

# Pesquisas agrárias e ambientais

Volume VIII

Alan M. Zuffo  
Jorge G. Aguilera  
Organizadores



Pantanal Editora

2021

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume VIII**



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. Msc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto  
Prof. Msc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argenteo-Martínez  
Prof. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 102p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-16-7 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786581460167">https://doi.org/10.46420/9786581460167</a>  1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VIII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de *Pinus taeda*; doenças que acometem as aves: uma revisão; larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos; a geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí; temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno; estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em *Eucalyptus* sp.; calagem e NPK na formação de mudas de canafístula; efeito residual de pó de metabalsato no milho safra. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VIII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>6</b>
Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de <i>Pinus taeda</i> ? .....	6
<b>Capítulo II .....</b>	<b>15</b>
Doenças que acometem as aves: uma revisão .....	15
<b>Capítulo III.....</b>	<b>25</b>
Larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos .....	25
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>43</b>
A geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí .....	43
<b>Capítulo V.....</b>	<b>59</b>
Temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno.....	59
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>73</b>
Estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em <i>Eucalyptus</i> sp. ....	73
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>89</b>
Calagem e NPK na formação de mudas de canafístula .....	89
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>95</b>
Efeito residual de pó de metabalsato no milho safra .....	95
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>101</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>102</b>

## Larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos

Recebido em: 14/10/2021

Aceito em: 19/10/2021

 10.46420/9786581460167cap3

José Carlos Ribeiro de Carvalho<sup>1,2</sup> 

Andreia Santos do Nascimento<sup>2,3\*</sup> 

Maria Carolina Freitas de Lima<sup>2</sup> 

Fabiane de Lima Silva<sup>4</sup> 

Geni da Silva Sodré<sup>1,2</sup> 

Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa<sup>1,2</sup> 

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho<sup>1,2</sup> 

### INTRODUÇÃO

A adubação orgânica é importante no processo agrícola por possibilitar a melhoria das condições físico-químicas do solo, favorecendo ao desenvolvimento das plantas de interesse econômico. Na produção dos adubos orgânicos, muitos organismos são conhecidos pela atuação como decompositores, destacando-se as minhocas. Para esses organismos, existem diversos estudos abordando diferentes materiais orgânicos, dentre os quais se encontram os esterco, especialmente o de origem bovina. Contudo, pouco se conhece sobre o esterco de equinos no Brasil e menos ainda sobre a ação de organismos no processo da sua decomposição, especialmente a ação dos besouros coprófagos.

Desta forma, informações sobre a decomposição desse material orgânico por organismos como minhocas e besouros coprófagos, tanto podem potencializar o uso do esterco de equinos, como também pode contribuir para o uso agrônomo e a conservação desses insetos da ordem Coleoptera.

### IMPORTÂNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA PARA A AGRICULTURA

A matéria orgânica decomposta interfere positivamente em grande parte do potencial produtivo dos solos brasileiros, pois contribui para a melhoria das suas características físicas, químicas, físico-químicas e biológicas. Dentre os benefícios proporcionados ao solo, pode-se destacar a melhor agregação, infiltração e retenção de água, aeração, maiores somas de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC), porcentagem de saturação de bases (%V), complexação de elementos tóxicos e disponibilidade de macro e micronutrientes, além dos aspectos biológicos que estão relacionados com microrganismos benéficos

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas-BA. Texto extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisa Insecta.

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos-MG.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá-MT

\* Autor correspondente: asndea@gmail.com

encontrados na matéria orgânica, destacando-se fungos, bactérias e actinomicetos. Diferentes ácidos orgânicos, como: húmicos, fúlvicos, himatomelânicos e humina, presentes em maiores concentrações no húmus, reúnem as partículas do solo no processo de cimentação formando agregados estáveis, aumentando a sua porosidade e reduzindo a densidade aparente, deixando o solo mais floculado, ou seja, melhorando a sua estrutura (Koull et al., 2016).

As substâncias húmicas são misturas heterogêneas de polieletrólitos originadas pela degradação biológica de resíduos animais e vegetais e da atividade de microrganismos. Possuem alto teor de grupos funcionais contendo oxigênio na forma de carboxilas, hidroxilas fenólicas e carbonilas. Os ácidos húmicos são responsáveis pela maior capacidade de troca catiônica (CTC) de origem orgânica nas camadas superficiais do solo, onde estão concentrados os resíduos culturais (Stevenson, 1994; Rocha et al., 2000; Rossi et al., 2011).

