



Ensaaios nas Ciências Agrárias e Ambientais 7

**Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)**

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)

Ensaio nas Ciências Agrárias
e Ambientais 7

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensaios nas ciências agrárias e ambientais 7 [recurso eletrônico] /
Organizador Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2019. – (Ensaios nas Ciências Agrárias e
Ambientais; v. 7)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-150-3
DOI 10.22533/at.ed.503192702

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária -
Brasil. 4. Tecnologia sustentável. I. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

DOI O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais” surgiu da necessidade de reunir e divulgar as mais recentes e exitosas experiências obtidas por pesquisadores, acadêmicos e extensionistas brasileiros quanto à temática. Nos volumes 7 e 8, pretendemos informar, promover reflexões e avanços no conhecimento com um compilado de artigos que exploram temas enriquecedores e que utilizam de diferentes e inovadoras abordagens.

O Brasil, em sua imensidão territorial, é capaz de nos proporcionar grandes riquezas, seja como um dos maiores produtores e exportadores de produtos agrícolas, seja como detentor de uma grande e importante biodiversidade. Ainda, apesar das Ciências Agrárias e Ciências Ambientais apresentarem suas singularidades, elas podem (e devem) caminhar juntas para que possamos assegurar um futuro próspero e com ações alinhadas ao desenvolvimento sustentável. Portanto, experiências que potencializem essa sinergia precisam ser encorajadas na atualidade.

No volume 7, foram escolhidos trabalhos que apresentam panoramas e experiências que buscam a eficiência na produção agropecuária. Muitos destes resultados possuem potencial para serem prontamente aplicáveis aos mais diferentes sistemas produtivos.

Na sequência, no volume 8, são apresentados estudos de caso, projetos, e vivências voltadas a questões ambientais, inclusive no tocante à transferência do saber. Ressalta-se que também são exploradas experiências nos mais variados biomas e regiões brasileiras e que, apesar de trazerem consigo uma abordagem local, são capazes de sensibilizar, educar e encorajar a execução de novas ações.

Agradecemos aos autores vinculados a diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, pelo empenho em apresentar ao grande público as especialidades com que trabalham em sua melhor forma. Esperamos, portanto, que esta obra possa ser um referencial para a consulta e que as informações aqui publicadas sejam úteis aos profissionais atuantes nas Ciências Agrárias e Ambientais.

Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O MERCADO DOS FERTILIZANTES AGRÍCOLAS QUE ABASTECEM O AGRONEGÓCIO NO BRASIL E SUAS ESTRATÉGIAS DE VENDAS	
Fernanda Picoli Suélen Serafini Marcio Patrik da Cruz Valgoi Leonardo Severgnini Alexandre Henrique Marcelino Gabriela Rodrigues de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5031927021	
CAPÍTULO 2	14
EFICIÊNCIA NA SEMEADURA DIRETA COM DIFERENTES MANEJOS DA PALHADA CONSTRUÍDA	
Felipe Nonemacher Renan Carlos Fiabane César Tiago Forte Carlos Orestes Santin Gismael Francisco Perin	
DOI 10.22533/at.ed.5031927022	
CAPÍTULO 3	19
VIGOR E DESEMPENHO PRODUTIVO DE PESSEGUEIRO UTILIZANDO DIFERENTES PORTA-ENXERTOS	
Maike Lovatto Alison Uberti Gian Carlos Girardi Adriana Lugaresi Gerarda Beatriz Pinto da Silva Clevison Luiz Giacobbo	
DOI 10.22533/at.ed.5031927023	
CAPÍTULO 4	28
MACROFAUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE	
Elston Kraft Daniela Cristina Ramos Edpool Rocha Silva Dilmar Baretta Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta	
DOI 10.22533/at.ed.5031927024	
CAPÍTULO 5	46
PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE COUVE MANTEIGA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO	
Raiane Lima Oliveira Rayla Mirele Passos Rodrigues Kaique da Silva França Natalia Teixeira de Lima Tayná Carvalho de Holanda Cavalcanti Rubens Silva Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.5031927025	

CAPÍTULO 6 51

MATURAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna multijuga*: GERMINAÇÃO E VIGOR

Matheus Azevedo Carvalho
Gabriel Azevedo Carvalho
Paula Aparecida Muniz de Lima
Gardênia Rosa de Lisbôa Jacomino
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5031927026

CAPÍTULO 7 61

BIOATIVIDADE DO LODO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE RIO NEGRO EM PLANTAS DE ARROZ

Gladys Julia Marín Castillo
Edevaldo de Castro Monteiro
Mayan Blanc Amaral
Andrés Calderín García
Ricardo Luis Louro Berbara

DOI 10.22533/at.ed.5031927027

CAPÍTULO 8 67

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TEMPOS DE REPOUSO DE AMOSTRAS DE SOLO PARA MEDIÇÃO DE TENSÕES ATRAVÉS DO PSICRÔMETRO WP4

Diana Soares Magalhães
Franciele Jesus de Paula
Victória Viana Silva
Lídicy Macedo Tavares
Antonio Fabio Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.5031927028

CAPÍTULO 9 74

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO E TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AIB NA RIZOGÊNESE DO *Eucalyptus urograndis*

Francisco Jose Benedini Baccarin
Valeria Peres Lobo
Felipe Diogo Rodrigues
Eduardo Valim Ferreira
Lívia de Almeida Baccarin

DOI 10.22533/at.ed.5031927029

CAPÍTULO 10 87

MANEJO DA MOSCA-DAS-FRUTAS EM POMARES DOMÉSTICOS

Alexandre C. Menezes-Netto
Cristiano João Arioli
Janaína Pereira dos Santos
Joatan Machado da Rosa
Dori Edson Nava
Marcos Botton

DOI 10.22533/at.ed.50319270210

CAPÍTULO 11 99

MASTITE GANGRENOSA EM UMA CABRA SAANEN: RELATO DE CASO

Maria Clara Ouriques Nascimento
Francisco César Santos da Silva
Ana Lucrécia Gomes Davi
Vitor Araújo Targino
Guilherme Santana de Moura
Michele Flávia Sousa Marques

DOI 10.22533/at.ed.50319270211

CAPÍTULO 12 103

FATORES ANTE E POST MORTEM QUE INFLUENCIAM A MACIEZ DA CARNE OVINA

Arthur Fernandes Bettencourt
Daniel Gonçalves da Silva
Bruna Martins de Menezes
Angélica Tarouco Machado
Angélica Pereira dos Santos Pinho
Bento Martins de Menezes Bisneto

DOI 10.22533/at.ed.50319270212

CAPÍTULO 13 115

CALIBRAÇÃO DE SENSORES CAPACITIVOS DESENVOLVIDOS PARA ESTIMATIVA DE UMIDADE DO SOLO

Caroline Batista Gonçalves Dias
Anderson Rodrigues de Moura
Wesley Vieira Mont'Alvão
Larissa Almeida Pimenta
Edinei Canuto Paiva
Gracielly Ribeiro de Alcantara

DOI 10.22533/at.ed.50319270213

CAPÍTULO 14 122

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Elizângela Nunes Borges
Lária de Jesus Gomes
Joelino da Silva Pereira
Antonio Sousa Silva

DOI 10.22533/at.ed.50319270214

CAPÍTULO 15 129

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO COOPERATIVISMO: ESTUDO DE CASO DE UMA COOPERATIVA EM SÃO LUÍS - MA

Waldemir Cunha Brito
Paulo Protásio de Jesus
Leuzanira Furtado Pereira
Sidney Jorge Moreira Souza
Alexsandra Souza Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.50319270215

