

## FAUNA INVERTEBRADA EPIGÉICA ASSOCIADA A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DO CAFEIEIRO

Nathalia de França Guimarães<sup>1</sup>, Anastácia Fontanetti<sup>2</sup>, Ricardo Toshio Fujihara<sup>3</sup>, Anderson de Souza Gallo<sup>4</sup>, Maicon Douglas Bispo de Souza<sup>5</sup>, Kátia Priscilla Gomes Morinigo<sup>6</sup>, Rogério Ferreira da Silva<sup>7</sup>

(Recebido: 30 de janeiro de 2016; aceito: 12 de maio de 2016)

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade da fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições. Foram avaliadas duas épocas, sendo a primeira no mês de abril e a segunda no mês de julho de 2015. Os tratamentos foram constituídos por três sistemas de cultivo do cafeeiro e duas áreas testemunhas: 1) Cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *Brachiaria decumbens*; 2) Cafeeiro em consórcio com *B. decumbens*; 3) Cafeeiro em cultivo exclusivo; 4) Área com solo em pousio e 5) Fragmento de vegetação nativa. Em cada sistema foram instaladas cinco armadilhas de queda “pitfall” para captura da fauna invertebrada epigéica. Avaliou-se também, o acúmulo de serrapilheira ( $t\ ha^{-1}$ ) e a umidade do solo ( $kg\ kg^{-1}$ ), próximo às armadilhas. Os sistemas adotados favorecem os grupos Collembola, Formicidae e Diptera, principalmente em épocas com maior precipitação pluviométrica. O sistema Fragmento de Vegetação Nativa se mostrou o mais diversificado e de maior complexidade vegetal, sendo este tratamento o que ofereceu melhores condições de desenvolvimento da fauna epigéica, seguidos por Cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *Brachiaria decumbens*, Pousio, Cafeeiro em consórcio com *Brachiaria decumbens* e Cafeeiro em Consórcio Exclusivo.

**Termos de indexação:** Fauna epigéica, bioindicadores, café consorciado, café arborizado, *Coffea arabica*.

## EPIGEIC INVERTEBRATE FAUNA ASSOCIATED WITH DIFFERENT SYSTEMS OF GROWING OF COFFEE TREE

**ABSTRACT:** The study aimed to assess the structure community of the epigeic invertebrate fauna associated with different coffee tree farming systems. The experimental design was completely block in split plot in time, and five replicates. Two seasons were evaluated, the first in April and the second in month July. The treatments consisted of three coffee tree cultivation systems and two witnesses areas: 1) Coffee tree intercropped with tree and *Brachiaria decumbens* species; 2) Coffee intercropped with *B. decumbens*; 3) Coffee in exclusive culture; 4) area with ground fallow and 5) native vegetation fragment. In each system were installed five pitfall traps “pitfall” to capture epigeic invertebrate fauna. In addition, they evaluated the burlap accumulation ( $t\ ha^{-1}$ ) and soil moisture ( $kg\ kg^{-1}$ ), near the traps. The systems adopted favoured the groups Collembola, Diptera, Formicidae and mainly in times with greater precipitation. The Native Vegetation Fragment system proved the more diverse and more complex plant, being this treatment which offered better conditions for development of epigeic fauna, followed by Coffee tree intercropped with *Brachiaria decumbens*, fallow, Coffee intercropped with *Brachiaria decumbens* and Coffee in exclusive culture.

**Index terms:** Epigeic fauna, bioindicators, coffee intercropped, forested coffee, *Coffea arabica*.

### 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira, em sua maioria, adota o cultivo a pleno sol, adensado e com maiores populações de plantas, visando o aumento do rendimento de grãos (COELHO et al., 2004). Este sistema de produção caracteriza o país, no mercado internacional, como um fornecedor de elevada quantidade de cafés comuns e de baixo preço, mesmo produzindo grande diversidade de tipos de café (GIOMO; BORÉM, 2011).

Afora, a maior vulnerabilidade do agricultor quanto à instabilidade nos preços do café verde tradicional, o modelo descrito pode ocasionar consequências negativas ao ambiente e ao sistema produtivo. Ricci et al. (2010) relatam prejuízos na qualidade física, química e biológica do solo. Carvalho (2011) observou redução da água no solo e no lençol freático no sistema de cultivo convencional em comparação ao sistema agroflorestal. Por consequência, o solo é restritivo à manutenção e crescimento de uma nova biota, reduzindo a viabilidade de recuperação ambiental (SILVA et al., 2009).

