

Fauna edáfica em diferentes usos do solo

Soil fauna in different land uses

Mauricio Vicente **ALVES**^{1,4}; Gabriela **NAIBO**²; Everson Kuhn **SBRUZZI**³; Julia da Silva **MACHADO**³ & Cristiano Nunes **NESI**¹

RESUMO

A agricultura, quando executada inadequadamente, provoca inúmeras modificações na composição e diversidade dos organismos do solo, em diferentes intensidades. O objetivo deste trabalho foi conhecer a composição da fauna edáfica em diferentes sistemas de uso do solo (SUS). O estudo foi realizado no município de Braço do Norte (SC), na fazenda experimental da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). Os SUS utilizados foram cultivo de macieira, pessegueiro, videira, maracujazeiro, campo nativo e floresta secundária. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito repetições. Para a avaliação da fauna edáfica, realizaram-se duas coletas, utilizando o método de “Trampa Provid” e fazendo a contagem dos organismos por ordem taxonômica. A abundância da fauna edáfica foi analisada pelos índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), uniformidade de Pielou (e) e riqueza de ordens. A área de videira mostrou o menor valor para os índices, sendo o local com a menor H, Is e “e”, demonstrando maior ação antrópica e ambiente mais degradado. A floresta secundária apresentou os mais elevados índices H, Is, “e”, mostrando maior diversidade de organismos. Este estudo evidencia que a diversidade da fauna edáfica pode ser considerada um atributo-chave para a manutenção da estrutura do ambiente.

Palavras-chave: fauna do solo; fruticultura; indicadores biológicos; organismos edáficos.

ABSTRACT

Agriculture, when performed improperly, causes many changes in the composition and diversity of soil organisms, in varying degrees of intensity. The objective of this work was to identify the edaphic fauna composition in different land uses (SUS). The study was carried out in the municipality of Braço do Norte, SC, at the Unisul experimental farm. The SUS used were cultivations of apple tree, peach tree, vine, passion fruit as well as native grassland and secondary forest. The experimental design was completely randomized with eight replicates. For the evaluation of the edaphic fauna, two samplings were made, using the “Provid Traps” method and counting the organisms by taxonomic order. The abundance of edaphic fauna was analyzed by the diversity indexes of Shannon (H), dominance of Simpson (Is), uniformity of Pielou (e) and richness of orders. The vine area showed the lowest value for the indexes, being the location with the lowest H, Is and “e”, showing greater anthropic action and more degraded environment. The secondary forest presented the highest H, Is, and “e” indexes, showing greater diversity of organisms. This study shows that the diversity of the edaphic fauna can be considered a key attribute for the maintenance of the structure of the environment.

Keywords: biological indicators; fruit growing; soil fauna; soil organisms.

Recebido em: 23 abr. 2019

Aceito em: 20 fev. 2020

¹ Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Rua Dirceu Giordani, 696, Jardim Taruma, Campus Xanxerê – CEP 89820-000, Xanxerê, SC, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-Udesc), Lages, SC, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: mauricio.alves@unoesc.edu.br

INTRODUÇÃO

Com a expansão demográfica mundial, a demanda por alimentos tornou-se muito grande. Decorre cada vez mais pressão antrópica sobre o meio ambiente, o que acarreta a utilização de maiores quantidades de recursos naturais na nutrição humana.

Os fatores supramencionados elevam de forma assídua a área explorada pela agropecuária, já que, conforme o censo agropecuário de 2017, 5.072.152 estabelecimentos agropecuários ocupavam 350.253.329 hectares, o equivalente a 41,13% do território brasileiro (851.487.659 hectares) (IBGE, 2017).

Nessa grande exploração, se feita de forma inadequada, e tratando-se da utilização do solo com o objetivo de alcançar maior produtividade, os organismos edáficos são um componente que recebe pouca atenção e, na maioria das vezes, são desprezados. Entretanto os organismos da fauna edáfica são um componente muito importante na biota do solo, pois atuam como engenheiros do ecossistema (SWIFT *et al.*, 2010).

