

Diversidade da fauna edáfica em solos com diferentes sistemas de manejos no norte do Rio Grande do Sul

Diversity of soil fauna in soils with different management systems in the north of Rio Grande do Sul

Diversidad de la fauna edáfica en suelos con distintos sistemas de gestión en el norte de Rio Grande do Sul

Recebido: 21/03/2022 | Revisado: 28/03/2022 | Aceito: 05/04/2022 | Publicado: 11/04/2022

Enderli Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8721-8229>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: badyviana@hotmail.com

Julio Cesar Grasel Cezimbra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0400-2903>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: juliocezzimbra@yahoo.com.br

Danni Maisa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3600-0462>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: danni-silva@uergs.edu.br

Diego Armando Amaro da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5671-8746>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: damaro.agro@gmail.com

Maiara Figueiredo Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8634-6613>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: maiara.solos@gmail.com

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-8983>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: robson-bohrer@uergs.edu.br

Ramiro Pereira Bisognin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1052-3521>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: ramiro-bisognin@uergs.edu.br

Divanilde Guerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5136-2763>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: divanilde-guerra@uergs.edu.br

Mastrângello Enivar Lanza Nova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2285-1052>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: mastrangelo-lanzanova@uergs.edu.br

Marciel Redin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4142-0522>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: marciel-redin@uergs.edu.br

Eduardo Lorensi de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4834-0066>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: elorensi@yahoo.com.br

Resumo

A fauna edáfica gera importantes serviços ambientais, que podem ser negativamente afetados pelos diferentes manejos do solo. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a diversidade da fauna edáfica em solos com diferentes sistemas de manejo no Sul do Brasil. O trabalho foi conduzido no município de Inhacorá, RS, em Nitossolo Vermelho distroférico, entre dezembro de 2016 e fevereiro de 2017, consistindo em quatro áreas de cultivo em sistema de semeadura direta: Integração lavoura-pecuária (ILP), pastagem anual (PA), frutíferas (FT) e lavoura de grãos (LG). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com oito repetições. A fauna foi amostrada com o método Provid,

sendo utilizadas oito armadilhas por tratamento, distribuídas de forma aleatória. Na primeira época estudada a área ILP, apresentou-se significativamente superior em relação ao número total de organismos, enquanto que na segunda coleta, não houve diferença significativa em relação ao número total de organismos entre as áreas estudadas. Em relação a riqueza, especialmente na primeira época de coleta, as áreas de LG e FT, proporcionaram a maior diversidade, com 14 ordens, na área PA foram encontradas 13 ordens e na área de ILP 12 ordens, enquanto que na segunda coleta, todas as áreas apresentaram uma queda de diversidade. A ordem Collembola apresentou o maior número de organismos nas duas coletas, com destaque para a área ILP na primeira coleta. Dessa forma, a fauna edáfica mostrou-se influenciada pelos distintos manejos e pelas diferentes épocas de coletas.

Palavras-chave: Fauna do solo; Diferentes manejos; Qualidade do solo.

Abstract

The soil fauna generates important environmental services, which can be negatively affected by different soil management. Thus, the present work aims to evaluate the diversity of the built fauna in soils with different management systems in Southern Brazil. The work was carried out in Inhacorá, RS, in Ultisol, between December 2016 and February 2017, consisting of four areas under no-tillage system: ILP (Crop-Livestock Integration), annual pasture (PA), fruits (FT) and grain harvesting (LG). A randomized complete block design with eight replications was used. One fauna was sampled by the Provid method and eight traps per treatment were used, randomly distributed. In the first time studied the ILP area was significantly higher in relation to the total number of organisms, while in the second collection there was no significant difference in relation to the total number of organisms between the studied areas. Regarding richness, especially in the first collection season, the LG and TF areas provided the greatest diversity, with 14 orders, in the PA area 13 orders were found and in the ILP area 12 orders, while in the second collection all the areas showed a diversity decrease. The Collembola order presented the largest number of organisms in both collections, highlighting the ILP area in the first collection. Thus, the edaphic fauna was influenced by the different managements and the different collection times.

Keywords: Fauna of the soil; Different managements; Soil quality.

Resumen

La fauna edáfica genera importantes servicios ambientales, que pueden verse afectados negativamente por diferentes manejos del suelo. Así, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la diversidad de la fauna edáfica en suelos con diferentes sistemas de manejo en el sur de Brasil. El trabajo fue realizado en el municipio de Inhacorá, RS, en Nitossolo Vermelho distroférico, entre diciembre de 2016 y febrero de 2017, compuesto por cuatro áreas de cultivo en sistema de labranza cero: Integración cultivo-ganadería (ILP), pasto anual (PA), árboles frutales (FT) y cultivos de cereales (LG). El diseño utilizado fue en bloques al azar con ocho repeticiones. La fauna fue muestreada mediante el método Provid, utilizando ocho trampas por tratamiento, distribuidas al azar. En el primer tiempo estudiado, el área de ILP fue significativamente mayor en relación al número total de organismos, mientras que en la segunda recolección, no hubo diferencia significativa en relación al número total de organismos entre las áreas estudiadas. En cuanto a la riqueza, especialmente en el primer periodo de colecta, las áreas LG y FT brindaron la mayor diversidad, con 14 órdenes, se encontraron 13 órdenes en el área PA y 12 órdenes en el área ILP, mientras que en la segunda colecta todas las áreas presentaron una disminución de la diversidad. El orden Collembola tuvo el mayor número de organismos en las dos colecciones, con énfasis en el área ILP en la primera colección. Así, la fauna edáfica estuvo influenciada por los diferentes manejos y las diferentes épocas de colecta.