<sup>1,2,4,5,6</sup> Universidade Federal de São Carlos/UFSCar - Centro de Ciências Agrárias/CCA - Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural - Rodovia Anhanguera, km 174 - Cx. P. 153 - 13560-970 - Araras - SP - n.fguimaraes@hotmail.com, anastacia@cca.ufscar.br, andersondsgallo@yahoo.com.br, maicondbs@outlook.com, katia\_morinigo@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos/UFSCar - Centro de Ciências Agrárias/CCA - Programa de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente/PPGAA - Rodovia Anhanguera, km 174 - Cx. P. 153 - 13560-970 - Araras - SP - rtfujihara@cca.ufscar.br

<sup>7</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/UEMS - Unidade de Glória de Dourados - Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia - Rua Projetada A, s/n - 79.730-000 - Glória de Dourados - MS - rogerio@uems.br

Por outro lado, nos últimos anos, a introdução de espécies arbóreas no interior dos cafezais vem ressurgindo nos sistemas produtivos e ganhando importância. O sombreamento dos cafeeiros permite a produção em regiões com déficit hídrico ou geadas, ajuda na manutenção da biodiversidade e na diversificação da produção (JARAMIRO-BOTERO; MARTINEZ; SANTOS, 2006).

Seguindo a mesma proposta dos cafeeiros arborizados, o consórcio das plantas de cobertura com a cultura do café vem sendo adotado para a conservação dos solos e da água. As plantas de cobertura comumente consorciadas com o cafeeiro pertencem ao gênero *Brachiaria* spp., que, por se tratar de uma espécie perene, reduz a necessidade de revolvimento anual do solo para o semeio. Além disso, promove alterações nos atributos físico-hídricos do solo, resultando no aumento de água prontamente disponível, devido à ação agregante do seu sistema radicular (ROCHA et al., 2014).

Este conjunto de práticas aumenta a sustentabilidade dos cafeeiros, e influencia positivamente a biota do solo, atuando na melhoria e manutenção de sua qualidade. Diversos estudos indicam que os sistemas consorciados com espécies arbóreas e/ou plantas de cobertura, acarretam inúmeras modificações na qualidade biológica do solo.

Os invertebrados epígeos são excelentes bioindicadores da qualidade do solo. Percebe-se então, que monitorar a fauna de solo é um instrumento que permite avaliar não só a qualidade de um solo, como também o próprio funcionamento de um sistema produtivo, pois se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, na interface solo-planta (MANHAES; FRANCELINO, 2013).

Tornou-se então crescente o interesse em estudar parâmetros que consigam identificar, de maneira precoce e eficaz, as alterações ocorridas nos solos e, com isso, apontar sistemas de manejo capazes de preservar e/ou melhorar a sua qualidade e garantir a sustentabilidade dos agroecossistemas (CHAER et al., 2009). Dentre estes, a fauna do solo pode contribuir para a avaliação do grau de sustentabilidade ambiental de uma determinada prática (HOFMANN; NASCIMENTO; DINIZ et al., 2009).

O trabalho objetivou avaliar a estrutura da comunidade da fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido nos meses de abril e julho de 2015 na Fazenda Retiro Santo Antônio (FRSA), localizada no município de Santo Antônio do Jardim, estado de São Paulo (22°06'57"S e 46°40'48 W, 850 m de altitude). O solo é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o Cwb, caracterizado pela ocorrência de verões com temperaturas amenas para as regiões serranas limítrofes com o estado de Minas Gerais (local em que se localiza a propriedade). Sua vegetação é formada por florestas latifoliadas tropicais, variando de decídua a perenifólias. Os dados climáticos durante a condução do experimento estão sumarizados na Tabela 1.

### 2.2 Delineamento experimental e caracterização do experimento

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições. A fauna invertebrada epigéica, a umidade do solo e a serrapilheira foram avaliados em duas épocas, abril e julho de 2015. As cinco áreas foram selecionadas e delimitadas, com 52,0 m de comprimento e 47,0 m de largura (2.444 m<sup>2</sup>). Os tratamentos foram constituídos por três sistemas de cultivo do cafeeiro:

1) Cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *Brachiaria decumbens* Stapf (CAB): a variedade cultivada é a Obatã, implantada em 2007, com espaçamento de 3,5 m entrelinha e 0,8 m linha (3.571 plantas ha<sup>-1</sup>), consorciado com as espécies arbóreas *Persea americana* Mill. (abacateiro), *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton (monjoleiro), *Hymenaea* sp. (jatobá), *Carica papaya* L. (mamão), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico-branco), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula), e *Cassia grandis* L. f. (cássia-rosa), implantadas em 2009, com espaçamento de 14 m entrelinha e 16 m linha (44 plantas ha<sup>-1</sup>). Em 2014, na entrelinha do cafeeiro foi semeada *B. decumbens*, cujo manejo é realizado por roçada a cada três meses, em média. A adubação do café é realizada com aplicação de uréia (quatro vezes ao ano), cloreto de potássio (duas vezes ao ano), fosfato reativo, boro e composto à base de esterco bovino, cama de frango e palha de café (uma vez ao ano).

**TABELA 1** - Dias com chuva (DC), precipitação pluviométrica (PP), temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) durante os meses de condução do experimento.