CAPÍTULO 16 138

MICROORGANISMOS EFICAZES: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A MELHORIA DE PRODUTIVIDADE VEGETAL E MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Nathalia Hiratsuka Camilo
Adriano Guimaraes Parreira

DOI 10.22533/at.ed.50319270216

CAPÍTULO 17 154

MORFOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna macranthera* DURANTE A MATURAÇÃO

Gabriel Azevedo Carvalho
Matheus Azevedo Carvalho
Paula Aparecida Muniz de Lima
Gardênia Rosa de Lisbôa Jacomino
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.50319270217

CAPÍTULO 18 163

PREÇO DA TERRA AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO SUL: EFEITOS DA EXPANSÃO DA SOJA E DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Lilian Cervo Cabrera

DOI 10.22533/at.ed.50319270218

CAPÍTULO 19 176

VERIFICAÇÃO DO USO INTERCAMBIÁVEL DOS TERMÔMETROS DE MERCÚRIO E DIGITAL NA AFERIÇÃO DA TEMPERATURA RETAL DE GATOS

Marcelo Manoel Trajano de Oliveira
Ivia Carmem Talieri
Thiene de Lima Rodrigues
Edlaine Pinheiro Ferreira
Maria Caroline Pereira Brito

DOI 10.22533/at.ed.50319270219

CAPÍTULO 20 183

AVALIAÇÃO DA PARASITOSE GASTROINTESTINAL EM OVINOS DA RAÇA CORRIEDALE NATURALMENTE COLORIDOS

Arthur Fernandes Bettencourt
Daniel Gonçalves da Silva
Bruna Martins de Menezes
Larissa Picada Brum
Anelise Afonso Martins
Marcele Ribeiro Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.50319270220

CAPÍTULO 21 190

ARMAZENAMENTO NO NITROGÊNIO LÍQUIDO DE SEMENTES DE JABUTICABA: TEOR DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Patricia Alvarez Cabanez
Nathália Aparecida Bragança Fávaris
Arêssa de Oliveira Correia
Nohora Astrid Vélez Carvajal
Verônica Mendes Vial
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.50319270221

CAPÍTULO 22 200

AValiação DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE *BERBERIS LAURINA* BILLB. OBTIDOS DE DIFERENTES PARTES DA PLANTA

Michael Ramos Nunes
Jefferson Luis de Oliveira
Cleonice Gonçalves da Rosa
Murilo Dalla Costa
Ana Paula Zapelini de Melo
Ana Paula de Lima Veeck

DOI 10.22533/at.ed.50319270222

CAPÍTULO 23 205

A EXPERIÊNCIA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DENTRO DAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS

Laiane Aparecida de Souza Silva
Cristina Pereira dos Santos
Lígia Mirian Nogueira da Silva
Alaécio Santos Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.50319270223

CAPÍTULO 24 216

A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS NUMA PERSPECTIVA BIOECONOMICA

Ângela Rozane Leal de Souza
Letícia de Oliveira
Marcelo Silveira Badejo

DOI 10.22533/at.ed.50319270224

CAPÍTULO 25 225

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE FISALIS PRODUZIDAS EM SUBSTRATOS PROVENIENTES DE CASCA DE PINUS

Letícia Moro
Marcia Aparecida Simonete
Maria Tereza Warmling
Maria Izabel Warmling
Diego Fernando Roters
Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra

DOI 10.22533/at.ed.50319270225

SOBRE O ORGANIZADOR..... 231

MACROFAUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE

Elston Kraft

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/
CAV)

Lages – Santa Catarina

Daniela Cristina Ramos

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
(UNOCHAPECÓ)

Chapecó – Santa Catarina

Edpool Rocha Silva

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Educação Superior do Oeste (UDESC/
Oeste)

Chapecó – Santa Catarina

Dilmar Baretta

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Educação Superior do Oeste (UDESC/
Oeste)

Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
(UNOCHAPECÓ)

Chapecó – Santa Catarina

RESUMO: O presente estudo objetivou avaliar o comportamento da fauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo com cultivo de milho (*Zea mays* L.), submetido à adubação biológica e bioestimulantes. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas,

em esquema fatorial 3x4. Os tratamentos foram constituídos pela interação do fator 1 (sistemas de manejo): realização da escarificação da área antes da semeadura a dois anos consecutivos (ESC), escarificação da área e posterior retorno a semeadura direta a dois anos (ESD), e semeadura direta com mais de 10 anos (SD), e fator 2 (adubações biológicas): Bacsol® 200g ha⁻¹ (BAC); Orgasol® 200ml ha⁻¹ (ORG); Mistura de Bacsol® 200g ha⁻¹ + Orgasol® 200ml ha⁻¹ (M). O tratamento testemunha foi caracterizado pela não utilização da adubação biológica (TEST). Três meses após a instalação do experimento foi realizada a coleta dos organismos da fauna do solo por meio da instalação de três armadilhas do tipo “Trampas de Tretzel” distribuídas ao acaso em cada parcela [n = 60 parcelas x 3 armadilhas por parcela = 180]. As variáveis analisadas foram: Indivíduos por armadilha (Ind. arm⁻¹), e índices de diversidade de Shannon (H'), Dominância (D) e uniformidade de Pielou (J). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Avaliou-se ainda a frequência relativa (FR), dissimilaridade e similaridade através de análises ANOSIM e SIMPER, escalonamento multidimensional não métrico (*Non-metric Multidimensional Scalling* - NMDS) e análise de redundância (AR). As variáveis analisadas apresentaram diferenças apenas em relação aos sistemas de manejo. O sistema SD apresentou os melhores resultados

para o Ind. arm⁻¹. A ordem Hymenoptera representou mais de 40% da ocorrência total, em todos os tratamentos estudados. As análises multivariadas evidenciaram a separação dos sistemas SD e ESD de ESC. A AR evidenciou o efeito dos atributos químicos (cálcio, pH e alumínio) e físicos (densidade de partícula) sobre alguns grupos da macrofauna edáfica. O uso da adubação biológica em sistemas de cultivo de milho não afetou a composição da comunidade edáfica. Já os sistemas de manejo do solo afetaram a fauna edáfica, demonstrando o rápido reestabelecimento da mesma um ano após o retorno a semeadura direta no tratamento ESD.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas conservacionistas, invertebrados do solo, sustentabilidade.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the behavior of soil fauna in different soil management systems with maize (*Zea mays* L.) cultivation, submitted to biological fertilization and biostimulants. The experiment was conducted in a randomized complete block design in subdivided plots, in a 3x4 factorial scheme. The treatments were constituted by the interaction of factor 1 (management systems): scarification of the area before sowing to two consecutive years (ESC), scarification of the area and subsequent return to two-year direct seeding (ESD), and direct seeding with more than 10 years (SD), and factor 2 (biological fertilizations): Bacsol® 200g ha⁻¹ (BAC); Orgasol® 200ml ha⁻¹ (ORG); Mixture of Bacsol® 200g ha⁻¹ + Orgasol® 200ml ha⁻¹ (M). The control treatment was characterized by the non-use of biological fertilization (TEST). Three months after the installation of the experiment the soil fauna organisms were collected by means of the installation of three traps of the type “Tretzel Traps” distributed randomly in each plot [n = 60 plots x 3 traps per plot = 180]. The variables analyzed were: individuals per trap (Ind. arm⁻¹), and indices of diversity of Shannon (H'), Dominance (D) and uniformity of Pielou (J). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA). It was also evaluated the relative frequency (FR), dissimilarity and similarity through ANOSIM and SIMPER analysis, non-metric multidimensional scaling (NMDS) and redundancy analysis (RDA). The analyzed variables presented differences only in relation to the management systems. The SD system presented the best results for the Ind. arm⁻¹. The order Hymenoptera represented more than 40% of the total occurrence, in all treatments studied. The multivariate analysis showed the separation of the SD and ESD systems from ESC. RDA evidenced the effect of chemical attributes (calcium, pH and aluminum) and physical (particle density) attributes on some groups of edaphic macrofauna. The use of biological fertilization in maize cropping systems did not affect the composition of the soil community. On the other hand, the soil management systems affected the soil fauna, demonstrating the rapid reestablishment of the same one year after the return to direct sowing in the ESD treatment.