Palabras clave: Fauna del suelo; Manipulaciones diferentes; Calidad del suelo.

1. Introdução

Cada vez mais, busca-se a produção sustentável de alimentos, fibras e energia em harmonia com a natureza, através de manejos de solo que sejam mais sustentáveis (Calegari, 2014). Uma dessas formas de manejo se refere ao uso do solo com o mínimo de perturbação possível, rotações de culturas e plantas de cobertura (Balin, et al., 2017). A adoção desses sistemas mais sustentáveis tem crescido em muitas partes do mundo devido aos benefícios que podem oferecer. O sistema de plantio direto, por exemplo, destaca-se como uma estratégia eficaz para melhorar a sustentabilidade da agricultura, contribuindo para minimizar a perda de solo por erosão e aumento da matéria orgânica do solo (Hobbs, et al., 2008). Além disso, resíduos de culturas e outros insumos orgânicos representam a principal fonte de alimento para fauna edáfica, incluindo macroinvertebrados do solo (Lavelle, et al., 2001; Moore, et al., 2004), que desempenham um papel importante nas principais funções do solo e também podem servir como indicadores sensíveis do manejo do mesmo (Rousseau, et al., 2013; Valença, et al., 2017). Segundo Lucero, et al. (2020), a fauna edáfica é o principal constituinte do solo, ela é responsável pela fragmentação dos resíduos orgânicos, pela produção de enzimas no solo e melhorando a formação dos húmus. Portanto, existe

uma correlação entre a fauna do solo e os processos microbiológicos como decomposição microbiana, ciclagem de nutrientes e capacidade de retenção de água (Zagatto, et al., 2020; Gava, 2020). Por se tratarem de organismos minúsculos e por estarem agregados no solo ou na serapilheira, esta fauna gera importantes serviços ambientais (Korasaki et al., 2013). Cabe aos estudos científicos, a avaliação e quantificação destes benefícios para a difusão destes reconhecimentos para subsidiar um manejo mais sustentável dos ecossistemas terrestres, a favor das presentes e futuras gerações (Melo, et al., 2009).

A fauna edáfica pode ser definida como a população de invertebrados que vivem um ou mais ciclos de vida permanentemente no solo (Manhães, 2011). Ela pode ser classificada quanto seu tamanho, seu hábito alimentar, sua mobilidade e função que desempenha (transformação da matéria orgânica, controle biológico, estrutura do solo e herbívora) no ecossistema (Li, et al., 2020). Ainda, segundo os mesmos autores, a intensidade e qualidade da função desempenhada pela fauna edáfica no solo sofre forte influência das variações sazonais (estações do ano, temperatura, precipitação). Em relação ao seu tamanho é categorizada quanto ao diâmetro do corpo em microfauna (0,2 mm), mesofauna (0,2-2,0 mm), macrofauna (2,0 – 30 mm) e megafauna (> 30 mm) (Swift, et al., 1979). A microfauna é representada em sua maioria por protozoários e nematoides, no qual esses atuam indiretamente na ciclagem de nutrientes pela ingestão de fungos e bactérias. A mesofauna é representada principalmente por ácaros e colêmbolos, no qual as atividades destes seres esta tanto no consumo de microrganismos e da microfauna quanto na fragmentação do material vegetal em decomposição promovendo a humificação. Entre os principais seres que compreendem a macrofauna estão os besouros e minhocas, em que esses estimulam a atividade microbiana, regulam as populações de fungos e da microfauna, redistribuindo a matéria orgânica com a produção de húmus e a mistura de material orgânico e mineral (Swift, et al., 2010; Manhães, 2011).

Dessa forma, todos estes invertebrados são de fundamental importância para a manutenção da qualidade dos solos, atuantes na redistribuição de nutrientes e de matéria orgânica, por meio de suas funções biodinâmicas, sendo participantes diretos no equilíbrio do ecossistema, ocupantes dos níveis tróficos da cadeia alimentar. Estes organismos apresentam uma grande diversidade de formas, comportamentos, tamanhos e estratégias de alimentação e escavação, que podem ser influenciados pelo tipo de manejo empregado no sistema de produção (Portilho, et al., 2011). Segundo Antonioli, et al. (2006), as atividades agropecuárias e seus distintos tratamentos culturais promovem situações em que as biomassas vegetais resultantes dos processos produtivos atuam diretamente sobre a população da fauna edáfica. Os mesmos autores afirmam, que tais efeitos podem ser explicados pelo fato da permanência destes resíduos orgânicos na superfície do solo, possibilitando abrigo e alimento a uma fauna mais diversificada. Por outro lado, a fauna edáfica mostra-se sensível as modificações ocorridas no ambiente, tanto biológicas, físicas e químicas, que podem ser consequência das diversas formas de manejo e cultivos empregados. O resultado destas práticas pode promover impactos ao ambiente com intensidades negativas, positivas ou não influir na diversidade das populações destes organismos edáficos (Baretta, et al., 2011). Góes, et al. (2021), verificaram, por exemplo, que o número de grupos, índice de Shannon e índice de Pielou se modificaram quando se avaliou áreas com práticas distintas de manejo (mata nativa, lavoura e campo nativo pastejado) e, que ainda, esses índices foram diferentes durante as estações do ano.