O material orgânico humificado é constituído por compostos de carbono em diferentes graus de associação com as fases minerais do solo originados a partir da decomposição de resíduos vegetais e animais. Além de ser fonte de nutrientes, a matéria orgânica apresenta cargas de superfície que contribuem para o aumento da CTC (Capacidade de Troca de Cátions) do solo e, devido a sua alta reatividade, regula a disponibilidade de vários nutrientes, bem como a atividade de elementos potencialmente fitotóxicos e retrogradantes do fósforo, como ferro, alumínio e manganês, em solos ácidos. Existem também os aspectos biológicos relacionados com macro e microrganismos benéficos, encontrados na matéria orgânica, como as minhocas, larvas, besouros, fungos, bactérias e actinomicetos, responsáveis por uma série de transformações e reações, inclusive na fixação biológica do nitrogênio pela planta (Zandonadi et al., 2014).

Por ser pouco densa em relação aos minerais do solo e por favorecer a formação de grânulos mais estáveis, a matéria orgânica reduz a densidade aparente do solo notadamente em solos argilosos, que apresentam uma maior microporosidade influenciando negativamente na aeração, com menor entrada de oxigênio da atmosfera livre para o interior do solo. Esse fator tem relevância para a respiração das raízes e absorção de elementos nutritivos na fase ativa, onde a energia é retirada da oxigenação. Também nesse tipo de solo, a drenagem fica prejudicada, favorecendo o encharcamento e uma maior enxurrada superficial, levando à probabilidade de aumento da erosão hídrica laminar. Nessa condição de solo, a saída de dióxido de Carbono e metano, resultante da respiração das raízes e organismos do solo ficam comprometidas (Penteado, 2016).

Nos solos arenosos, denominados impropriamente como amorfos, há uma predominância da macroporosidade, com boa aeração, mas uma drenagem muito intensa, ou seja, baixa capacidade de armazenamento de água, o que pode ser prejudicial para a planta em períodos de estiagem, também

denominados veranico. O emprego da matéria orgânica humificada minimiza esse problema, pois atua como se fosse uma esponja aumentando a capacidade de retenção de água no solo (Bastos et al., 2005).

O pH representa a acidez ativa do solo, que é a concentração de íons hidrogênio na sua solução de onde são absorvidos os elementos nutritivos pela planta. Quando o pH é muito baixo, menor que 5, tem-se mais hidrogênio na solução e menos nutrientes para a planta, trazendo prejuízos para a sua nutrição. Embora a matéria orgânica não corrija o pH do solo, pode torná-lo mais estabilizado e menos susceptível a mudanças bruscas pelo uso de substâncias ácidas ou básicas, ou seja, aumenta o poder tampão do solo, fator positivo em solos arenosos com pequena concentração de coloides inorgânicos e baixo poder tampão (Morselli, 2016).

Outro aspecto importante é o alumínio trocável, principal representante da acidez trocável do solo. Sua presença é muito prejudicial para a produção vegetal, pois além do efeito fitotóxico, é o maior retrogradante do íon fosfato e responsável pela dessorção de elementos básicos (cálcio, magnésio, potássio, sódio e outros íons positivos) do complexo de troca para a solução do solo em grandes quantidades, levando-os a perdas por lixiviações. A matéria orgânica humificada pode atenuar essas perdas, pseudo fixando o alumínio, assim como o ferro e manganês, que podem complexar o ânion fosfato e conseqüentemente diminuir a lixiviação de bases supracitadas. Os efeitos nocivos do alumínio trocável são atenuados após a humificação da matéria orgânica em virtude da maior presença dos ácidos húmicos, himatomelânicos, fúlvicos e humina, que quelatizam esse íon, tornando-o sem atividade por determinado tempo (Takahashi et al., 2016).

A matéria orgânica no último estágio de decomposição é de relevância fundamental nos solos tropicais intensamente intemperizados, com argila de baixa atividade química, do grupo das caulinitas (1:1), incidindo em pequenas somas de bases (S) e Capacidade de Troca de Cátions (CTC), repercutindo em menor retenção de nutrientes e tendo uma porcentagem de saturação de bases (%V) baixa. A matéria orgânica aumenta sobremodo a superfície específica do solo, importante para a maior CTC, capacidade de adsorção de nutrientes e o fornecimento destes para a planta. A porcentagem de saturação de bases (%V) é o parâmetro físico-químico mais importante, pois ele determina a capacidade produtiva do solo, sendo classificado em: distrófico (%V < 50), onde a produção vegetal fica comprometida não atendendo à necessidade de nenhuma família de plantas; eutrófico fraco (%V em torno de 60%), abrigando principalmente plantas da família das gramíneas. A matéria orgânica pode aumentar esse valor em torno de 70 a 80%, onde podem ser exploradas outras culturas, como as leguminosas, plantas de paisagismo, horticultura e fruticultura (Silva et al., 2012).