A diversidade biológica do solo exerce significativa interação com a manutenção da capacidade produtiva deste último e é de grande importância para a decomposição e a mineralização de resíduos orgânicos, favorecendo a disponibilidade de nutrientes (principalmente nitrogênio) às plantas e até mesmo a outros indivíduos (BROWN & SAUTTER, 2009). Em termos de disponibilidade de nutrientes para as plantas, a fauna edáfica exerce importante papel (DUPONT *et al.*, 2009; CARRILLO *et al.*, 2011), uma vez que é responsável pela regulação da população de microrganismos decompositores da matéria orgânica e pela fragmentação desse material (YANG & CHEN, 2009).

Os organismos da fauna edáfica têm grande participação na agregação do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2012; SIDDIKY *et al.*, 2012), em que vários fatores podem atuar na distribuição, composição e atividade alimentar da fauna no solo (EGGLETON *et al.*, 2009; GOMES *et al.*, 2010; BRIAR *et al.*, 2011). Conforme estudo realizado por Simpson *et al.* (2012), os efeitos relacionados diretamente com as mudanças climáticas influenciam a atividade da fauna edáfica, sendo o principal efeito a influência na umidade do solo (HOLMSTRUP *et al.*, 2012). Outros fatores que também têm importante papel na fauna edáfica do solo são as características das estações do ano e as oscilações de temperatura (FERNANDES *et al.*, 2011).

Após o trabalho realizado por Silva *et al.* (2013), foi possível observar que os organismos da fauna edáfica apresentavam comportamento diferenciado de acordo com o tipo e o período de desenvolvimento das culturas. Também se verificou que os organismos da fauna edáfica contribuem diretamente para a avaliação dos sistemas de produção (HUBER & MORSELLI, 2011). Alves *et al.* (2006) destacam o efeito das práticas agrícolas e do manejo do solo sobre a biota. Porém, conforme Cândido *et al.* (2012), existem poucos estudos realizados no sentido de avaliar os efeitos das ações antrópicas sobre a fauna edáfica para o funcionamento e o equilíbrio do solo.

A fauna edáfica mostra-se sensível a modificações ocorridas no ambiente, tanto as físicas e químicas quanto aquelas resultantes das práticas de manejo do solo e de cultivo empregadas. Santos *et al.* (2012) notaram que a monocultura e as práticas culturais interferiram negativamente na composição, diversidade, abundância e no número de indivíduos por espécie, em comunidade de formigas epigeicas. Assim, alguns autores vislumbram na fauna edáfica um excelente bioindicador de qualidade do solo (HOFFMANN *et al.*, 2009; OLIVEIRA & SOUTO, 2011), especialmente por serem organismos sensíveis às práticas de manejo, à natureza da cobertura vegetal e às variações sazonais (MANHÃES, 2011).

Dependendo do tipo e da intensidade do impacto acarretado ao ambiente, tais práticas podem ter efeitos sobre determinadas populações. Algumas práticas podem ser até benéficas, como é o caso da vermicompostagem; esta se mostrou eficiente para ser empregada como técnica de estabilização do lodo de esgoto doméstico e transformação dele em composto que possui alto potencial para ser utilizado na agricultura como fertilizante orgânico (SILVA *et al.*, 2011). A sensibilidade da fauna do solo tem papel importante na avaliação das atividades realizadas pelo homem, sendo indicativa para monitorar a qualidade do solo (BARETTA *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo conhecer a composição da fauna do solo em área de plantio de frutíferas, campo nativo e floresta secundária, a fim de avaliar os impactos causados pela fruticultura sobre a fauna de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na fazenda experimental da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), *campus* Braço do Norte (SC), latitude de 28°16'45" S e longitude de 49°11'00" W. Na região onde o estudo foi instalado, tem-se um clima Cfa (clima subtropical úmido) segundo Koeppen, o qual é bastante quente, alcançando temperatura de 35°C, com ventos que sopram da direção norte. No verão, são comuns fortes chuvas com frequentes trovoadas; já no inverno o frio é acentuado junto aos contrafortes da Serra Geral, com temperatura podendo chegar a 0°C, com fortes geadas e densas neblinas.

A precipitação pluviométrica atinge uma média anual de 1.500 mm. A altitude média é de 27 metros em relação ao nível do mar. O solo do local é classificado como argissolo amarelo, com valores de pH e densidade de partículas variando conforme a tabela 1 e analisados conforme metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995).

Tabela 1 – Valores de pH (água), índice SMP e densidade de partículas, em cada um dos SUS estudados. Média de oito repetições. Legenda: SUS = sistemas de uso do solo; SMP = saturação por bases (*).