Portanto, a variação dos organismos edáficos do solo tem papel importante na avaliação das atividades e suas operações agrônômicas, sendo um parâmetro indicativo para monitorar a qualidade do solo. Dessa forma, a fauna edáfica pode ser influenciada pelo sistema de cultivo (Baretta, et al., 2006) e adubação (Alves, et al., 2008), pois o uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais atua diretamente sobre a população da fauna do solo (Gatiboni, et al., 2009). Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a diversidade da fauna edáfica em solos com diferentes sistemas de manejo no Sul do Brasil.

2. Metodologia

Este estudo foi conduzido de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017, na unidade de produção agrícola situada no município de Inhacorá – RS, pertencente à região celeiro, no Noroeste do RS e localizada a uma latitude 27°52'59 Sul e a uma longitude 54°01'01" Oeste, estando a uma altitude de aproximadamente 358 metros. O solo da área experimental é caracterizado como Nitossolo Vermelho Distroférico (Streck, 2008). O estado do RS se enquadra no tipo climático Cf, temperado chuvoso da classificação de Köppen, onde as temperaturas médias mais quentes considerando as diferentes regiões climáticas variam de 18°C a 26°C possibilitando enquadrar o estado nas variedades climáticas a e b. A temperatura média para o mês mais frio variou de 3°C e 18°C. Os dados pluviométricos segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), são uniformes durante o ano todo com volumes superiores a 1.300mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e oito repetições, compondo os seguintes tratamentos: T1: Pastagem Anual (PA), T2: Lavoura de Grãos (LG), T3: Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e, T4: Fruticultura (FT). Para o desenvolvimento do estudo foram delimitadas quatro áreas de 1 ha em sistema de plantio direto onde há um planejamento das culturas utilizadas, conforme mostrado na Tabela 1, que também demonstra os períodos de coleta e coordenadas geográficas.

Tabela 1 - Descrição dos cultivos agrícolas presentes nas áreas experimentais, períodos de coleta e coordenadas geográficas (Latitude e Longitude), no município de Inhacorá, RS.

Tratamentos	Dezembro/2016	Fevereiro/2017	Coordenadas
Lavoura de grãos	Soja (<i>Glycine max</i>)	Soja (<i>Glycine max</i>)	Lat.: 27°54'21.59"S Long.: 54° 1'7.32"W
Pastagem anual	Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	Lat.: 27°54'37.55"S Long.: 54° 1'3.45"W
Frutíferas	Frutíferas (citrus, videira, pereira, jaboticabeira)	Frutíferas (citrus, videira, pereira, jaboticabeira)	Lat.: 27°54'24.49"S Long.: 54° 1'6.23"W
Integração lavoura-pecuária	Soja (<i>Glycine max</i>)	Soja (<i>Glycine max</i>)	Lat.: 27°54'31.09"S Long.: 54° 1'12.85"W

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Em cada repetição, a coleta da fauna para a avaliação foi realizada através do método Provid, com a instalação de oito Provids em cada repetição. Nesse método, se utiliza uma garrafa pet com volume de dois litros, com janelas laterais de 6 x 4 cm à 20 cm de sua base, conforme descrito por Antonioli, et al. (2006).

Os Provids, foram instalados no solo até a altura inferior dos orifícios designados para a entrada dos organismos edáficos e em cada coleta foram mantidos por um período de cinco dias. No interior de cada Provid utilizou-se 200 ml de solução, álcool etílico (70%) e 5% de glicerina para a conservação dos organismos capturados.

Os pontos de coleta nos tratamentos são demonstrados na Figura 1, onde a área 1 corresponde a área de pastagem anual (T1), a área 2 situa-se a área de integração lavoura-pecuária (T2), a área 3 caracteriza a área de frutíferas (T3) e a área 4 corresponde a área de lavoura de grãos (T4). A aplicação do inseticida biológico foi realizada uma única vez, no momento da semeadura do tabaco. Para tal, o conteúdo da embalagem foi previamente agitado para homogeneização, seguido da distribuição de 67 mL do produto diretamente sobre o substrato nas quatro bandejas do tratamento biológico, o que corresponde a aproximadamente 667 ácaros predadores em material inerte (vermiculita), uma vez que o fabricante declara 10.000 ácaros a cada 1000 mL.

Figura 1 - Vista aérea do local do estudo.



Fonte: Google Earth (2017).

Após 5 dias no campo, os Provids foram coletados da área, lacrados e levados ao laboratório, onde foi realizado o preparo e limpeza dos organismos coletados (Figura 2). As amostras foram devidamente peneiradas com o auxílio de peneiras de 10 e 100 Mesh, para separar a matéria orgânica, solo e os organismos edáficos.