Meses	DC		PP (mm)		T (°C)			UR (%)		
	Total	Total	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	Média	
Fev	14	348	12,4	19,9	28,3	24,1	80	94	87	
Mar	18	475	15,3	18,1	26,6	22,3	87	98	92	
Abr*	4	165	5,5	17,5	27,2	22,3	70	93	81	
Mai	7	123	4,0	14,6	23,1	18,8	88	98	93	
Jun	3	27	0,9	14,7	24,4	19,5	89	95	92	
Jul*	2	30	1,0	14,5	24,4	19,4	90	95	92	
Ago	1	10	0,3	15,0	25,7	20,3	78	92	85	

\* Meses de coleta. Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Retiro Santo Antônio (2015).

A aplicação de defensivos é realizada em média a cada três meses, utilizando os seguintes produtos: Boveril<sup>®</sup>, Natur'l óleo<sup>®</sup>, melação, Supera<sup>®</sup>, Zapp QI 620<sup>®</sup>, Metiltiofan<sup>®</sup>, Aurora 400 EC<sup>®</sup> e Triona<sup>®</sup>. Consta o uso de máquinas e implementos agrícolas para a realização de preparo do solo, aplicação de defensivos e colheita;

2) Cafeeiro em consórcio com *B. decumbens* (CB): a variedade cultivada é a Mundo Novo, implantada em 2012, com espaçamento de 3,5 m entrelinha e 0,8 m linha (3.571 plantas ha<sup>-1</sup>), consorciado com *B. decumbens*, semeada em 2014. O manejo é realizado por roçada a cada três meses em média. A adubação, os defensivos e as máquinas e implementos agrícolas utilizados são os mesmos descritos para o sistema CAB.

3) Cafeeiro em cultivo exclusivo (CCE): a variedade cultivada é a Obatã, implantada em 2007, com espaçamento de 3,5 m entrelinha e 0,8 m linha (3.571 plantas ha<sup>-1</sup>). A adubação, defensivos e máquinas e implementos agrícolas são os mesmos descritos para CAB.

Duas áreas foram utilizadas como referencial para a qualidade do solo: 4) Pousio (P): área que permanece em pousio há três anos, havendo somente o crescimento de vegetação espontânea herbácea, cultivado anteriormente com cafeeiro que permaneceu na área por aproximadamente 50 anos; 5) Fragmento florestal nativo (FF), em estágio sucessional intermediário, localizado a 800 m das áreas de estudo. No fragmento florestal há uma trilha ecológica desde 1994.

## 2.3 Condução do experimento

### 2.3.1 Acúmulo de serrapilheira

Foi avaliado o acúmulo de serrapilheira depositada sobre o solo (t ha<sup>-1</sup>) próxima às armadilhas, com o auxílio de um gabarito de madeira de 0,25 x 0,25 m. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e transportados à estufa de secagem com circulação de ar forçada (65°C), até atingirem massa constante, quando foram pesados. Os dados obtidos foram transformados em toneladas por hectare.

### 2.3.2 Umidade do solo

Para a determinação da umidade do solo foram realizadas coletas próximo às armadilhas, com o auxílio de trado holandês, na profundidade de 0,0-0,10 m. As amostras foram submetidas ao método termogravimétrico, conforme Claessen (1997), que consiste em pesar a massa de solo úmido (MU) e em seguida secá-lo em estufa a 105–110°C por 24 horas e, após esse período, determinar sua massa seca (MS). A umidade foi calculada pela equação:

$$U \text{ (kg kg}^{-1}\text{)} = \frac{Mu - Ms}{Mu} \times 100,$$

em que: U = umidade do solo (kg kg<sup>-1</sup>); Mu = massa de solo úmido (g); Ms = massa de solo seco em estufa (g).

### 2.3.3 Fauna invertebrada epigéica

Para avaliação da fauna invertebrada epigéica, foram instaladas no centro de cada área de avaliação cinco armadilhas de queda (“pitfall”), ao longo de um transecto, equidistantes 7 m entre si. Estas foram confeccionadas com recipientes plásticos de 13 x 8 cm (altura x diâmetro). Nas áreas com cafeeiro, foram instaladas sob a copa das plantas de café. Cada uma continha 200 ml de solução conservante de formol a 4% e cinco gotas de detergente. Após sete dias, as armadilhas foram retiradas e os invertebrados armazenados em solução de álcool a 70%. Posteriormente, com o auxílio de um estereoscópio, foram realizadas a triagem e identificação dos organismos em nível de grandes grupos taxonômicos (classe, ordem ou família).