SUS	pH	SMP	Densidade (Mg.m ⁻³)
Pessegueiro	6,70	6,76	2,40
Maracujazeiro	6,20	6,47	2,46
Videira	6,00	6,38	2,41
Macieira	6,70	6,73	2,54
Campo nativo	5,80	6,10	2,51
Floresta secundária	4,20	4,76	2,45

(*) A solução tampão SMP é sensível e pode indicar, com precisão, a necessidade de calagem de solos. Tem a sigla baseada nas iniciais dos autores Shoemaker, McLean & Pratt (1961).

Os sistemas de uso do solo (SUS) propostos para o presente estudo foram cultivo de macieira, de pessegueiro, de videira, de maracujazeiro, área adjacente com campo nativo e uma área de floresta secundária (todas as áreas com aproximadamente 0,5 ha).

O cultivo de macieira estava no segundo ano de implantação, o de pessegueiro e o de videira no terceiro, e o de maracujazeiro, no primeiro. O manejo de pragas e doenças era feito com produtos químicos recomendados para cada cultura, e o controle de plantas invasoras era realizado com roçadas e, eventualmente, herbicidas seletivos. Efetuaram-se análises de solo antes da implantação do estudo, e as adubações nas culturas seguiram as recomendações de adubação de manutenção, conforme comissão de química e fertilidade do solo (CQFS RS/SC, 2004), em que foi aplicada, em média, cama de aves na quantidade de 5t.ha⁻¹.

Para a avaliação da fauna edáfica, realizaram-se duas coletas nos meses de setembro e dezembro de 2010. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito repetições, e os pontos amostrados foram distribuídos aleatoriamente em zigue-zague, nas parcelas em cada SUS, havendo distância de 5 metros entre as amostras. Para a coleta da fauna edáfica, empregaram-se armadilhas do tipo "Trampa Provid", conforme descrito por Antonioli *et al.* (2006). As armadilhas permaneceram por três dias (72 h) no campo, cada uma contendo aproximadamente 200 ml de solução de detergente com água, na concentração de 15 mL⁻¹. Após a retirada das armadilhas, realizou-se a limpeza das amostras separando-se o solo e os fragmentos vegetais com o auxílio de peneiras de 0,2, 0,15 e 0,1 mm e acondicionando os organismos em recipientes com tampa, em

solução de álcool a 80%. Em seguida, a identificação dos organismos ocorreu em nível de ordem e grandes grupos, separando os indivíduos por ordem taxonômica de acordo com Swift *et al.* (1979), e fez-se a contagem com auxílio de um microscópio com 40 aumentos.

A abundância da fauna de solo nas diferentes áreas foi analisada pelos índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is) e uniformidade de Pielou (e) (ODUM, 1983), riqueza de ordens (número de ordens) e total de organismos coletados. Adicionalmente, submetem-se os parâmetros analisados a um teste de normalidade e compararam-se suas médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa Assistat, versão 7.6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2006). Na sequência, os dados de número de organismos foram submetidos a uma análise multivariada de componentes principais (ACP), por intermédio do programa Canoco versão 4.0 (TER BRAAK; SMILAUER, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diversidade da fauna edáfica variou entre uma coleta e outra, e entre os SUS, como pode ser observado na tabela 2. Essa variação entre as épocas de coleta levou a tratar os resultados de cada época separadamente.

Tabela 2 – Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H), Simpson (Is), Pielou (e) e riqueza de ordens, avaliados na área experimental de Braço do Norte (SC), nas duas amostragens de organismos, média de oito repetições. Legenda: SUS = sistemas de uso do solo.

SUS	H	Is	e	Riqueza ¹
1.ª coleta				
Pessegueiro	1,59 abc	0,72 ab	1,50 bc	9,00 a
Maracujazeiro	1,66 ab	0,73 ab	1,65 abc	9,38 a
Videira	1,14 c	0,53 b	1,31 c	8,13 a
Macieira	1,28 bc	0,59 b	1,74 ab	9,50 a
Floresta secundária	1,94 a	0,84 a	1,93 a	9,63 a
Campo nativo	1,65 abc	0,75 ab	1,38 bc	8,71 a
2.ª coleta				
Pessegueiro	1,56 bcd	0,63 b	1,72 ab	11,00 a
Maracujazeiro	1,75 abc	0,74 ab	1,71 ab	11,50 a
Videira	1,33 d	0,63 b	1,29 b	10,38 a
Macieira	1,88 ab	0,79 ab	1,31 b	12,13 a
Floresta secundária	2,04 a	0,84 a	1,99 a	11,57 a
Campo nativo	1,40 cd	0,68 ab	1,76 ab	10,29 a