KEYWORDS: Conservation systems, soil invertebrates, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O entendimento dos processos biológicos do solo facilita a racionalização do manejo agrícola e a conservação do solo, uma vez que as práticas agrícolas interferem de alguma forma no ecossistema, e a longevidade do mesmo depende do nível de agressão que tais práticas promovem (ZATORRE, 2008).

Dentro dos ecossistemas terrestres, os organismos da fauna do solo são responsáveis pela ciclagem de nutrientes, fragmentação de resíduos vegetais, decomposição da matéria orgânica, melhoria das propriedades físicas e equilíbrio biológico do solo (BARETTA et al., 2011). Estes organismos são beneficiados por práticas de manejo que estimulam a manutenção dos teores de matéria orgânica do solo (AQUINO et al., 2008), e interferem de maneira diferente em cada população de organismos, dependendo do grau de impacto promovido (BARETTA et al., 2011).

Sistemas de manejo como o plantio direto e o cultivo mínimo têm demonstrado uma maior diversidade da fauna edáfica devido à promoção de condições mais favoráveis para a sobrevivência dos organismos edáficos, devido a mínima mobilização do solo e a permanência dos restos culturais sobre a superfície, que servem como abrigo e alimento (ALVES et al., 2006; SANTOS et al., 2016; BALIN et al., 2017).

Em avaliação da fauna edáfica em sistemas de cultivo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, Baretta *et al.* (2006) constataram que a menor mobilização do solo e a permanência dos restos culturais sobre a superfície nos sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo, proporcionaram maior diversidade da fauna em comparação ao sistema convencional; sendo encontrado no plantio direto diversidade em nível maior que no cultivo mínimo.

Embora haja poucos trabalhos científicos que relacionem a adubação biológica na promoção e estímulo à fauna do solo, a bibliografia há muito tempo reporta a presença desta interação. Os microrganismos (bactérias e fungos) fazem parte da cadeia alimentar da micro e mesofauna edáfica e estão presentes nos hábitos alimentares dos organismos da macrofauna (SOUZA et al., 2015).

Atualmente, um conceito moderno de fertilização do solo envolve a utilização de produtos com ação fertilizante que possam promover a incorporação de microrganismos no solo e/ou disponibilizar nutrientes e substâncias com ação estimulante sobre as plantas, tais como o Bacsol[®], adubo orgânico que contém microrganismos benéficos na sua composição e, o Orgasol[®], adubo organo-mineral de ação bioestimulante (KRAFT et al., 2018a; KRAFT et al., 2018b; PADILHA et al., 2018).

Manejos que inoculam organismos no solo associado ao manejo do resíduo vegetal podem aumentar a probabilidade destes organismos serem capazes de competir com os organismos nativos e sobreviverem. O aumento de sua população representa um aumento a disponibilidade de alimento para os organismos da fauna edáfica favorecendo-os; sendo este, a maior limitação para a sobrevivência da fauna edáfica (BARETTA et al., 2011). Diante do pressuposto, objetivou-se avaliar o efeito

da utilização da adubação biológica e bioestimulantes em milho (*Zea mays* L.), sobre a fauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Seara - SC, latitude 27°9'67" S e longitude 52°18'37" O, com uma altitude de aproximadamente 517 m. O clima da região é do tipo subtropical úmido (*Cfa*) segundo classificação de Köppen, com chuvas bem distribuídas no verão e geadas frequentes no inverno (ALVARES et al., 2013).

A área experimental foi cultivada com milho durante o verão nos últimos 10 anos, sobre semeadura direta na palha (SD), com parte da área (20 ha) cultivada com a cultura em sistema de cultivo mínimo na safra de verão de 2014/2015. Durante o período de inverno nas safras de 2013/2014 e 2014/2015 a mesma foi cultivada com consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) com nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) para cobertura de solo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3x4. Sendo os tratamentos constituídos pela interação do fator 1 (sistemas de cultivo – parcela principal) e fator 2 (adubação biológica – sub parcela), totalizando 12 tratamentos em 60 unidades experimentais (parcelas). Cada parcela possuía uma área total de 24 m² (4x6m).

Os sistemas de cultivo avaliados foram: realização da escarificação da área há dois anos consecutivos (ESC), escarificação da área e posteriormente retorno ao plantio direto na palha no segundo ano (SD) e plantio direto na palha com mais de dez anos de implantação (SD). A adubação biológica consistiu na utilização de fertilizante orgânico 100% natural, composto de microrganismos benéficos ao solo e a planta (Bacsol® Indústria de Insumos Agropecuários Ltda), bioestimulante - composto complexado de nutrientes/aminoácidos (Orgasol® Indústria de Insumos Agropecuários Ltda.) e a combinação de ambos os produtos. O Bacsol® é um composto que contém uma gama de microrganismos como bactérias do gênero *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* (MONTEIRO; WINAGRASK; AUER, 2014), além de fungos como *Saccharomyces cerevisiae* (SPANIOL et al., 2014). Conforme MONTEIRO e AUER (2012), o produto é um formulado constituído, em sua maioria, por células bacterianas. O Orgasol®, por sua vez, consiste de um complexo organo-mineral à base de aminoácidos essenciais, considerado bioestimulante precursor de hormônios e enzimas, e apresenta em sua composição micronutrientes essenciais como boro (B), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), além do enxofre (S) (RSA INDÚSTRIA DE INSUMOS AGRÍCOLA LTDA, 2014).

Os produtos foram utilizados no tratamento de sementes no período que antecedeu a semeadura, tendo as doses tomadas como princípio nas recomendações da representação técnica comercial: Bacsol® 200g ha⁻¹ (BAC); Orgasol® 200ml ha⁻¹

(ORG); Mistura de Bacsol 200g ha⁻¹ + Orgasol 200ml ha⁻¹ (M). O tratamento testemunha foi caracterizado pela não utilização dos produtos (TEST).

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2013) e as características químicas registradas nas análises realizadas no período que antecedeu a o plantio pode ser visualizada na tabela 1 abaixo.

	Argila (%)	M.O m/v	pH H ₂ O (1:1)	P -mg/dm ³ -	K	Ca	Mg	H+Al	CTC pH7.0	Al	V%
								-----cmol _c /dm ³ -----			
SD	41	3,1	5,8	10,5	220	6,3	1,9	3,7	12,52	0	70,3
ESC	47	3,1	5,6	9,5	228	6,3	1,8	3,6	12,37	0	70,3
ESD	47	3,1	5,6	9,5	228	6,3	1,8	3,6	12,37	0	70,3

Tabela 1 – Características químicas do solo na área antes da implantação do experimento.

Fonte: Kraft, 2018.

O manejo da cobertura de solo, foi efetuada através do controle químico, sendo realizado duas aplicações nos dias 05 e 24 de agosto de 2015, utilizando Glyphosate (sal de potássio 1.176g P. A ha⁻¹), em cada aplicação.