A caracterização da comunidade da fauna invertebrada epigéica foi realizada com base na composição taxonômica (%); abundância (nº de indivíduos arm<sup>-1</sup>); riqueza (nº de grupos); índice de diversidade de Shannon, obtido pela relação:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , em que:  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = abundância de cada grupo e  $N$  = nº total de grupos (SHANNON; WEAVER, 1949); e índice de equitabilidade de Pielou ( $e = H/\log S$ , onde  $H$  = índice de Shannon e  $S$  = número total de grupos na comunidade) (PIELOU, 1977).

### 2.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, excetuando-se a composição taxonômica. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Assistat (7.6 beta versão 2012) (SILVA, 2012). Os dados frequência relativa dos grupos taxonômicos, abundância, riqueza, diversidade e equitabilidade foram submetidos à análise multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), adotando-se o método do vizinho mais distante (*complete linkage*), para descrever a dissimilaridade entre os sistemas. O agrupamento dos dados foi realizado pelo método de Joining, por meio das distâncias Euclidianas (STATISTICA..., 1997).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Acúmulo de serrapilheira e umidade do solo

Não houve interação significativa entre os sistemas de cultivo e as épocas de avaliação para as

variáveis serrapilheira e umidade do solo (Tabela 2). Contudo, houve diferença significativa para acúmulo de serrapilheira entre os sistemas avaliados (Tabela 2). O maior acúmulo foi verificado nos sistemas FF, CAB e CB que não diferiram entre si, e, foram superiores ao CCE. Guimarães et al. (2015) avaliando o estoque de serrapilheira em diferentes sistemas de cafeeiro orgânico arborizado no Mato Grosso do Sul, também não verificaram diferença significativa entre a vegetação nativa e os sistemas de cafeeiro consorciados com espécies florestais e frutíferas.

Ao analisar as épocas, verifica-se que o maior acúmulo ocorreu no mês de julho (Tabela 2). Este resultado está relacionado, provavelmente, à queda de folhas que nesta época do ano aumenta, devido ao déficit hídrico, fenômeno este considerado natural. A maior deposição em períodos secos pode ser uma resposta da vegetação, que com a derrubada de folhas, reduziria a perda de água por transpiração (SILVA et al., 2007).

No que se refere à umidade do solo, o maior valor foi verificado no FF em comparação aos demais sistemas, e, não houve diferença entre as épocas de coleta (Tabela 2). Tal constatação pode estar associada ao maior acúmulo de serrapilheira no fragmento florestal. A cobertura vegetal reduz a incidência da radiação solar direta e, conseqüentemente, favorece a manutenção da umidade do solo (JARAMILLO-BOTERO et al., 2008).

Oliveira et al. (2005), avaliando a umidade do solo em resposta à cobertura vegetal em um Argissolo, verificaram que a cobertura e o nível de sombreamento influenciam diretamente nas flutuações de umidade. Silva et al. (2011), avaliando atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa, verificaram maior umidade na floresta nativa, seguidos do sistema agroflorestal com espécies frutíferas e adubação orgânica e, no cultivo convencional de mamoeiro irrigado. Outros autores também verificaram maior armazenamento de água no solo em função da cobertura vegetal (DALMAGO et al., 2009; SEKI et al., 2015). Pois a proteção por meio de resíduos vegetais reduz a evaporação, aumenta a infiltração da água no solo (FABRIZZI et al., 2005), diminui a amplitude térmica da superfície do solo e, conseqüentemente conserva a umidade (ALMEIDA et al., 2011).

**TABELA 2** - Acúmulo de serrapilheira (t ha<sup>-1</sup>) e umidade do solo (kg kg<sup>-1</sup>), sob diferentes sistemas de cultivo de cafeeiro, pousio e fragmento florestal. Santo Antônio do Jardim, SP, 2015.

Sistemas de cultivo	Serrapilheira	Umidade
	t ha <sup>-1</sup>	kg kg <sup>-1</sup>
CAB	4,25 ab	0,16 b
CB	4,69 ab	0,18 b
CCE	3,05 b	0,19 b
P	---	0,15 b
FF	6,04 a	0,31 a
Épocas de avaliação		
Abril	3,72 b	0,21 a
Julho	5,30 a	0,18 a
Sistemas de cultivo (CV%)	33,82	29,90
Épocas (CV%)	23,41	28,19

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CAB: cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *B. decumbens*; CB: cafeeiro em consórcio com *B. decumbens*; CCE: cafeeiro em cultivo exclusivo; P: pousio; FF: fragmento florestal.

### 3.2 Fauna invertebrada epigéica

No que concerne à composição da comunidade da fauna invertebrada epigéica, verificou-se que em todos os sistemas de cultivo avaliados houve forte dominância do grupo Collembola (50,6%), seguido de Formicidae (13,5%) e Diptera (12,9%) nas duas épocas de avaliação (Tabela 3).

