Brasileira de Agroecologia, 2017.
- SIDDIKY, M. A.; et al. Screening of different tomato varieties in saline areas of Bangladesh. **International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology**, Srimangal, v. 2, n. 2, p. 13-18, jun. 2012.
- SILVA, R. F.; et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.
- SOUZA, H. N.; et al. Strategies and economics of farming systems with coffee in the Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 84, n. 2, p. 227-242, 2012.
- STEFFEN, R. B.; et al. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, jul./set., 2007.
- SWIFT, M. J., et al. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. 372 p.
- SYLVAIN, Z. A.; et al. Soil animal responses to moisture availability are largely scale, not ecosystem dependent: insight from a cross-site study. **Global Change Biology**, Nova Jersey, v. 20, n. 2, p. 2631-2643, 2014.
- TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R. **Metodología de las ciencias sociales**. Buenos Aires: Paidós Studio, 1986.
- TEIXEIRA, A. F. R.; et al. Fauna edáfica em sistemas arborizados de café conilon em solo de tabuleiros costeiros. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 385-393, 2014.

UETZ, G. W. Temporal and Spatial Variation in Species Diversity of Wandering Spiders (Araneae) in Deciduous Forest Litter. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 4, n. 5, p. 719-724, 1975.

WIWATWITAYA, D.; TAKEDA, H. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. **Ecological Research**, Tokyo, v. 20, p. 59–70, 2005.