¹ Riqueza = número total de ordens encontradas.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na primeira coleta, a área de floresta secundária teve o maior valor de índice de Shannon (H), diferindo dos cultivos de macieira e videira, indicando que, na área de floresta, houve maior homogeneidade numérica entre as ordens taxonômicas constatadas, em relação aos demais SUS.

A área relacionada ao cultivo de videira apresentou os menores valores no índice H em ambas as coletas, evidenciando a dominância de uma ou mais ordens taxonômicas em detrimento de outras ou até mesmo o baixo número de organismos encontrados (tabela 2). Estudo realizado por Abreu *et al.* (2014), em áreas com diferentes proporções de palhada, mostrou ser possível observar níveis baixos do índice H, o que resulta na presença de alguns grupos (Araneae e Formicidae) mais adaptados a

esse sistema. De acordo com Benazzi *et al.* (2013), nota-se que, onde se tem um ambiente ideal para a atividade de fauna, favorece-se a ocorrência de diferentes grupos de organismos na fauna do solo.

No que concerne ao índice de dominância de Simpson (Is), sabe-se que ele agrega mais valor às espécies raras, já que, quanto mais próximo de “1” for seu valor, mais espécies raras possui. Salienta-se que, nos cultivos de videira e macieira, persiste a dominância de algumas espécies sobre as demais, especialmente se se comparar com a floresta secundária, a qual apresentou o melhor valor de Is. Assim como no trabalho realizado por Silva *et al.* (2013), verificou-se maior dominância de colêmbolos na associação com os cultivos de nabo, aveia-preta e ervilhaca.

Quanto à uniformidade, conforme se vê no índice de Pielou (e), a área de floresta apresentou a maior uniformidade de indivíduos, enquanto a área com cultivo de videira teve a menor uniformidade em ambas as coletas (tabela 2). Isso vem demonstrar que, na área de videira, pode ter ocorrido a predominância de algumas ordens sobre as demais. Também já foi observada por Silva *et al.* (2013) maior uniformidade das comunidades da fauna do solo por meio do índice de Pielou no cultivo de aveia-preta, nabo, nabo/aveia-preta e ervilhaca/nabo/aveia-preta.

No que se refere à riqueza de ordens, não houve diferença significativa entre os SUS nas duas coletas.

Quanto à frequência relativa (FR) das principais ordens da fauna edáfica em cada SUS, a ordem Hymenoptera, na primeira coleta, obteve os maiores valores, chegando a representar mais de 50% dos indivíduos encontrados nas áreas de macieira e pessegueiro (figura 1). Provavelmente o grande predomínio numérico relacionado à ordem Hymenoptera se deve ao fato de as formigas terem naturalmente uma grande dominância numérica em relação aos outros organismos presentes em um hábitat (AGOSTI *et al.*, 2000).