No dia 05 de setembro, foi efetuada a escarificação a uma profundidade de 15 cm com distância entre as hastes de 40 cm, e em seguida realizada a deposição do fertilizante com semeadora tratorizada a uma profundidade de 10 cm de profundidade, utilizando-se 45 kg ha⁻¹ de N, 165 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 500 kg ha⁻¹ da fórmula 09–33–12, para uma expectativa de rendimento de 12 ton ha⁻¹ do grão, com base na recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (CQFS-RS/SC, 2004).

A aplicação N em cobertura foi dividida em duas épocas de aplicação sendo a primeira, realizada no dia 07 de novembro, quando as plantas encontravam-se em estágio vegetativo V4, utilizando-se 67,5 kg ha⁻¹ de N. Neste mesmo momento realizou-se a complementação da adubação potássica com aplicação 22 kg ha⁻¹ de K₂O, representado 187 kg ha⁻¹ da fórmula 36 – 00 – 12. A segunda aplicação ocorreu 15 dias após a primeira, em estágio vegetativo V7 à V8, com aplicação de 67,5 kg ha⁻¹ de N, representando 150 kg ha⁻¹ da fórmula 45–00–00, suplementando assim a necessidade de nitrogênio e potássio para expectativa de 12 ton ha⁻¹ do grão. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com a necessidade e recomendação para a cultura.

A coleta da fauna edáfica foi realizada aproximadamente três meses após a instalação do experimento, no dia 04 de dezembro de 2015, por meio da instalação de três armadilhas do tipo “Trampas de Tretzel” distribuídas, ao acaso, por parcela, totalizando 180 armadilhas [n = 60 parcelas x 3 armadilhas por parcela = 180]. As armadilhas foram constituídas por frascos de vidro com 9 cm de diâmetro, enterrados no solo com a extremidade superior nivelada com a superfície do mesmo, permanecendo no local por 72 horas em cada tratamento. Nas armadilhas foram colocados 100 mL de

solução detergente neutro, na concentração de 2,5% (BARETTA et al., 2003).

Após a retirada das armadilhas, foi realizado o preparo, limpeza e a classificação da macrofauna edáfica, no Laboratório de Solos da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), em Chapecó, SC. A fauna amostrada foi triada com o auxílio de duas peneiras sobrepostas, sendo a superior com malha de 2 mm e a inferior com malha 0,053 mm, sob água corrente. A primeira peneira teve por objetivo reter materiais grosseiros (folhas, torrões de solo, galhos) e a segunda reter toda a fauna amostrada. Todos os organismos encontrados foram mantidos em álcool 70%. Posteriormente, com auxílio de microscópio estereoscópio os organismos da fauna edáfica foram identificados ao nível taxonômico de Classe/Subclasse/Ordem/Família/Epifamília (RUGGIERO et al., 2015) e quantificados.

Ao final do experimento, quando da colheita do milho foram realizadas amostragem de solo na camada de 0-10cm de profundidade, para determinações das características físico-químicas utilizadas como variáveis explicativas na análise multivariada. As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de um trado holandês e encaminhadas ao Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/ CEPAF/CHAPECÓ). Para avaliação dos parâmetros físicos foi realizada a coleta de amostras indeformadas e, posteriormente, encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) para determinação da densidade do solo (Ds), densidade de partícula (Dp) e porosidade total (PT). Foram determinados à campo a resistência do solo a penetração (Rp) com o auxílio de um Medidor Eletrônico de Compactação do Solo - PenetroLOG® PLG1020, e a umidade volumétrica (Uv), utilizando-se um Medidor Eletrônico de Umidade do Solo modelo HIDROFARM® da marca FALKER (mais detalhes em KRAFT et al., 2018b).

A partir dos dados da fauna edáfica calcularam-se os índices de diversidade de Shannon - Wiener (H'), equabilidade de Pielou (J) e dominância (D), utilizando o programa estatístico Past v. 3.0 (HAMMER et al., 2001), a fim de verificar como os sistemas de manejo e os tratamentos biológicos poderiam afetar a distribuição dos grupos da fauna. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para identificar diferenças estatísticas entre os tratamentos e sistemas de manejo, dados de fauna foram submetidos a uma análise de similaridade (ANOSIM) com base no índice de similaridade de Bray-Curtis, com contribuição dos grupos edáficos avaliada por análise de SIMPER (Permutações = 999), através do Software PRIMER 5.6 utilizando o programa PRIMER v. 5.6 (CLARKE; WARWICK, 2001). A abundância total dos grupos taxonômicos obtidos foi transformada utilizando $\log(x+1)$, utilizando a distância de similaridade de Bray-Curtis, e aplicou-se a análise de escala multidimensional (*Non-metric Multidimensional Scalling* - NMDS) (TER BRAAK; SMILAUER, 1998), com a finalidade de verificar a associação dos grupos taxonômicos com os diferentes tratamentos. As variáveis explicativas (químicas e físicas) colineares

foram identificadas através do *Variance Inflation Factor* (VIF) e por operações de *forward selection*, usando sucessivas Análises de Redundância (AR) com base em permutações por teste de Monte-Carlo, retirando as que apresentaram colinearidade e selecionando as que melhor explicaram a variação dos dados. Para as análises multivariadas foi utilizado o programa CANOCO 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os organismos da macrofauna do solo abrangeram 13 grupos taxonômicos, com abundância total de 1386 indivíduos. Na frequência relativa (FR) estão apresentados os principais grupos da fauna edáfica dos sistemas de manejo (Figura 1), destacando a ordem Hymenoptera com maior frequência, mais de 40% da FR em cada sistema, e o tratamento SD que teve a maior FR deste grupo. As ordens Diptera, Coleoptera e Orthoptera, junto com Hymenoptera, representaram mais de 90% da frequência total da fauna edáfica amostrada (Figura 1).

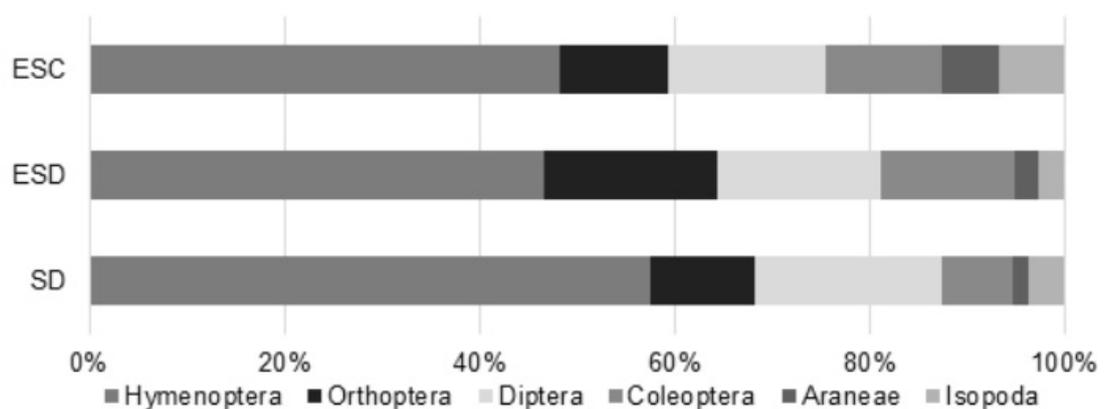


Figura 1 - Frequência relativa das principais ordens da fauna edáfica capturadas nos diferentes sistemas de cultivo.

SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta.

A ordem Hymenoptera (formigas) é o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presente nos mais diferentes habitats (WINK et al., 2005). Elas conseguem colonizar ambientes com poucos recursos como praias, agroecossistemas, pastagens, etc., por isso encontra-se em grande número em todos os sistemas. Esse comportamento de maior FR de Hymenoptera também foi relatado por Giracca *et al.* (2003), Santos *et al.* (2008), Rovedder *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2014).