A matéria orgânica humificada apresenta diversidade de nutrientes, porém os teores são muito pequenos, principalmente comparando-se com os adubos minerais. Os nutrientes mais representativos da matéria orgânica são nitrogênio, enxofre e boro, e embora a concentração do fósforo seja menor nos

adubos orgânicos, comparando-se com os conteúdos de nitrogênio e potássio, a matéria orgânica do solo é uma relevante fonte desse nutriente para as plantas, contendo geralmente de 15 a 80% do fósforo total encontrado no solo (Kiehl, 1985). Embora o nitrogênio e o enxofre estejam bem representados na matéria orgânica, seus armazenamentos no solo só podem ocorrer se estiverem na forma orgânica, pois a forma mineral de nitrogênio amoniacal e nítrico e do enxofre na forma de sulfato são predispostas à volatilização e/ou lixiviação (Conceição et al., 2005).

Com o processo de humificação da matéria orgânica, a relação C/N é estreitada e o nitrogênio mineralizado fica mais disponível para a planta, com liberação mais lenta do que nos adubos minerais fontes do nutriente. Dessa forma, constitui-se em uma reserva para a planta, por possibilitar apresentar um efeito residual do elemento, o que não ocorre com o nitrogênio proveniente de adubos nitrogenados industrializados, que ficam mais predispostos à lixiviação.

As bases cálcio e magnésio estão em concentrações insuficientes na matéria orgânica para uma elevação da soma de bases, porém com efeito indireto determinado pelo aumento do processo adsorptivo, devido à dissociação de radicais alcoólicos, fenólicos e carboxílicos existentes na matéria orgânica (Kiehl, 2001; 2004).

Os micronutrientes, como o molibdênio e principalmente ferro, cobre, zinco e manganês apresentam concentrações pequenas, não atendendo às necessidades nutricionais da planta (Pavinato et al., 2008).

De acordo com Ramos et al. (2010), a matéria orgânica humificada tem importante papel no aproveitamento de fósforo para as plantas, sendo que nos solos tropicais é o elemento mais limitante da produtividade da biomassa, principalmente em virtude do processo da retrogradação sofrida pelos íons ferro, alumínio e manganês. Principalmente o ácido húmico quelatiza esses íons aumentando o coeficiente de disponibilidade do fósforo para a planta. Biologicamente, a matéria orgânica tem grande importância, pois devido a sua presença o solo é considerado um sistema vivo, em contínuas alterações.

A maioria das reações que ocorrem no solo é de caráter bioquímico, com a ação de microrganismos. A matéria orgânica é de suma importância para a reprodução e a ação desses organismos que tem um papel relevante no processo produtivo, como as reações de oxidação de elementos e fixação simbiótica e livre do nitrogênio. Tem grande influência para os organismos do solo pelo fornecimento de nutrientes e energia para as suas atividades, sendo a residência também para macrorganismos como as minhocas, que são verdadeiros arados biológicos, melhorando a aeração do solo (Moreira et al., 2004).

Conforme Kiehl (2004), a matéria orgânica tem importância direta na biologia do solo constituindo uma fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico, mantendo o solo em estado de constante dinamismo, exerce conseqüentemente importante papel na fertilidade e na produtividade das culturas.

Desta forma, o uso de matéria orgânica, especialmente pelo processo de compostagem, traz uma série de vantagens para a agricultura, entre elas a própria decomposição da matéria orgânica potencialmente putrescível para um estado estável, levando à reciclagem de nutrientes e à redução da emissão de gás metano resultante de processos anaeróbicos. A compostagem é o processo mais fácil e barato de decomposição da matéria orgânica na propriedade agrícola. Dentre as diversas possibilidades de fontes de matéria orgânica na agropecuária, encontram-se os esterco. Diversos dejetos animais são utilizados como adubo orgânico, de maneira especial, os esterco dos bovinos, ovinos e caprinos. No entanto, há um potencial de uso de esterco de equinos, que ainda é pouco conhecido e por isso mesmo tem pouca aceitação por diversos agricultores (Vázquez et al., 2018).

## **ESTERCO DE EQUINOS**

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) classificou a equinocultura brasileira como parte integrante da atividade pecuária em virtude de sua importância social e econômica (Vieira, 2011). O Brasil possui um rebanho com cerca de 5,6 milhões de cabeças ficando atrás da China (7,9 milhões de cabeças) e do México (6,3 milhões de cabeças) (Guerra et al., 2012). Este efetivo de rebanho praticamente se estabilizou nos últimos anos no Brasil, sendo que a maior população nacional de equinos se encontra na região Sudeste, mais especificadamente no estado de Minas Gerais (IBGE, 2017).