A dominância do grupo Collembola tem sido observada em vários estudos relacionados à fauna edáfica. Avaliando a fauna epigéica influenciada pelos consórcios de plantas de cobertura com culturas econômicas, Silva et al. (2013), observaram que o grupo com maior predominância nos sistemas avaliados foram os colêmbolos, seguido por Acarina e Hymenoptera, que representaram 86% do total de indivíduos. Baretta et al. (2006), avaliando o efeito dos diferentes cultivos do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense, também verificaram que em todos os sistemas houve mais de 35% de ocorrência total do grupo Collembola. Sua dominância está associada, provavelmente, a maior mobilidade e adaptação às condições climáticas (ABREU et al., 2014).

Os colêmbolos são encontrados em todo o mundo e estão entre os invertebrados mais abundantes no solo, podendo viver também na serrapilheira (MAUNSELL et al., 2012). A maioria se desenvolve no solo, alimentando-se de fungos, bactérias, algas e matéria vegetal morta (BERUDE

et al., 2015). Por serem abundantes, com elevada diversidade e sensibilidade a alterações ambientais, são considerados bons indicadores da qualidade do solo (CASSAGNE et al., 2006). Portanto, a dominância desse grupo nos sistemas estudados, pode estar relacionada com o hábitat que forneça alimento, umidade, temperatura favorável, e proteção às intempéries climáticas (GUIMARÃES et al., 2015).

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação entre os sistemas de cultivo e as épocas de avaliação na abundância de organismos, riqueza de grupos, índice de diversidade Shannon e índice de equitabilidade de Pielou (Tabelas 4 e 5).

Verificou-se menor abundância de organismos no sistema CCE na primeira época de avaliação (abril). Este resultado pode estar associado ao menor acúmulo de serrapilheira (Tabela 2), demonstrando um ambiente desfavorável aos organismos do solo. Silva et al. (2012) relatam que em sistemas com baixa diversidade e cobertura vegetal, há menor disponibilidade de alimento e maior amplitude térmica, além de apresentarem condições químicas e microbiológicas do solo desfavoráveis para a sobrevivência de um maior número de indivíduos.

Já na segunda época de avaliação (julho) a redução na abundância ocorreu nos sistemas CAB, CB e P. Esta ocorrência deve-se, provavelmente, ao menor índice pluviométrico observado no mês de julho (Tabela 1).

**TABELA 3** - Frequência relativa dos grupos taxonômicos (%) da comunidade da fauna invertebrada epigéica do solo, sob diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro, pousio e fragmento florestal, em duas épocas de coleta (abril e julho), utilizando armadilhas pitfall. Santo Antônio do Jardim, SP, 2015.

Grupos	CAB		CB		CCE		P		FF	
	%									
	Abr	Jul	Abr	Jul	Abr	Jul	Abr	Jul	Abr	Jul
Collembola	75,6	56,4	83,3	39,6	57,0	36,1	92,1	53,5	42,1	30,2
Formicidae	8,5	20,9	9,5	32,5	19,4	18,4	2,6	9,4	5,6	8,8
Diptera	7,5	11,0	2,5	7,8	7,2	8,0	1,8	4,5	33,5	45,3
Coleoptera	0,8	0,8	0,8	4,5	2,0	2,4	0,5	1,6	3,3	2,4
Araneae	3,9	2,6	2,9	3,8	9,6	1,9	1,5	4,2	2,3	3,6
Homoptera	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	27,5	0,1	14,4	0,0	0,0
Hymenoptera*	0,6	0,6	0,2	1,1	0,5	0,9	0,2	0,7	1,4	1,2
Acarina	1,0	2,8	0,3	1,1	1,2	1,2	0,2	3,2	0,9	1,7
Pscoptera	0,7	1,2	0,0	2,2	0,5	1,5	0,4	2,1	1,5	0,3
Thysanoptera	0,9	0,2	0,1	0,0	0,2	0,8	0,1	0,0	1,8	1,6
Amphipoda	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0
Outros**	0,2	3,6	0,5	6,7	2,6	1,3	0,6	6,4	5,1	4,8

\*Excluindo-se Formicidae. \*\* Outros grupos capturados: Larvas de Formicidae, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera; Blattodea, Chilopoda, Dermaptera, Diplura, Hemiptera, Isopoda, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta, Orthoptera, Protura e Pseudoscorpionida. CAB: cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *B. decumbens*; CB: cafeeiro em consórcio com *B. decumbens*; CCE: cafeeiro em cultivo exclusivo; P: pousio; FF: fragmento florestal.

**TABELA 4** - Abundância (nº de indivíduos arm<sup>-1</sup>) e riqueza (nº de grupos) da comunidade de invertebrados epigeos, sob diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro, pousio e fragmento florestal em duas épocas de coleta. Santo Antônio do Jardim, SP, 2015.