Estudos realizados já evidenciaram que modificações na macrofauna podem ser decorrentes de mudanças de habitat, fornecimento de alimento, criação de microclima e manejo do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). De acordo com Silva *et al.* (2014), nos sistemas de plantio com menor perturbação por revolvimento e mecanização as populações de organismos não sofrem tanto impacto, por isso tendem a se recuperar mais rapidamente da perturbação, estabelecendo o equilíbrio dentro de seu

ecossistema. Quando a perturbação é maior, as modificações dentro do ecossistema são maiores, podendo algumas serem permanentes, como extinção de alguma espécie dentro do ecossistema.

Apesar do grupo Hymenoptera (Formiga) estar presente em grande quantidade em todos os tratamentos, houve predomínio no sistema de SD. Em sua maioria, este grupo é considerado indicador de solos pobres, ácidos e fortemente antropizado (BARETTA et al., 2011). No entanto, o avanço na identificação de família, gênero ou espécie, pode ser uma ferramenta importante, tendo em vista a ampla gama de hábito alimentar, além de que, determinadas espécies são encontradas apenas em ambientes mais conservados com maior biodiversidade vegetal (ROEDER; ROEDER, 2016). Evidenciando desta maneira, que, é necessário avançar em estudos da taxonomia de grupos chaves, a fim de elucidar melhor as questões que envolvem sistemas produtivos e os organismos edáficos.

O tratamento BAC foi o que mais favoreceu a população da ordem Diptera, com aproximadamente 40% a mais de frequência em relação aos demais tratamentos (Figura 2). Alves *et al.* (2008) ao avaliarem a influência do uso de fertilizantes mineral, orgânico e organo-mineral sobre a fauna do solo, também encontraram maior frequência de organismos da ordem Hymenoptera e pouca diferença na frequência das demais ordens.

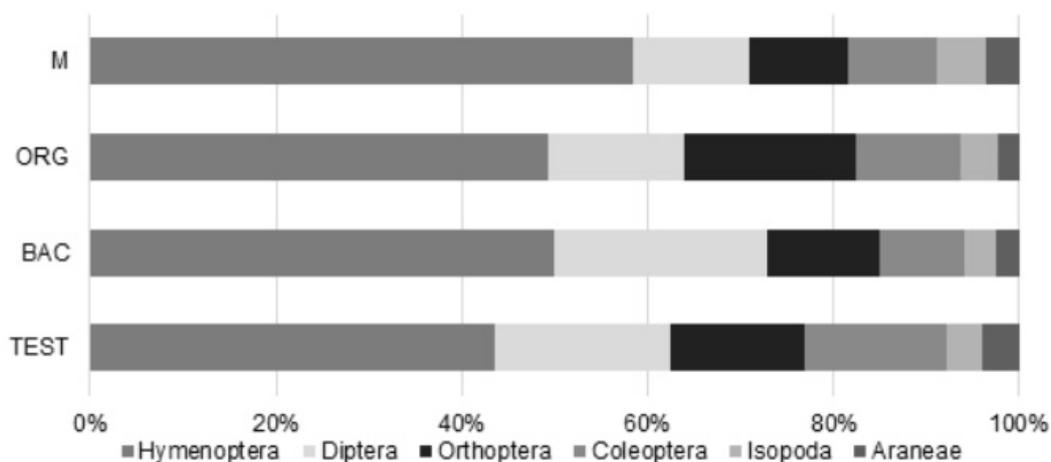


Figura 2 - Frequência relativa das principais ordens da fauna edáfica capturadas nos diferentes tratamentos.

TEST: Testemunha; BAC: Bacsol 200 g ha⁻¹; ORG: Orgasol 200 mL ha⁻¹; M: Mistura de Bacsol 200 g ha⁻¹ + Orgasol 200 mL ha⁻¹.

Para todos os parâmetros avaliados o teste F não demonstrou efeito significativo para a interação entre os fatores (Adubações e Sistemas), assim como não foi verificado efeito significativo isolado da utilização do adubo biológico (Bacsol®) e do bioestimulante (Orgasol®), na abundância de indivíduos (Ind. arm⁻¹) e nos índices de diversidade da fauna edáfica. A análise de variância indicou diferença significativa apenas para o fator sistemas de manejo com relação a Ind. arm⁻¹ (Tabela 2).

FV	GL	QM			
		Ind. arm ⁻¹	D	H'	J
Adubações (A)	3	68,62ns	0,018ns	0,043ns	0,026ns
Sistemas (S)	2	551,86*	0,011ns	0,064ns	0,004ns
A x S	6	128,36ns	0,009ns	0,059ns	0,012ns
Erro	40	154,59	0,015	0,087	0,013

Tabela 2 – Análise de variância dos dados de Abundância (Indivíduos por armadilha – Ind. arm⁻¹), índice de Dominância (D), diversidade de Shannon – Wiener (H') e equabilidade de Pielou (J) nos diferentes adubos biológicos e sistemas de manejo.

^{ns} valor de F não significativo a 5%; * valor significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade. Adubações biológicas (A): TEST: Testemunha; BAC: Bacsol 200 g ha⁻¹; ORG: Orgasol 200 mL ha⁻¹; M: Mistura de Bacsol 200 g ha⁻¹ + Orgasol 200 mL ha⁻¹. Sistemas (S): SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta. Indivíduos por armadilha (Ind. arm⁻¹); Índice de Dominância (D); Shannon – Wiener (H'); equabilidade de Pielou (J).

Os valores da abundância da macrofauna edáfica (Indivíduos por armadilha – Ind. arm⁻¹) entre os tratamentos adubações e sistemas de manejo estudados evidenciaram não haver interação entre os mesmos (Tabela 3). Houve tendência dos maiores valores encontrados para a abundância dos organismos da fauna ocorrer em SD<ESD<ESC (Tabela 3).

SISTEMAS	TEST	BAC	ORG	M	MÉDIAS
Ind. arm ⁻¹					
SD	36,75 ^{ns}	34,66	34,50	24,50	32,15 a
ESC	11,80	26,20	21,40	24,50	20,28 b
ESD	25,60	28,80	30,00	29,80	28,55 ab
MÉDIAS	23,85 ^{ns}	29,15	27,17	26,53	
C.V.	24,77				

Tabela 3 - Valores de abundância referentes aos organismos da macrofauna fauna edáfica, em diferentes tratamentos biológicos e sistemas de cultivo de milho (*Zea mays* L.).

Coefficiente de variação (C.V.). *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). TEST: Testemunha; BAC: Bacsol 200 g ha⁻¹; ORG: Orgasol 200 mL ha⁻¹; M: Mistura de Bacsol 200 g ha⁻¹ + Orgasol 200 mL ha⁻¹. Sistemas (S): SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta.