Figura 2 - Visualização dos Provids dispostos na área de coleta (esquerda), e a direita amostras sendo preparadas em laboratório.



Fonte: Autores (2017).

Após, os organismos foram armazenados em recipientes com álcool 70% em geladeira refrigerada a 4°C, para posterior contagem e classificação. Posteriormente, as análises procederam com a separação dos organismos ao nível de ordens ou grupos taxonômicos contabilizando-os com o auxílio de lupa binocular.

A avaliação quantitativa da fauna edáfica do solo foi realizada por meio do número médio de grupos da fauna do solo (Riqueza), qualitativamente por meio do Índice de Dominância de Simpson (Is), Índice de diversidade de Shannon (H), equitabilidade de Pielou utilizando o software DivEs- Diversidade de Espécies V. 4.0.

O método que manifesta o Índice de Dominância de Simpson relaciona-se a probabilidade de indivíduos de uma mesma comunidade pertencer à mesma espécie, tendo variações de 0 a 1, onde o valor superior corresponde a maior dominância de uma determinada espécie em relação às demais. Este Índice (Is) pode ser definido pela equação:

$$I_s = N(N-1) / \sum (n_i(n_i-1))$$

Onde, n_i expressa a densidade de cada ordem; N é o número total de cada grupo.

Já o Índice de diversidade de Shannon (H) delibera a indefinição de reter ao acaso um indivíduo da mesma espécie, tendo variações de 0 a 5, onde a superioridade de organismos quanto a diversidade se dá no momento em que se tem um índice mais alto. A equação que define este método é:

$$H = - \sum (p_i \log p_i)$$

Onde, $p_i = n_i/N$; sendo n_i a densidade de cada ordem e N o número total de indivíduos do grupo.

O índice de uniformidade ou equitabilidade de Pielou tem relação com o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, calculado pela equação:

$$J = H / \log S$$

Onde, H é o índice de Shannon e S é o número de espécies (Moço, et al., 2005).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey com 5% de significância, para a comparação entre tratamentos dentro e entre as diferentes épocas de coletas e o total de indivíduos em cada sistema de manejo das áreas, utilizando os procedimentos disponíveis no pacote estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Em cada período de amostragem dos organismos edáficos, resultaram grupos do filo Arthropoda e diversas ordens, destacando que as mais representativas foram: Hymenoptera, Coleóptera, Dermaptera, Hemíptera (Classe Insecta); Aranae, Acarina (Classe Arachnida); Collembola (Classe Entognatha), e as demais ordens como Orthoptera, Isoptera, Diptera, Lepidoptera (Classe Insecta); Scorpiones (Classe Arachnida); Polixenida (Classe Diploda); Isopoda (Classe Custacea); Haplotaxida (Classe Oligochaeta); Pulmonata (Classe Gastropoda), apresentaram uma baixa frequência, constituindo no total 7 classes, 16 ordens e 5.841 organismos coletados, conforme a tabela 2.

Na coleta de dezembro, a área ILP, apresentou-se significativamente superior em relação ao número total de organismos, quando comparada com as áreas PA, LG e FT, correspondendo a 2.979 do total dos mesmos, já as áreas PA, LG e FT, o número de organismos coletados foi de 873, 738 e 377, respectivamente. Esses resultados podem ser explicados pelas melhorias que o sistema integração lavoura-pecuária proporciona de forma geral nos atributos do solo, conforme vem sendo constatado em diversos trabalhos. Dentre eles destacam-se alguns trabalhos, como os de Spera, et al. (2009, 2010), que constataram melhoria dos atributos físicos do solo, em um experimento de dez anos; Corazza, et al. (1999) e Salton, et al. (2011) relataram o aumento de carbono, atribuído ao sistema radicular das gramíneas. Almeida (2012), em Argissolo Vermelho, verificou os benefícios das rotações de culturas sobre a diversidade e a abundância da macrofauna edáfica e Carvalho, et al. (2016), que estudando os atributos físicos, químicos e biológicos em solos hidromórficos, concluíram que o sistema de ILP com plantio direto, rotação de culturas e pastejo com carga ajustada favorece a abundância e a diversidade da fauna edáfica, ao longo do tempo.

Dessa forma, os resultados do presente estudo, foram semelhantes aos verificados por Bartz, et al. (2014), que sobre a influência de diferentes sistemas de uso do solo no oeste de Santa Catarina, os autores observaram que os sistemas plantio direto e integração lavoura-pecuária, apresentaram uma maior riqueza de grupos e quantidade total em relação as demais áreas

estudadas. Góes et al. (2021), avaliando áreas com diferentes manejos, verificaram que a área de lavoura Azevém/Soja apresentaram baixa uniformidade e diversidade biológica, indicando que usos do solo com monocultivos e baixa adição de biomassa vegetal são desfavoráveis à preservação da biodiversidade do solo. Ainda, os mesmos autores concluíram que são necessários estudos mais aprofundados do comportamento de cada grupo no solo, bem como sua reação aos fatores externos podem ter uma grande importância na avaliação da qualidade do solo, pois os diferentes grupos da fauna do solo respondem de maneiras distintas às variáveis ambientais.