Sistemas de cultivo	Abundância		Riqueza	
	(nº de indivíduos arm <sup>-1</sup> )			
	(nº de grupos)		(nº de grupos)	
	Abril	Julho	Abril	Julho
CAB	230,0 bc A	100,4 bc B	8,0 b A	8,2 b A
CB	336,0 ab A	89,8 c B	7,0 b B	9,4 b A
CCE	131,2 c B	211,6 ab A	8,2 b B	10,0 b A
P	399,4 a A	245,8 a B	8,0 b B	12,6 a A
FF	133,2 c A	116,0 bc A	10,8 a A	10,4 ab A
Sistemas de cultivo (CV%)	31,47		17,14	
Épocas (CV%)	29,90		13,57	

Médias com letras semelhantes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CAB: cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *B. decumbens*; CB: cafeeiro em consórcio com *B. decumbens*; CCE: cafeeiro em cultivo exclusivo; P: pousio; FF: fragmento florestal.

**TABELA 5** - Índice de Diversidade Shannon e Equitabilidade de Pielou da comunidade de invertebrados epígeos, sob diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro, pousio e fragmento florestal em duas épocas de coleta. Santo Antônio do Jardim, SP, 2015.

Sistemas de cultivo	Índice de diversidade		Índice de Equitabilidade	
	Abril	Julho	Abril	Julho
CAB	0.41 bc B	0.55 a A	0.45 b B	0.62 a A
CB	0.28 cd B	0.68 a A	0.33 bc B	0.71 a A
CCE	0.57 ab A	0.66 a A	0.62 a A	0.67 a A
P	0.17 d B	0.57 a A	0.18 c B	0.52 a A
FF	0.62 a A	0.67 a A	0.61 a A	0.66 a A
Sistemas de cultivo (CV%)	21,34		21,79	
Épocas (CV%)	19,74		20,10	

Médias com letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CAB: cafeeiro em consórcio com espécies arbóreas e *B. decumbens*; CB: cafeeiro em consórcio com *B. decumbens*; CCE: cafeeiro em cultivo exclusivo; P: pousio; FF: fragmento florestal.

Simpson et al. (2012) enfatizam os possíveis efeitos das mudanças climáticas sobre a atividade da fauna do solo. Oscilações de temperatura e umidade e características das estações do ano são fatores que influenciam diretamente na abundância da fauna epígea (FERNANDES et al., 2011). Guimarães et al. (2015), avaliando a abundância de organismos epígeos em sistemas de cafeeiro orgânico arborizado, observaram redução na população desses indivíduos no período com menor precipitação pluviométrica.

Ao comparar os sistemas dentro da primeira época de avaliação (abril), verificou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas avaliados. A maior abundância de organismos ocorreu no sistema P e CB que não diferiram entre si, mas foram superiores aos sistemas CAB, CCE e FF.

No que se refere à segunda época de avaliação (julho), a maior abundância verificada também ocorreu no sistema P em relação ao CAB, CB e FF, não diferindo estatisticamente do sistema CCE. As maiores médias observadas nas duas épocas de avaliação no pousio podem ser atribuídas ao fato de que a área permaneceu sem atividade antrópica por aproximadamente três anos, e, esta condição, favoreceu a abundância dos organismos epígeos. O pousio é uma técnica para recuperação do solo após cultivo, derrubada e, ou, queima da vegetação, onde o solo não é manejado (MARTINS et al., 2014). Ressalta-se que nestas áreas não há aplicação de agroquímicos e trânsito de maquinário agrícola, favorecendo a população dos organismos do solo; que se apresenta como uma fração sensível a variações nas práticas de

manejo, como sistema de cultivo, adubação, calagem e aplicação de defensivos agrícolas (DRESCHER et al., 2011).

Para a riqueza de grupos (Tabela 4), verificou-se que houve menor riqueza nos sistemas CB, CCE e P, na primeira época de avaliação (abril). Estes dados diferem dos encontrados por Oliveira Filho, Baretta e Santos (2014), que avaliando a influência dos processos de recuperação do solo após mineração de carvão sobre a mesofauna edáfica em Santa Catarina, verificaram redução da riqueza de grupos na época mais fria. O mesmo foi constatado por Pereira, Albanez e Mamédio (2012) avaliando a diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas, BA.

Vale ressaltar que os sistemas CAB e o FF foram os que apresentaram maior estabilidade em relação à variação na riqueza dos grupos, indicando a manutenção das condições ideais para a sobrevivência dos organismos epígeos, independentemente da época de avaliação.

Ao comparar os sistemas dentro da primeira época de avaliação (abril) (Tabela 4), verificou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas avaliados. O maior número de grupos ocorreu na FF em relação aos demais sistemas de manejo. Já na segunda época de avaliação (julho) o maior número de grupos ocorreu no sistema FF e P que não diferiram entre si e, foram superiores ao CAB, CB e CCE. Fato, possivelmente, relacionado à maior diversidade das áreas naturais (OLIVEIRA FILHO et al., 2015), como observado no sistema FF.