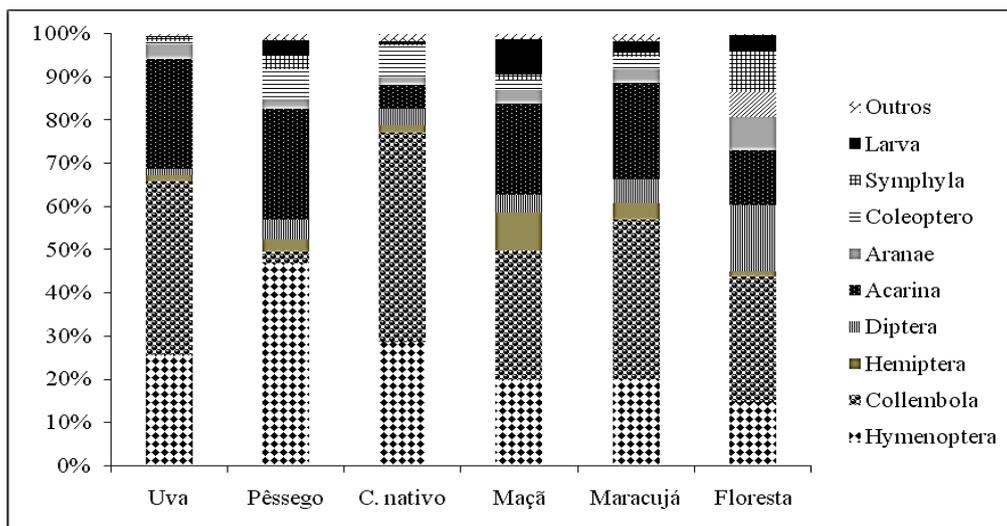


Figura 1 – Frequência relativa das principais ordens de inseto, em cada SUS, na primeira coleta, nos diferentes cultivos.

Tal comportamento, no entanto, não foi igual em todas as áreas e nas duas coletas, mostrando que, apesar da dominância numérica das formigas em uma determinada área e época, sua prevalência em relação a outros indivíduos não depende unicamente de sua elevada dominância natural, como é demonstrado no gráfico da segunda coleta (figura 2), em que a ordem de maior FR foi Collembola, principalmente nos SUS videira e campo nativo. Porém, no SUS pessegueiro, manteve-se a alta frequência de Hymenoptera.

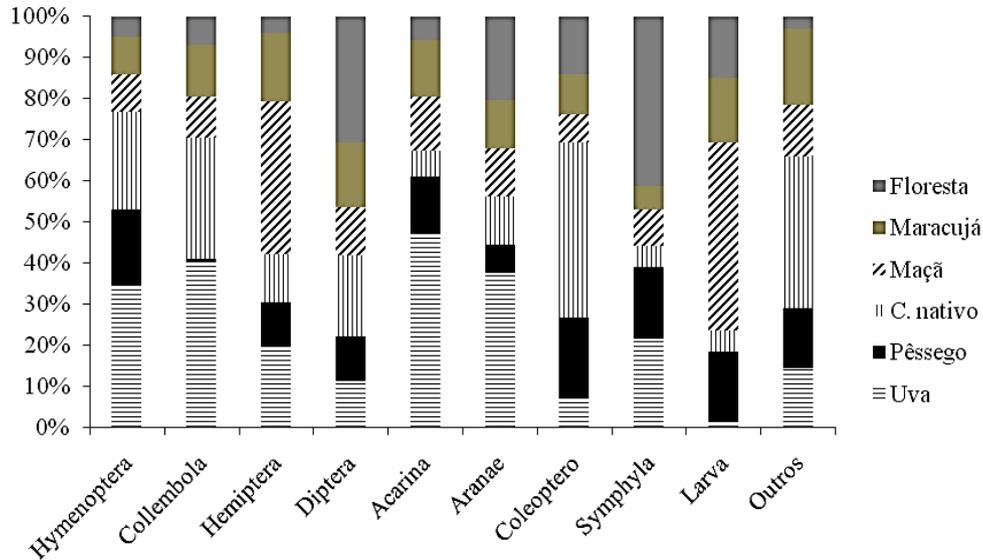


Figura 2 – Frequência relativa das principais ordens de inseto, em cada SUS, na segunda coleta, nos diferentes cultivos.

Nesse sentido, cabe ressaltar que, por conta do grande número de indivíduos que incluíram, essas ordens (Hymenoptera e Collembola) podem exercer influência significativa na manutenção e/ou diminuição do número de indivíduos de outros grupos por meio das suas inter-relações e de suas relações com o ambiente em que vivem. Em estudo de Portilho *et al.* (2011), após realizada a análise dos componentes principais (ACP), foi possível observar que os diferentes usos de solo influenciaram a fauna edáfica e os atributos químicos do solo.

Na ACP do presente trabalho, o componente CP1 explica 18,8% da variação dos dados, e o componente CP2, 15,4%, tendo em vista que 25,2% da variação total dos dados é oriunda dos atributos químicos, dentre os quais: H+Al e Al correlacionados com as ordens Symphyla e Coleoptera; Na e K correlacionados com Chilopoda e Demaptera; e Ca, Mg, pH e P correlacionados com Blattodea (figura 3).