A diversidade de invertebrados do solo, bem como sua abundância é afetada pela atividade antrópica, reduzindo a disponibilidade de recursos e refúgios. Em plantio direto, a manutenção da cobertura morta, por meio da palhada na superfície do solo, fornece abrigo e fonte de energia para os organismos do solo, que em sua maioria são fitófagos (CORREIA; OLIVEIRA, 2006). O número de Ind. arm⁻¹ foi superior em semeadura direta com mais de 10 anos, e apesar de apenas um ano após a retomada da semeadura direta em sistema escarificado (ESD) a abundância edáfica apresentou melhoras significativas em relação ao sistema escarificado (ESC) (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram obtidos por Alves *et al.* (2006) e Santos *et al.*

(2016) comparando sistema plantio direto em diferentes anos de estabelecimento e sistema convencionais de manejo, encontraram aumento na abundância de indivíduos nos sistemas mais conservacionistas em relação aos com maior intensificação de uso. Tal fato, pode ser justificado devido a menor atividade mecânica nesta área aliada a constante cobertura vegetal e a maior período de implantação do sistema conservacionista. Em termos de biota do solo e resposta das culturas agrícolas, os sistemas conservacionistas colaboram para a promoção ao aumento da diversidade (SANTOS et al., 2016) e abundância de inimigos naturais, levando a redução do número de insetos fitófagos (ANDERSEN, 1999).

A diversidade tem um papel importante na manutenção da estrutura e do papel do ecossistema. O índice de H' atribui um peso maior as espécies raras encontradas nas amostras, comparando as populações, enquanto o índice J divide os indivíduos igualmente entre os grupos, para que haja uma maior uniformidade (ODUM, 1983; PIELOU, 1966). Contudo; os valores obtidos para os índices de diversidade tiveram baixa variação, sem que se verifique uma clara tendência entre os tratamentos avaliados.

O teste de permutação ANOSIM foi utilizado a fim de observar a significância das diferenças entre os tratamentos biológicos e entre os diferentes sistemas de manejo do solo utilizando modelos multivariados. A variabilidade espacial de grupos de macrofauna em cada tratamento avaliada através da análise de similaridade (ANOSIM) revelou diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo (R: 0,09, $p = 0,03\%$). No entanto, para os tratamentos biológicos (R: -0,02, $p = 88,7\%$) não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4) indicando semelhanças entre os tratamentos.

Esse teste produz uma estatística R que varia em uma amplitude de -1 a 1. Valores R iguais a 1 são obtidos apenas quando todas as réplicas dentro dos grupos são mais similares entre si do que qualquer réplica de grupos diferentes (MAISI e ZALMON, 2008). Neste sentido observou-se que a heterogeneidade dos tratamentos explica a variação entre os diferentes grupos de macrofauna encontrados. Verificou-se a diferença estatística entre os sistemas de manejo do solo, onde os sistemas SD e ESD diferiram de ESC, porém não diferiram entre si (Tabela 4).

Adubação Biológica		
Tratamentos	R	Nível %
Test,Bac	-0,009	52,7
Test,Org	-0,037	81,8
Test,M	-0,028	74,7
Bac,Org	-0,012	54,8
Bac,M	-0,024	65,4
Org,M	-0,013	52,2
Sistemas		
Sistemas	R	Nível %

SD, ESC	0,124	0,3**
SD, ESD	0,024	27,7
ESC, ESD	0,130	2,0*

Tabela 4 - Análise de similaridade (ANOSIM) dos diferentes tratamentos biológicos de milho (*Zea mays* L.) TEST: Testemunha; BAC: Bacsol 200 g ha⁻¹; ORG: Orgasol 200 mL ha⁻¹; M: Mistura de Bacsol 200 g ha⁻¹ + Orgasol 200 mL ha⁻¹; SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta.

*,**Diferença significativa à 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Diversos trabalhos têm demonstrado que as práticas de manejo interferem na estrutura das populações de organismos edáficos (BARETTA et al., 2003; ALVES et al., 2006; BALIN et al., 2017). Contudo, verifica-se a rápida resposta da fauna ao manejo, sendo que apenas um ano após a retomada do plantio direto no sistema escarificado (ESD), a composição da fauna edáfica foi semelhante ao sistema plantio direto a mais de 10 anos

Os grupos que mais contribuíram para a separação (dissimilaridade) dos sistemas de manejo do solo estão apresentados na tabela 5 com suas respectivas contribuições, que foram calculadas através da análise SIMPER, utilizando o coeficiente de distanciamento de Bray-Curtis. Os sistemas de manejo do solo foram combinados aos pares. Essas combinações oferecem informações de quais organismos mais contribuíram para que essa diferenciação ocorresse.

Na tabela 5 são apresentados apenas os resultados da análise da combinação aos pares de SD x ESC e ESD x ESC, uma vez que na ANOSIM foram os únicos tratamentos que apresentaram diferença estatística. É possível visualizar uma diferença entre os sistemas de manejo do solo, sendo que, para SD quando comparada com a ESD apresentou um número maior de táxons capazes de separar o sistema ESC. A análise SIMPER demonstrou qual táxon foi responsável pela dissimilaridade entre os manejos do solo, apresentando-se os grupos que tiveram uma porcentagem de contribuição de pelo menos 10%. Apenas o grupo Hymenoptera apareceu em maiores proporções no SD e não tendo a mesma participação em ESD.

Grupos da fauna	% Contribuição	% Acumulada
SD x ESC		
Outros	16,58	16,58
Orthoptera	12,58	29,16
Coleoptera	12,28	41,44
Araneae	12,01	53,45
Isopoda	11,71	65,16
Diptera	11,08	76,24
Hymenoptera	10,99	87,23
ESD x ESC		
Outros	16,06	16,06

Orthoptera	13,66	29,72
Coleoptera	12,73	42,45
Isopoda	12,58	55,03
Araneae	12,48	67,51
Diptera	11,91	79,42

Tabela 5 - Contribuição (%), contribuição acumulativa (%) dos principais grupos responsáveis para a dissimilaridade observada entre os sistemas de manejo que diferiram estatisticamente ($P < 0,05$). SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta.

Em trabalho desenvolvido por Santo *et al.* (2016), avaliando sistema plantio direto e convencional, identificaram maior participação de Coleoptera, larvas e Araneae em SD. Evidenciando a importância destes grupos edáficos como indicadores de sustentabilidade dos sistemas de manejo e qualidade do solo.

A análise de escalonamento multidimensional não métrica (Non-Metric Multidimensional Scaling - NMDS) evidencia a separação dos sistemas de manejo do solo, mas não a separação pelos tratamentos biológicos, confirmando os resultados obtidos na ANOSIM, apresentando um baixo fator de estresse (0,0682) (Figura 3).

Os sistemas de manejo do solo variaram com a abundância da macrofauna edáfica, ocorrendo a separação no eixo 1 da ordenação NMDS entre a semeadura direta (SD) e retorno a semeadura direta (ESD), do sistema de cultivo escarificado (ESC). Sendo os grupos Gastropoda, Isopoda, Hemiptera e Outros mais abundantes em ESC, já os grupos Chilopoda, Orthoptera, Diptera e Coleoptera mais abundantes nos sistemas mais conservacionistas (Figura 3).