De acordo com Lawes et al. (2006), áreas de florestas nativas, em geral, possuem hábitat com maior heterogeneidade e são capazes de dar maior suporte à diversidade de organismos edáficos; pois as plantas desempenham papel principal na formação da estrutura física do hábitat, além de fazerem parte da cadeia alimentar (FROUZ et al., 2006). Em relação ao tratamento P, a inatividade da área por aproximadamente três anos pode ter favorecido a recomposição da fauna epigéica.

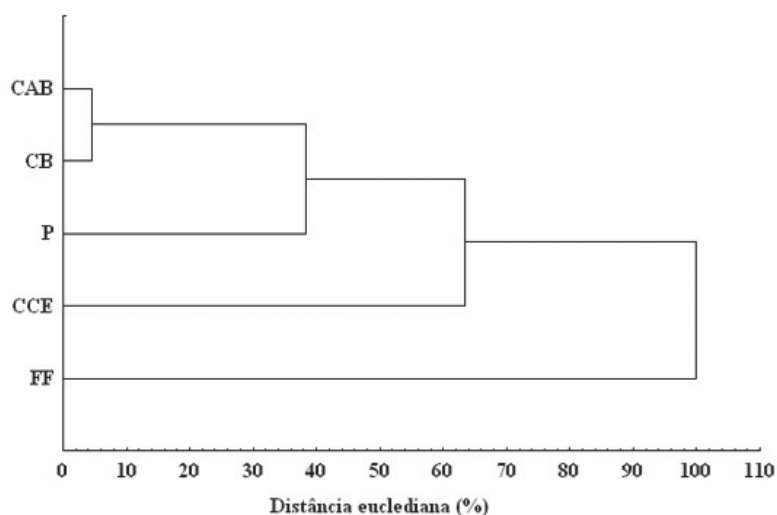
Quanto ao índice de diversidade ( $H'$ ) e ao índice de equitabilidade ( $e$ ) (Tabela 5), verificou-se menores valores nos sistemas CAB, CB e P, na primeira época de avaliação (abril). Na comparação entre os sistemas verificaram-se menores valores nos mesmos tratamentos. O que indica distribuição desuniforme dos indivíduos da comunidade de invertebrados epígeos na primeira coleta (abril). Esses resultados evidenciam que o alto número de indivíduos da fauna nesta época do ano, pode ter reduzido a diversidade (NUNES; ARAÚJO FILHO; MENEZES, 2008).

Na avaliação do mês de abril houve grande dominância de Collembola (Tabela 3), que representaram 75,6%, 83,3% e, 92,1% do total de organismos nos sistemas CAB, CB e P, respectivamente. Além disso, verificou-se maior abundância de organismos e menor riqueza de grupos na amostragem realizada no mesmo mês. Quanto maior a abundância de fauna do solo em determinado componente, maior será a chance da predominância de um grupo, reduzindo a equitabilidade, pois a diversidade de espécies está associada a uma relação entre número de espécies (riqueza de grupos) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (WALKER, 1989).

Toledo (2003), avaliando a fauna do solo 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.

De acordo com a análise de agrupamento, técnica cujo objetivo é agrupar sistemas de manejo com base em características comuns, observou-se a formação de dois grandes grupos distintos, com relação à comunidade de invertebrados epígeos (Figura 1). Observa-se que o fragmento florestal se isolou das demais áreas, com 100% de dissimilaridade. Este resultado pode ter ocorrido devido à maior diversidade de organismos, em resposta à maior complexidade vegetal na área. Segundo Warren e Zou (2002), a diversidade vegetal oferece diferentes recursos alimentares, que influenciam na diversidade da fauna edáfica.

No outro grupo percebe-se a formação de dois níveis independentes e distantes. Considerando os níveis, verificou-se uma dissimilaridade de 65% entre o CCE e os sistemas CAB, CB e P, que se mostraram próximos entre si, com 63% de semelhança. Ainda neste mesmo nível observou-se a similaridade de 96% entre os sistemas CAB e CB. Este agrupamento provavelmente ocorreu devido à maior diversidade vegetal nestas duas áreas; demonstrando que cultivos consorciados possuem maior capacidade para o estabelecimento da fauna edáfica, quando comparados a cultivos solteiros ou áreas sem cobertura (SILVA et al., 2013). De acordo com Guimarães et al. (2015), sistemas de manejo que adotam práticas conservacionistas, favorecem a manutenção da fauna invertebrada epigéica em áreas agrícolas.



**FIGURA 1** - Dendrograma de dissimilaridade da comunidade dos invertebrados epígeos, com base na distância euclidiana, sob diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro, pousio e fragmento florestal (Médias das duas épocas de coleta). Santo Antônio do Jardim, SP, 2015.



#### 4 CONCLUSÕES

1. Os fatores climáticos relacionado às épocas de coleta, assim como os diferentes sistemas avaliados influenciam na abundância, riqueza, diversidade e equitabilidade dos grupos de organismos do solo.