Na coleta de fevereiro, não houve diferença significativa em relação ao número total de organismos entre as áreas estudadas, havendo pouca variação de abundância, entre 227 na área PA à 192 na área de LG, porém, quando comparadas as épocas de amostragens, dezembro apresentou-se significativamente superior em todas as áreas estudadas, exceto na área FT. Souza, et al. (2021), avaliando diferentes épocas, também verificaram variações na abundância da fauna mas diferentes estações do ano, em sistema de florestas. Segundo Villagomez, et al. (2019) e Abbas e Parwez (2020), existe variação sazonal e isso impacta nos processos desempenhados pelos organismos do solo e na abundância da fauna edáfica, que é fortemente influenciada pela precipitação e temperatura atmosférica em diferentes locais.

Tabela 2 – Número total de indivíduos por grupo taxonômico na primeira e segunda coleta, riqueza, determinadas através do método PROVID, em dezembro de 2016 e fevereiro de 2017, em área de pastagem anual (PA), lavoura de grãos (LG), integração lavoura-pecuária (ILP) e fruticultura (FT), Inhacorá – RS, 2017.

Época/áreas	Dezembro de 2016				Fevereiro de 2017			
	PA	LG	ILP	FT	PA	LG	ILP	FT
ORDEM								
Collembola	782.1 bA	644.5 bcA	2846.3 aA	195.5 cA	60.1 aB	114.9 aB	112.3 aB	82.8 aA
Orthoptera	0.6 aA	1.0 aA	0.5 aB	0.1 aA	1.6 bA	1.3 bA	6.0 aA	0.8 bA
Isoptera	0.9 aA	1.4 aA	0.3 aA	0.9 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 a0A	0.0 aA
Hymenoptera	34.0 abB	7.0 bA	15.8 abA	81.3 aA	113.4 aA	11.5 bA	22.0 bA	66.1 abA
Hemiptera	0.3 aA	0.9 aA	0.8 aA	0.9 aA	0.5 aA	2.4 aA	0.4 aA	1.3 aA
Diptera	3.3 aA	3.6 aA	4.6 aA	6.4 aA	1.9 abA	0.5 bA	4.1 abA	6.5 aA
Lepidoptera	0.0 aA	0.1 aA	0.0 aA	0.1 aB	0.3 aA	0.3 aA	0.3 aA	0.8 aA
Coleoptera	24.5 aA	38.6 aA	50.0 aA	52.1 aA	36.8 aA	43.3 aA	60.8 aA	31.6 aA
Dermaptera	2.8 aA	7.1 aA	6.0 aA	6.1 aA	7.0 aA	8.4 aA	8.4 aA	5.6 aA
Aranae	13.5 aA	1.1 bA	6.5 abA	6.1 abA	2.6 aB	2.6 aA	4.8 aA	2.4 aA
Acarina	9.0 bA	13.3 bA	27.1 aA	16.6 bA	2.0 aA	5.1 aB	2.1 aB	4.8 aB
Escorpionidae	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.1 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA
Diplopoda	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.3 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA
Crustacea	0.0 aA	0.0 aB	0.0 aA	0.0 aA	0.0 bA	1.4 aA	0.0 b A	0.1 bA
Oligochaeta	0.3 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA
Gastropoda	0.9 aA	0.4 aA	0.0 aA	0.4 aA	0.0 aB	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA
Larvas	1.1 aA	19.1 aA	20.8 aA	10.0 aA	0.0 aA	0.1 aA	0.0 aA	0.0 aA
Sapo	0.0 aA	0.1 aA	0.3 aB	0.0 aA	0.3 bA	0.4 bA	1.3 aA	0.1 bA
Total	873 bA*	738 bA	2979 aA	377 bA	227 aB*	192 aB	222 aB	203 aA
Riqueza	12	13	11	13	11	11	10	11
CV (%)	46.1				46.9			

*Médias seguidas de letra minúscula diferentes nas linhas entre tratamentos dentro de cada época, maiúscula diferente nas linhas entre épocas diferentes indicam existência de diferença estatística significativa pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Autores (2017).

Além disso, 86% dos organismos nas amostras foram desta época, resultando apenas 14% dos indivíduos capturados na coleta de fevereiro. Segundo Oliveira Filho, et al. (2018) e Balin, et al. (2017) essa variação entre as épocas de coleta, podem ser explicadas pelo efeito da sazonalidade para a fauna edáfica do solo, tendo a densidade de indivíduos modificada conforme a sazonalidade. No estudo de Pessotto, et al. (2021), os autores verificaram que a Os organismos do grupo Collembola representaram 75% da abundância total, sendo os que foram observados em maior número, corroborando com os resultados observados no presente estudo.