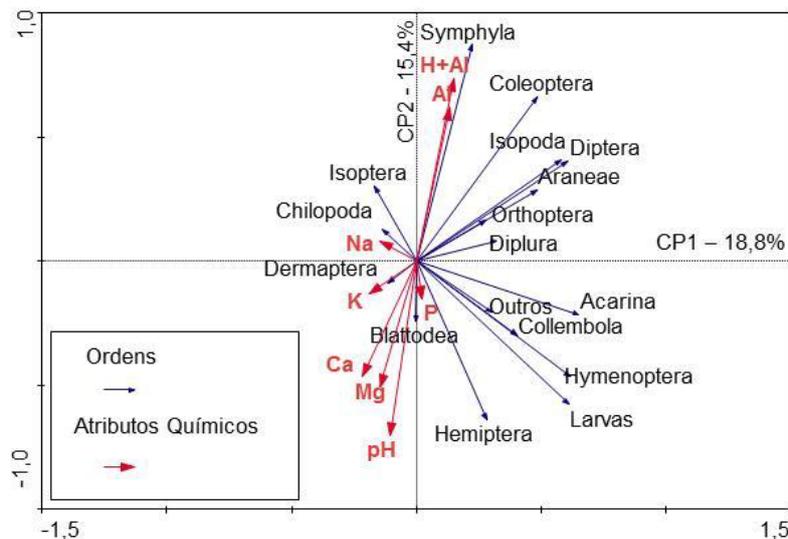


Figura 3 – Componente principal 1 (CP 1) e componente principal 2 (CP 2) mostrando a relação entre as ordens da fauna edáfica nas duas coletas e os atributos químicos do solo como variáveis explicativas. Legenda: pH – potencial hidrogênio (em água); P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; Na – sódio; H+Al – hidrogênio mais alumínio. Fonte: Primária.

CONCLUSÃO

Pode-se constatar que a antropização de áreas utilizadas para a fruticultura interfere negativamente na dinâmica do ecossistema biológico edáfico, visto que as áreas com cultivo de frutíferas e de campo nativo apresentaram índices ecológicos menores se comparados aos da floresta. A área mais impactada foi a de cultivo de videira, possivelmente pela maior utilização de agrotóxicos nesse sistema.

Fica claro que a adoção de sistemas convencionais de produção agrícola acarreta mudanças consideráveis na estrutura da comunidade edáfica, consequentemente diminuindo a velocidade do processo de ciclagem de nutrientes e, consecutivamente, a qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

- Abreu, R. R. L. de, Lima, S. S. de, Oliveira, N. C. R. de & Leite, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2014; 44: 409-416.
- Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E. & Schultz, T. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington: Smithsonian Institution Press; 2000. 280 p.
- Alves, M. V., Baretta, D. & Cardoso, E. J. B. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. *Revista Ciências Agroveterinárias*. 2006; 5: 33-43.
- Antoniolli, Z. I., Conceição, P. C., Böck, V., Port, O., Silva, D. M. da & Silva, R. F. da. Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*. 2006; 16: 407-417.
- Baretta, D., Santos, J. C. P., Segat, J. C., Geremia, E. V., Oliveira Filho, L. C. I. de & Alves, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos Especiais em Ciência do Solo*. 2011; 7: 119-170.
- Benazzi, E. dos S., Bianchi, M. de O., Correia, M. E. F., Lima, E. & Zonta, E. Impacto dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo – Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*. 2013; 34: 93-98.
- Briar, S. S., Fonte, S. J., Park, I., Six, J., Scowc, K. & Ferris, H. The distribution of nematodes and soil microbial communities across soil aggregate fractions and farm management systems. *Soil Biology and Biochemistry*. 2011; 43: 905-914.
- Brown, G. G. & Sautter, K. D. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: the XV International Colloquium on Soil Zoology and XII International Colloquium on Apterygota. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2009; 44: 789-1071.
- Cândido, A. K. A. A., Silva, N. M., Barbosa, D. S., Farias, L. N. & Souza, W. P. Fauna edáfica como bioindicadores de qualidade ambiental na nascente do Rio São Lourenço, Campo Verde – MT, Brasil. *Engenharia Ambiental*. 2012; 9: 67-82.
- Carrillo, Y., Ball, B. A., Bradford, M. A., Jordan, C. F. & Molina, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 2011; 43: 1440-1449.
- CQFS RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS; 2004. 400 p.
- Dupont, S. T., Ferris, H. & van Horn, M. Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling. *Applied Soil Ecology*. 2009; 41: 157-167.
- Eggleton, P., Inward, K., Smith, J., Jones, D. & Sherlock, E. A six year study of earthworm (Lumbricidae) populations in pasture woodland in southern England shows their responses to soil temperature and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009; 41: 1857-1865.