2. Os sistemas adotados favorecem os grupos Collembola, Formicidae e Diptera, principalmente em épocas de maior precipitação pluviométrica.

3. O sistema FF mostra-se o mais diversificado e de maior complexidade vegetal, sendo este tratamento o que ofereceu melhores condições de desenvolvimento da fauna epigéica, seguidos por CAB, P, CB e CCE.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao senhor Jefferson Rissato Adorno, família e funcionários da Fazenda Retiro Santo Antônio, por autorizarem a realização deste estudo em sua propriedade e por toda ajuda disponibilizada ao longo da realização desta pesquisa.

#### 6 REFERÊNCIAS

ABREU, R. R. L. et al. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 409-416, 2014.

ALMEIDA, D. O. et al. Soil microbial biomass under mulch types in an integrated apple orchard from Southern Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 2, p. 217-222, 2011.

BARETTA, D. et al. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006.

BERUDE, M. C. et al. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 14-28, 2015.

CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no território da Serra do Brigadeiro, MG**. 2011. 118 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

CASSAGNE, N. et al. Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. **Pedobiologia**, Leipzig, v. 50, n. 2, p. 127-134, 2006.

COELHO, R. A. et al. Influência do sombreamento sobre a população de plantas espontâneas em área cultivada com cafeeiro (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, p. 23-28, 2004.

CHAER, G. M. et al. Shifts in microbial community composition and physiological profiles across a gradient of induced soil degradation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 73, n. 4, p. 1327-1334, 2009.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

DALMAGO, G. A. et al. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, 2009.

DRESCHER, M. S. et al. Fauna epigeica em sistemas de produção de *Nicotianatabacum* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1499-1507, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006. 306 p.

FABRIZZI, K. P. et al. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 81, n. 1, p. 57-69, 2005.

FERNANDES, M. M. et al. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 533-540, 2011.

FROUZ, J. et al. Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaimed post mining sites: results of a field microcosm experiment. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 308-320, 2006.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 261, p. 1-16, 2011.

- GUIMARÃES, N. F. et al. Influência de sistemas de produção de café orgânico arborizado sobre a diversidade da fauna invertebrada epigéica. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 280-288, 2015.
- HOFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A. 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.
- JARAMILLO-BOTERO, C. et al. Produção de serrapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 869-877, 2008.
- JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 94-102, 2006.
- LAWES, M. J. et al. Epigeic invertebrates as potential ecological indicators of afro-montane forest condition in South Africa. **Biotropica**, Belo Horizonte, v. 37, n. 1, p. 109-118, 2006.
- MANHAES, C. M. C.; FRANCELINO, F. M. A. Biota do solo e suas relações ecológicas com o sistema radicular. **Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 127-138, 2013.
- MARTINS, S. C. S. et al. Efeito do pousio na recuperação de um solo sob caatinga no semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 2194-2204, 2014.
- MAUNSELL, S. C. et al. Springtail (Collembola) assemblages along an elevational gradient in Australian subtropical rainforest. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 52, p. 114-124, 2012.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 214-220, 2008.
- OLIVEIRA, M. L. et al. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Mesofauna de solo construído em área de mineração de carvão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2015.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P. Influência dos processos de recuperação do solo após mineração de carvão sobre a mesofauna edáfica em Lauro Müller, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 69-77, 2014.
- PEREIRA, R. C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas, BA. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, p. 63-76, 2012. Número especial.
- PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1977. 385 p.
- RICCI, M. D. S. F. et al. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea em cultivo de café orgânico. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 17-27, 2010.
- ROCHA, O. C. et al. Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no cerrado. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 516-526, 2014.
- SEKI, A. S. et al. Efeitos de práticas de descompactação do solo em área sob sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 460-468, 2015.
- SHANNON, E. V.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 144 p.
- SILVA, C. F. et al. Fauna edáfica em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP). **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 52, n. 1, p. 107-115, 2009.
- SILVA, C. J. et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.
- SILVA, D. C. et al. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 77-86, 2011.

- SILVA, F. de A. S. **ASSISTAT**. Versão 7.6 beta. Campina Grande: UFPR, 2012. Disponível em: <<http://www.assistat.com/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- SILVA, J. et al. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 2, p. 59-71, 2012.
- SILVA, R. F. et al. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 130-137, 2013.
- SIMPSON, J. E. et al. Factors affecting soil fauna feeding activity in a fragmented lowland temperate deciduous woodland. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2012.
- STATISTICA for Windows release 4.5: statsoft: modulo cluster análises, joining, tree clostering. Hamburg: Pearson R Single Linkage, 1997.
- TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ**. 2001. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.
- WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J. M. (Ed.). **Ecological concepts**. Oxford: Blackwell Scientific Public, 1989. p. 115-146.
- WARREN, M. W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, Leuven, v. 170, n. 1, p. 161-171, 2002.