Em relação a riqueza, especialmente na primeira época de coleta, as áreas de LG e FT, proporcionaram a maior diversidade, com 14 ordens, a área PA foram encontradas 13 e área de ILP 12 ordens. Esses resultados na área de LG, corroboram com os estudos de Santos, et al. (2016), no qual os autores observaram que os diferentes sistemas de plantio para produção de grãos no Sudoeste do Piauí, o plantio direto resultou numa maior diversidade em relação ao plantio convencional. Na segunda coleta, todas as áreas apresentaram uma queda de diversidade, no qual as áreas PA, LG e FT caíram para 12 e a ILP para 11 ordens. Segundo Garlet (2016), as populações de organismos podem aumentar ou diminuir em função de fatores favoráveis ou desfavoráveis do meio, sendo importante o conhecimento das variáveis microclimáticas que atuam sobre o local. Além disso, os atributos físicos e químicos do solo têm uma grande influência sobre os grupos da macrofauna, além da sua distribuição e dos sistemas de uso de solo (Rosa, et al., 2015). Casaril, et al. (2019), em seu estudo da fauna edáfica em plantações de bananas no estado de Santa Catarina, concluíram que as principais práticas que se relacionam com a fauna são a calagem, adubação e disposição de restos culturais. Dessa forma, o presente trabalho, apresentou resultados semelhantes de Rosa, et al. (2015), que estudando as diferentes ocupações de solo no planalto de Santa Catarina, concluíram que as áreas com maior intervenção antrópica, como PD e ILP, tenderam a ter uma menor ocorrência de diversidade quando comparada as áreas naturais.

No que se refere as ordens, a ordem Collembola apresentou o maior número de organismos, tanto na primeira, quanto na segunda coleta, variando de 195 a 2.856 nas áreas FT e ILP, respectivamente na coleta de dezembro e de 60 a 114 nas áreas PA e LG, respectivamente na coleta de fevereiro. Entretanto, na primeira coleta, o número de colêmbolos mostrou-se significativa superior quando comparadas as áreas entre épocas de amostragem, exceto na área FT. Quando confrontadas as áreas na mesma época, na coleta de dezembro, a área ILP mostrou-se significativamente superior quanto ao número de colêmbolos, em relação as demais áreas estudadas, enquanto que em fevereiro não houve diferença significativa. Em estudo realizado por Pompeo, et al. (2016), os autores encontraram maior número de organismos da ordem Collembola, independente da ocupação do solo, em estudo realizado em Lages, Santa Catarina. Balin, et al. (2017), também encontrou em seus resultados, maior presença de colêmbolos, independente dos tratamentos e época de coleta. Segundo Maunsell, et al. (2012), os colêmbolos são encontrados em todo o mundo e estão entre os invertebrados mais abundantes no solo, podendo viver também na serrapilheira. Além disso, alguns estudos já constataram que o uso do solo com pastagens, produção de grãos e silvícola em sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, contribuiu para a maior população de colêmbolos (Van Capelle et al., 2012; Silva, et al., 2014), além de adição de dejetos líquidos de suínos (Silva, et al., 2015).

A ordem Hymenoptera esteve presente em todas as áreas, variando de 7 a 81 nas áreas LG e FT, respectivamente, na coleta de dezembro e de 11 a 113 nas áreas LG e PA, respectivamente, na coleta de fevereiro. Assim sendo, na coleta de dezembro a área FT apresentou maior abundância dessa ordem, vindo em seguida as áreas de PA, ILP e LG no qual essa última, que foi significativamente inferior a área FT, entretanto, na coleta de fevereiro, a área PA se sobressaiu significativamente em relação as áreas LG e ILP. Em estudo realizado por Souza, et al. (2017), que avaliou a fauna edáfica em áreas com Pinhão manso e Laranjeira, as ordens Hymenoptera, Araneae e Coleoptera, foram as mais abundantes, dominantes e frequentes, já o trabalho de Guimarães, et al. (2015), corroboram com os resultados do presente estudo, no qual os autores também verificaram maior número de organismos da ordem Collembola e Hymenoptera nas áreas de plantação de café

estudadas. Dentro da ordem Hymenoptera, a família Formicidae se destacou com a maior frequência nas áreas estudadas. De acordo com Hölldobler e Wilson (1990) este grupo é muito abundante e dominante nos ecossistemas terrestres, tendo grande presença em solos agrícolas (Tăusan, et al., 2018), e grande importância como indicador para a conservação e sustentabilidade do solo (Crepaldi, et al., 2014; Bharti, et al., 2016).

As populações da ordem Coleoptera, variaram de 24 a 52 nas áreas PA e FT, respectivamente, na coleta de dezembro e de 31 a 60 nas áreas FT e ILP, respectivamente, na coleta de fevereiro, não apresentando diferenças significativas entre as áreas na mesma época e entre épocas. Esses resultados foram diferentes dos apresentados por Nunes, et al. (2012), que analisou a fauna edáfica em diferentes manejos para cultivo de forragens no estado de Piauí, no qual os autores verificaram que a coleta do mês de março (período chuvoso), obteve uma população maior da ordem Coleoptera, quando comparadas com a de setembro (período seco), ao contrário dos resultados obtidos por Vargas, et al. (2013), que estudando a fauna edáfica em área de pastagens, eucalipto, frutífera e de reflorestamento, os autores verificaram que as repostas dos coleópteros enquanto à época de coleta, foram menores na época chuvosa e maior na época mais seca. Segundo Carvalho, et al. (2016), a presença de uma população de coleóptero, também tem grande influência pelo preparo do solo, como plantio direto, disponibilidade de resíduos culturais e matéria orgânica de resíduos de animais.