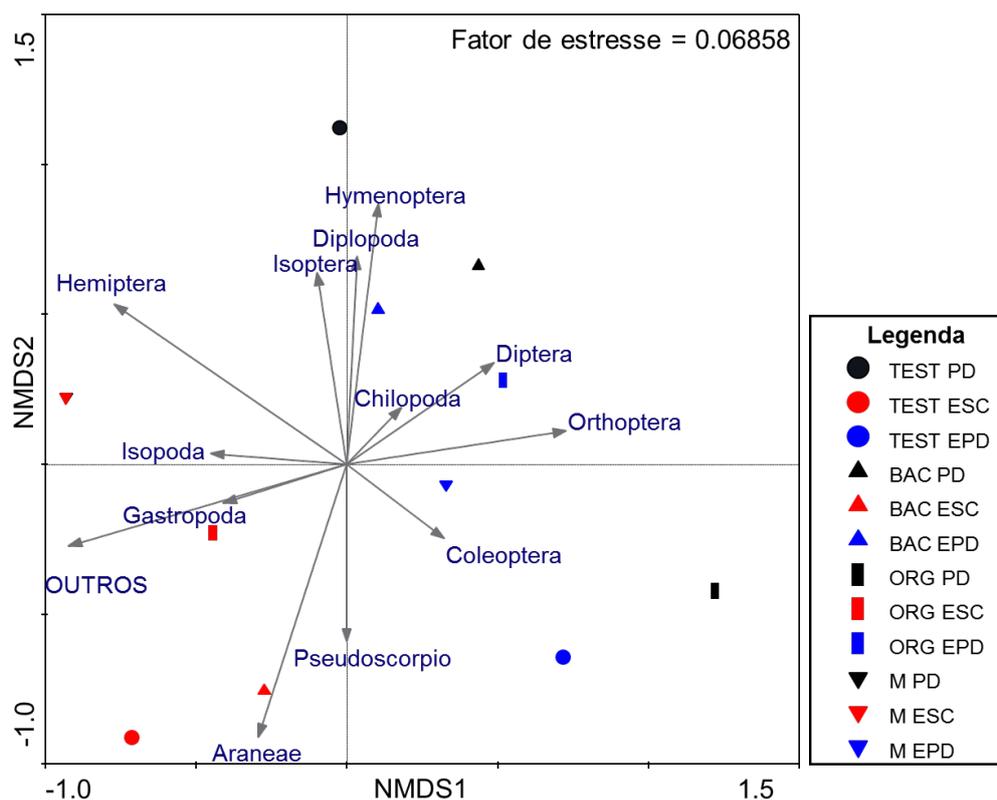


Figura 3 – Análise de Escalonamento multidimensional não métrica (Non-Metric

Multidimensional Scalling - NMDS) referentes aos organismos da fauna edáfica, em diferentes tratamentos biológicos e sistemas de cultivo de milho (*Zea mays* L.). TEST: Testemunha; BAC: Bacsol 200 g ha⁻¹; ORG: Orgasol 200 mL ha⁻¹; M: Mistura de Bacsol 200 g ha⁻¹ + Orgasol 200 mL ha⁻¹; SD: Semeadura Direta; ESC: Escarificado; ESD: Escarificação + Semeadura Direta.

Observa-se ao longo do eixo 1 da ordenação NMDS, o predomínio de grupos edáficos predadores entre eles: Chilopoda, Orthoptera e Coleoptera nos sistemas mais conservacionistas (SD e ESD). No entanto, para que haja predominância de predadores, é importante que as cadeias alimentares estejam estabelecidas, o que dificilmente ocorre em áreas agrícolas (BARETTA, 2014; ROSA et al., 2015). Porém neste caso, verifica-se que sistemas conservacionistas promovem um ambiente mais favorável para a manutenção da comunidade edáfica em relação ao sistema escarificado. Esses organismos atuam como predadores sobre os saprófagos e micrófagos (mesofauna), exercendo dessa maneira o controle populacional da mesofauna (HAYNES et al., 2003).

De modo geral a predominância destes grupos indica ambientes mais estáveis, com uma cadeia alimentar mais equilibrada, uma vez que estão próximo ao topo da cadeia alimentar. Além da predação, na ordem Coleoptera existem famílias que desenvolvem outros importantes serviços do ecossistema, no qual podemos citar Scarabaeidae, que realizam escavação e posterior incorporação e acúmulo de matéria orgânica no solo em diferentes profundidades (POMPEO et al., 2016a). Solos em SD demonstram proporcionar condições mais favoráveis à colonização pela macrofauna, provavelmente em razão de uma maior mobilidade devida à escavação, construção e manutenção de galerias e bioporos (SANTOS et al., 2016).

O plantio direto pode beneficiar algumas das populações da fauna do solo (BARETTA et al., 2006; SANTOS et al., 2016) por modificar o habitat (JIANG et al., 2018), melhorando o ambiente edáfico pela presença da palhada na superfície do solo (KLADIVKO, 2001), aumentando a diversidade de espécies da fauna, principalmente, nos primeiros centímetros do solo, com elevada atividade na interface solo e serapilheira.

A Análise de Redundância (AR), sem considerar as variáveis ambientais, as variáveis explicativas representaram 77,5 % de toda a variabilidade. Sendo que os eixos 1 e 2 explicam 43,8 e 33,7 % da variação total, respectivamente. Os resultados provenientes da seleção de variáveis (*forward selection*) e das permutações de Monte Carlo sugerem elevada correlação entre as variáveis ambientais (físicas e químicas do solo) e a variável resposta dos grupos da macrofauna edáfica (Figura 4).

Entre os atributos químicos e físicos do solo avaliados o Al, Ca, pH e densidade de partícula (Dp) tiveram elevada correlação com os grupos da macrofauna. Observa-se que os grupos da macrofauna edáfica associados aos sistemas mais conservacionistas Orthoptera, Chilopoda, Coleoptera e Diptera, apresentaram correlação negativa aos teores de Al (Figura 4), ou seja, os baixos teores do elemento favoreceram a abundância destes grupos edáficos (Al = 0,00 mg dm³ em SD e ESD). No entanto, grupos como Isopoda, Hemiptera, Gastropoda e Outros estiveram correlacionados aos teores de pH

e Ca, sendo no sistema escarificado verificado os menores teores de Ca (2,88 mg dm³) e pH (5,10). Os grupos Diplopoda, Hymenoptera, Isoptera e Chilopoda apresentaram correlação com a Dp do solo.

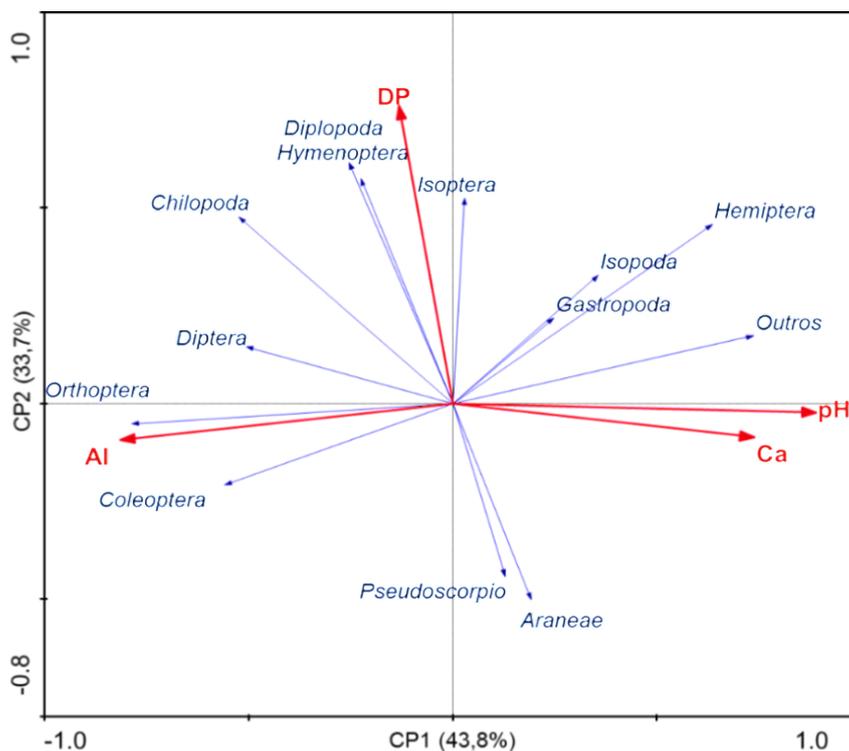


Figura 4 - Análise de redundância (AR) dos organismos da fauna edáfica e as variáveis químicas e físicas (explicativas) independente dos sistemas de manejo do solo e tratamento biológico. Dp: densidade de partícula; Al: concentração de alumínio; pH: potencial hidrogeniônico; Ca: teores de cálcio.