- Fernandes, M. M., Magalhães, L. M. S., Pereira, M. G., Correia, M. E. F., Brito, R. J. & Moura, M. R. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. *Floresta*. 2011; 41: 533-540.
- Gomes, J. B. V., Barreto, A. C., Michereff Filho, M., Vidal, W. C. L., Costa, J. L. S., Oliveira-Filho, A. T. & Curi, N. Relações entre atributos do solo e atividade de formigas em restingas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2010; 34: 67-78.
- Hoffmann, R. B., Nascimento, M. S. V., Diniz, A. A., Araújo, L. H. A. & Souto, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*. 2009; 22: 121-125.
- Holmstrup, M., Sorensen, J. G., Maraldo, K., Schmidt, I. K., Mason, S., Tietemad, A., Smith, A. R., Emmett, B., Schmelz, R. M., Bataillon, T., Beier, C. & Ehlers, B. K. Increased frequency of drought reduces species richness of enchytraeid communities in both wet and dry heathland soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012; 53: 43-49.
- Huber, A. C. K. & Morselli, T. B. G. A. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. *Revista da FZVA*. 2011; 18: 12-20.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. v. 7. Rio de Janeiro; 2017. p. 1-108. [Acesso em: 4 abr. 2019]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf.
- Manhães, C. M. C. Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2011.
- Odum, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara; 1983. 434 p.
- Oliveira, E. M. de & Souto, J. S. Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. *Revista Verde*. 2011; 6: 1-9.
- Oliveira, M. I. L., Benito, N. P., Camargo, A. J. A., Guimarães, M. F. & Brossard, M. Atividade de colônias de *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Nasutitermitinae) sobre estruturas edáficas macro e microagregadas em casa de vegetação. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33: 1733-1744.
- Portilho, I. I. R., Crepaldi, R. A., Borges, C. D., Silva, R. F. da, Salton, J. C. & Marcante, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2011; 46: 1310-1320.
- Santos, M. P. C. J. dos, Carrano-Moreira, A. F. & Torres, J. B. Diversidade de formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila densa e em cultivo de cana-de-açúcar, no município de Igarassu, PE. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*. 2012; 7: 648-656.
- Shoemaker, H. E., McLean, E. O. & Pratt, P. F. Buffer methods for determining lime requirements of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Science Society of American Proceedings*. 1961; 25: 274-277.
- Siddiky, M. D., Rezaul, K., Kohler, J., Cosme, M. & Rillig, M. C. Soil biota effects on soil structure: interactions between arbuscular mycorrhizal fungal mycelium and collembolan (Repost). *Soil Biology Biochemistry*. 2012; 50: 33-39.
- Silva, F. de A. S. E. & Azevedo, C. A. V. de A. New version of the assistat-statistical assistance software. In: World Congress on Computers in Agriculture. Anais. Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers; 2006. p. 393-396.
- Silva, P. R. D., Landgraf, M. D. & Rezende, M. O. O. Avaliação do potencial agrônômico de vermicomposto produzido a partir de lodo de esgoto doméstico. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*. 2011; 6: 565-571.
- Silva, R. F. da, Corassa, G. M., Bertollo, G. M., Santi, A. L. & Steffen, R. B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2013; 43: 130-137.
- Simpson, J. E., Slade, E., Riutta, T. & Taylor, M. E. Factors affecting soil fauna feeding activity in a fragmented lowland temperate deciduous woodland. *Plos One*. 2012; 7: 1-6.

Swift, M. J., Bignell, D., Moreira, F. M. de S. & Huising, J. O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: Moreira, F. M. S., Huising, E. J. & Bignell, D. E. Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora da UFLA; 2010. p. 23-41.

Swift, M. J., Heal, O. W. & Anderson, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell; 1979. 372 p.

Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A., Bohnen, H. & Volkweiss, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. 174 p.

Ter Braak, C. J. F., Smilauer, P. Canoco – Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power. Ithaca, New York; 1998.

Yang, X. & Chen, J. Plant litter quality influences the contribution of soil fauna to litter decomposition in humid tropical forests, southwestern China. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009; 41: 910-918.