Os resultados do presente estudo mostraram que os diferentes usos do solo, podem causar interferência na comunidade de organismos do mesmo. Isso ficou evidenciado quando analisamos a comunidade de colêmbolos, no qual esses se mostraram como indicadores sensíveis aos diferentes manejos do solo (Ponge, et al., 2003; Sousa, et al., 2006, Pessotto, et al., 2021). Nesse sentido, esses resultados apontaram que os sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o ILP podem reduzir os impactos sobre a biodiversidade edáfica por revolverem o solo somente na linha de semeadura, manterem o solo coberto com resíduos culturais e resíduos de animais, além de adotarem a rotação de culturas, o que pode elevar o teor de carbono orgânico total e nutrientes no solo (Paul, et al., 2013). Dessa forma, as indicações gerais de manejo, pensando no aumento da atividade da fauna em áreas agrícolas exploradas pelo homem, é de que se conserve o máximo possível o solo do ponto de vista de aumento de palhada e resíduos culturais, se reduza mobilização no solo e se aumente a rotação de culturas com espécies de alto aporte de massa seca sob a superfície do solo após seus ciclos.

4. Conclusões

A fauna edáfica mostrou-se influenciada pelos distintos manejos e pelas diferentes épocas de coletas. Os dados analisados mostraram na primeira época estudada 16 grupos taxonômicos compreendendo um total de 4.967 indivíduos coletados e, na segunda época de estudo obteve-se 13 grupos e um número de 843 organismos edáficos capturados.

O sistema de manejo do solo com integração lavoura-pecuária apresentou maior número de colêmbolos na primeira época de semeadura.

Mais estudos são necessários avaliando-se a comunidade da fauna edáfica do solo, em diferentes locais, com diferentes usos do solo, com diferentes manejos de áreas, em diferentes estações do ano e com o uso ou não de insumos agrícolas e espécies diferentes de plantas, para que se tenha um melhor entendimento dos efeitos sobre estes bioindicadores que podem prever aspectos relacionados sobre a melhora ou piora da qualidade do solo de acordo com as atividades que são executadas nas áreas.

Referências

Abbas, M. J. & Parwez, H. (2020). Seasonal diversity of soil microarthropods in two different vegetable plots of Aligarh-India. *Tropical Ecology*, 61(3): 311-316. <https://doi.org/10.1007/s42965-020-00091-9>.

Almeida, D. O. (2012). Fauna epiedáfica e atributos microbiológicos de solos sob sistemas de manejo no subtropical brasileiro. 2012. 95p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- Alves, M. V. et al. (2008). Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no oeste do estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 589-598.
- Antoniolli, Z. I. et al. (2006). Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*, 16:407-417.
- Balin, N. M. et al. (2017). Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. *Revista Scientia Agraria*, 18: 74-84.
- Baretta, D. et al. (2006). Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 5: 108-117.
- Baretta, D. et al. (2011). Fauna edáfica e qualidade do solo. Tópicos em ciência do solo – Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 7: 119-170.
- Bartz, M. C. et al. (2014). The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. *Revista Ciência Agronômica*, 45: 880-887.
- Bharti, H.; Bharti, M. & Pfeifer, M. (2016). Ants as bioindicators of ecosystem health in Shivalik Mountains of Himalayas: assessment of species diversity and invasive species. *Asian myrmecology*, 8: 65-79.
- Calegari, A. (2014). Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com uso de adubos verdes. In: Lima Filho, O. F et al. (Eds). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática, p.21-36.
- Carvalho, J. S. et al. (2016). Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51: 1131-1139.
- Casari, C. E. et al. (2019). Fauna edáfica em sistemas de produção de banana no Sul de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14: 1-12.
- Corazza, E. J. et al. (1999). Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 425-432.
- Crepaldi, R. A. et al. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, 44: 781-787, 2014.
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535, <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- Gava, G. G. et al. (2020). Invertebrados do solo e a influência de diferentes agroecossistemas. *Cadernos de Agroecologia*, 15(2).
- Garlet, J. (2016). Levantamento da entomofauna em plantios de Eucalyptus spp. por meio de armadilha luminosa em São Francisco de Assis – RS. *Ciência Florestal*, 26: 365-374.
- Gatiboni, L. C. et al. (2009). Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia-preta, em sistema plantio direto. *Biotemas*, 22: 45-53.
- Góes, Q. R. et al. (2021). Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. *Ciência Florestal*, 31(1), 123-144.
- Guimarães, N. F. et al. (2015). Influência de sistemas de produção de café orgânico arborizado sobre a diversidade da fauna invertebrada epigéica. *Coffee Science*, 10: 280-288.
- Hobbs, P. R.; Sayre, K. & Gupta, R. (2008). O papel da agricultura de conservação na agricultura sustentável. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 363: 543-555.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). The Ants. Harvard University Press, Cambridge, 732p.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados pluviométricos, Região Noroeste do Rio Grande do Sul (2016). <http://www.inmet.gov.br> >
- Korasaki, V.; Morais, J. W. & Braga, R. F. (2013). Macrofauna. In: Moreira, F. M. S. et al. (Eds.). O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Editora da UFLA, 1, 79-128.
- Lavelle, P. et al. (2001). SOM management in the tropics: why feeding the soil macrofauna? *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 53-61.
- Li, W. et al. (2020). Soil fauna diversity at different stages of reed restoration in a lakeshore wetland at Lake Taihu, China. *Ecosystem Health and Sustainability*, 6(1): 2332-8878. <http://dx.doi.org/10.1080/20964129.2020.1722034>.
- Lucero, E. M. et al. (2020). Invertebrados edáficos em culturas de verão e inverno no Noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 10(1), 67-74.
- Manhães, C. M. C. (2011). Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2011. 54p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e tecnologias Agropecuárias. Campo dos Goytacazes, RJ.
- Maunsell, S. C. et al. (2012). Springtail (Collembola) assemblages along an elevational gradient in Australian subtropical rainforest. *Australian Journal of Entomology*, 52: 114-124.
- Melo, F. V. et al. (2009). A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 39 p.