A presença de nutrientes no solo, como o Ca²⁺, por exemplo, também é importante para diversos invertebrados, pois fisiologicamente esse cátion está relacionado a vários mecanismos de regulação osmótica, assim como processos de ecdise (ROSA et al., 2015). Estes autores também evidenciaram a relação de grupos da macrofauna edáfica, com os níveis de pH do solo, destacando a influência dos mesmos sobre as variáveis ambientais analisadas.

Resultados obtidos por Pompeo *et al.* (2016b), avaliando a fauna e sua relação com atributos edáficos em sistema de uso do solo, obteve correlação negativa com dos grupos Chilopoda e Diptera em relação aos níveis de pH do solo. É conhecido a existência da relação do pH do solo com organismos edáficos (BARETTA et al., 2011), assim, ressalta-se que, o manejo em sistemas agrícolas com o intuito de melhorar a fertilidade e reduzir a acidez do solo para níveis adequados pode provocar alterações na estrutura da comunidade edáfica.

Outros parâmetros como Dp, tiveram forte correlação com grupos como Hymenoptera os quais se encontram as formigas e Isoptera, considerados engenheiros do ecossistema. Alterações nas variáveis físicas do solo, podem promover grandes alterações nestes grupos, uma vez que afetam sua mobilidade (POMPEO et al.,

2016a).

Os baixos teores de AI correlacionados à alguns grupos edáficos como Coleoptera também foi reportado por outros autores (CORREIA; OLIVEIRA, 2006). De acordo com os mesmos, a fase larval de algumas espécies como *Bothynus sp.* entre outras, são favorecidos em ambientes com menor preparo do solo como semeadura direta. Durante essa fase, ocorre o transporte de resíduos da superfície para o interior do solo através das galerias, melhorando características químicas e físicas, entre as quais, evidenciaram a redução dos teores de AI nas galerias dos mesmo em comparação ao perfil do solo.

4 | CONCLUSÕES

O uso de adubação biológica em sistemas de cultivo de milho não afeta a composição da comunidade edáfica em curtos períodos de avaliação, porém recomenda-se avaliações em períodos mais prolongados, para que assim tenha-se conhecimento de outras realidades dentro do sistema.

Os sistemas de manejo do solo afetam a composição da comunidade edáfica, sendo que os sistemas mais conservacionistas promovem a conservação de grupos edáficos importantes, devido a menor interferência no meio.

Alguns grupos da macrofauna edáfica são influenciados pelos parâmetros químicos (AI, pH, Ca) e físicos (Dp) do solo, sendo estes fatores limitantes para a dispersão e estabelecimento destes táxons.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, n. 1, p. 33-43, 2006.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v. 18, p. 651-657, 1999.

AQUINO, A. M. et al. **Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil**. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: UFLA, 2008. p. 143-170

BALIN, N. M. et al. Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 74-84, 2017.

BARETTA, D. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região Oeste Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.

BARETTA, D. et al. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1675-1679, 2006.

BARETTA, D. et al. Fauna Edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 7, p. 141-192, 2011.

BARETTA, D. et al. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5 (Especial), p. 871-879, 2014.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. M. PRIME V5: User Manual/ Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, 91 pp. 2001.

CQFS-RS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos**. Embrapa: Centro de Pesquisa Nacional de Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2000, 48p.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes**. Embrapa: Centro de Pesquisa Nacional de Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006, 77-100p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

GIRACCA, E. M. N. et al. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudos, RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 257-261. 2003.

HAMMER, Ø. et al. **PAST: Paleontological Statistics Software Package**. 2001 for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):p. 9.

HAYNES R. J. et al. Effect of agricultural land use on soil organic matter status and the composition of earthworms communities in KwaZulu-Natal, South Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 95, p. 453-464, 2003.

JIANG, Y. et al. Soil macrofauna assemblage composition and functional groups in no-tillage with corn stover mulch agroecosystems in a mollisol area of northeastern China. **Applied Soil Ecology**, v. 128, p. 61-70, 2018.

KLADIVKO, E. J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, v. 61, p. 61-76, 2001.

KRAFT, E. et al. Adubação biológica e com bioestimulante no desenvolvimento do milho. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 10-22, 2018a.

KRAFT, E. et al. **Avaliação dos componentes de rendimento do milho (*Zea mays* L.) em sistemas de cultivo com utilização de adubação biológica e bioestimulante**. In: Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4. Ponta Grossa, PR, Atena Editora, 2018b. 1-18p.

MAISI, B. P.; ZALMON, I. R. Zonation of intertidal benthic communities on breakwater on the North Coast of the State of Rio de Janeiro coast, South-eastern, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 662-673, 2008.

MONTEIRO, P. H. R.; WINAGRASKI, E.; AUER, C. G. **Importância do uso de rizobactérias na produção de mudas florestais**. Colombo, PR, Embrapa Floresta, 2014. 6p. (Comunicado técnico, 338). Disponível em:

MONTEIRO, P. R.; AUER, C. G. **Avaliação do crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii***

após uso do Bacsol. In: FERTBIO 2012, “A Responsabilidade Socioambiental da Pesquisa Agrícola”. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- SBCS, 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, 1983. 434p.

PADILHA, M. S. et al. Crescimento de mudas de canafístula com o uso de adubação biológica e bioestimulante em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 95-106, 2018.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

POMPEO, P. N. et al. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, p.16-28, 2016a.

POMPEO, P. N. et al. Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina – Brasil. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p. 42-51, 2016b.

ROEDER, K. A.; ROEDER, D. A checklist and assemblage comparison of ants (Hymenoptera: Formicidae) from the Wichita Mountains Wildlife Refuge in Oklahoma. **Check List**, v. 12, n. 4, p. 1-15, 2016.

ROSA, M. G. et al. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1544-1553, 2015.

ROVEDDER, A. P. M. et al. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 4, p. 1061-1068, 2009.

RSA Indústria de Insumos Agrícolas LTDA. São Paulo, SP: Bacsol, 2014. Bula.

RUGGIERO, M. A. et al. A higher level classification of all living organisms. **Plos One**, v. 10, p. 1-60, 2015.

SANTOS, D. P. et al. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1466-1475, 2016.

SANTOS, G. G. et al. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.

SILVA, R. F. da et al. Doses de dejetos líquidos de suínos na comunidade da fauna edáfica em sistema plantio direto e cultivo mínimo. **Revista Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 418-424, 2014.

SILVA, A. C. F. da et al. Macrofauna edáfica em três diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18; p. 2131-2137, 2014.

SOUZA, M. H. et al. Macrofauna do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 115-131, 2015.

SPANIOL, J. S. et al. Influence of probiotic on somatic cell count in milk and immune system of dairy cows. **Comparative Clinical Pathology**, v. 24, n. 3, p. 677-681, 2014.

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. New York: 1998.

ZATORRE, N. P. Atributos biológicos do solo como indicadores de qualidade do solo. **Gaia Scientia**, v. 2, p. 9-13, 2008.

WINK, C. et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

SOBRE O ORGANIZADOR

CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS Engenheiro-agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal, SP; Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFRRJ; Doutorando em Fitotecnia (Produção Vegetal) na UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Olericultura, Cultivos Orgânicos, Manejo de Doenças de Plantas, Tomaticultura e Produção de Brássicas. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-150-3



9 788572 471503