- Moço, M. K. S. et al. (2005). Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 555-564.
- Moore, J. C. et al. (2004). Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7: 584-600.
- Nunes, L. A. P. L. et al. (2012). Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. *Revista Ciência Agronômica*, 43: 30-37.
- Oliveira Filho, L. C. I. et al. (2018). Fauna edáfica em áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais. *Scientia Agraria*, 19: 113-123.
- Paul, B. K. et al. (2013). Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164: 14-22.
- Pessotto, M. D. F. et al. (2020). Relação do uso do solo com a diversidade e a atividade da fauna edáfica. *Nativa*, Sinop, 8(3), 397-402.
- Pompeo, P. N. et al. (2016). Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina - Brasil. *Scientia Agraria*, 17: 42-51.
- Ponge, J. F. et al. (2003). Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biology Biochemistry*, 35: 813-826.
- Portilho, I. I. R. et al. (2011). Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46: 1310-1320.
- Rosa, M. G. et al. (2015). Macrofauna Edáfica e Atributos Físicos e Químicos em Sistemas de Uso do Solo no Planalto Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39: 1544-1553.
- Rousseau, L. et al. (2013). Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, 27: 71-82.
- Salton, J. C. et al. (2011). Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46: 1349-1356.
- Santos, D. P. et al. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51: 1466-1475, 2016.
- Silva, R. F. et al. (2014). Doses de dejetos líquidos de suínos na comunidade da fauna edáfica em sistema plantio direto e cultivo mínimo. *Ciência Rural*, 44: 418-424.
- Silva, D. M. et al. (2015). Indicadores Microbiológicos de Solo em Pastagem com Aplicação Sucessiva de Dejetos De Suínos. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 39: 1585-1594.
- Sousa, J. P. et al. (2006). Changes in Collembola richness and diversity along a gradient of land-use intensity: A pan European study. *Pedobiologia*, 50: 147-156.
- Souza, J. T. A. et al. (2017). Diversidade de macrofauna edáfica em diferentes ambientes de cultivo no agreste da Paraíba, Brasil. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4: 55-60.
- Souza, T. et al. (2022). Variabilidade Temporal da Fauna Edáfica e seus Grupos Funcionais em Sistema Agroflorestal. *Biodiversidade Brasileira*, 12(2): 1-10, 10.37002/biobrasil.v12i2.1918.
- Spera, S. T. et al. (2010). Efeito de integração entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. *Bragantia*, 69: 695-704.
- Spera, S. T. et al. (2009). Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 129-136.
- Streck, E. V. et al. (2008). Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Emater/RS, 222p.
- Swift, M. J.; Heal, O. W. & Anderson, J. M. (1979). Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford, Blackwell, 372p.
- Swift, M. J. et al. (2010). O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: Moreira, F. M. S.; Huising, E. J. & Bignell, D. E. (Eds.). Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora da UFLA, p. 23-41.
- Tăușan, I. et al. (2018). Succession in ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in deciduous forest clearcuts – an Eastern European case study. *European Journal of Entomology*, 114: 92-100.
- Valença, A. W. et al. (2017). Land use as a driver of soil fertility and biodiversity across an agricultural landscape in the Central Peruvian Andes. *Ecological Applications*, 27: 1138-1154.
- Van Capelle, C.; Schrader, S. & Brunotte J. (2012). Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota – A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*, 50: 165-81.
- Vargas, A. B. et al. (2013). Diversidade da macrofauna edáfica em diferentes usos da terra em Pinheiral, RJ. *Acta Scientiae et Technicae*, v.1.
- Villagomez F. et al. (2019). Effect of tree identity, temporal variation and edaphic parameters on the structure of the edaphic community of Oribatid mites in an evergreen tropical forest of Mexico. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6): 14621-14639. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1706_1462114639.
- Zagatto, M. R. G. et al. (2020). Mesofauna and Macrofauna in Soil and Litter of Mixed Plantations. In: Mixed Plantations of Eucalyptus and Leguminous Trees. *Springer*, 155-172.