O cavalo é utilizado para múltiplas atividades de lazer, esportes e terapias, principalmente no tratamento de pacientes especiais, aumentando o número de baias em centros urbanos e até “hotéis para cavalo”, o que culminou com o aumento considerável de animais por criador (Vieira, 2011). De acordo com esse autor, o dejetos sólido dos equinos é pouco usado no país, especialmente na região Nordeste, onde normalmente se queima, pois pelo volume produzido nos estábulos ou baias, constituem-se um poluente para o meio ambiente.

Os animais ficam em regime de confinamento abrigados nestes estábulos não fazendo normalmente pastoreio direto. As baias têm dimensões variáveis com aproximadamente 16 m<sup>2</sup>, com piso de chão batido (sem calçamento), tendo no centro uma espécie de bueiro preenchido com pó de carvão e maravalha, que tem como função captação do excremento líquido (urina). Todo o piso da baia é coberto com maravalha fina ou casca de arroz, que serve como cama do animal e tem a função de captar os excrementos líquidos e sólidos. Periodicamente, com aproximadamente 30 dias de uso, troca-se a cama (Costa et al., 2009).

O esterco sólido é retirado diariamente das baias, sendo amontoado em determinada área da granja ou sítio, onde normalmente ocorre o processo de fermentação ou são incinerados. Esse dejetos normalmente está associado com feno ou ao capim disponíveis para alimentação do animal e que podem se perder do cocho. A produção de resíduos oriundos da criação de equinos pode tornar-se um poluente

do meio ambiente, principalmente quando os animais são criados no sistema intensivo (estábulos). O desenvolvimento tecnológico e o incentivo aos empreendimentos deste setor fizeram com que os métodos intensivos de produção passassem a gerar toneladas de resíduos e dispersá-los no meio ambiente, geralmente sem nenhum tratamento prévio, podendo ser um poluente para o meio ambiente principalmente por conter na constituição do excremento sólido nutrientes, como: nitrogênio, fósforo, cobre e cobalto, que podem ser agentes poluidores (Sarmah, 2009).

Os produtores minimizam o problema humificando os resíduos dos equinos em local devido, ou seja, em composteira. O esterco dos equinos tem um grau de riqueza considerável, principalmente quando os mesmos são acondicionados para a sua fermentação sob o processo de compostagem de modo devido, diminuindo conseqüentemente as perdas por volatilização de nitrogênio e enxofre, macronutrientes mais representativos da matéria orgânica. O elevado conteúdo de nutrientes nesse adubo deve-se também a duas razões, alimentação com uso de rações balanceadas e por serem animais monogástricos extraindo menos nutrientes para seu organismo, diferentemente dos bovinos que são poligástricos. A pequena disseminação do uso do esterco de equinos deve-se a preconceitos e à falta de conhecimento sobre o valor em elementos nutritivos, se comparado ao de outras espécies animais (Inácio; Miller, 2009).

Os resíduos orgânicos, como o esterco de equinos, podem ser transformados pelo processo de compostagem por macrorganismos. Dentre eles se encontram as minhocas (vermicompostagem) e as larvas de besouros coprófagos (larvacompostagem) (Pereira, 2017).

## **VERMICOMPOSTAGEM**

Dentre as técnicas do tratamento biológico, a vermicompostagem apresenta baixos custos de implementação, uma vez que o adubo orgânico é obtido a partir de substratos de origem animal e/ou vegetal pré-compostados, fator importante porque não se tem o perigo de haver morte de minhocas pela possibilidade da presença maior de sais, o que aumentaria a pressão osmótica do meio. Posteriormente, no material pré-compostado são inoculadas as minhocas, sendo que a mais utilizada é a espécie *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), também denominada “Vermelha da Califórnia”, dando um processamento final à matéria orgânica e resultando em um húmus mais rico em nutrientes que o composto orgânico, principalmente em relação ao elemento fósforo (Yadav et al., 2011). Nas diferentes regiões do Brasil estão bastante difundidas na humificação de diferentes adubos orgânicos, principalmente os estercos de animais.

A técnica de humificação de resíduos orgânicos por vermicompostagem tem por finalidade introduzir no composto orgânico ou estrumes de animais, as minhocas colocadas em local devido denominado de minhocário, com a finalidade de digerir a matéria orgânica, provocando a sua degradação, diminuindo conseqüentemente o tempo de humificação da matéria orgânica (Domínguez et al., 2013).

Taxonomicamente, as minhocas pertencem ao Reino Animalia, Filo Annelida, Classe Oligochaeta, Ordem Opisthospora, destacando-se as Famílias: Glossocolecidae, Lunibricidae e Megascolecidae, bem como muitos gêneros e espécies. Entre as espécies de minhocas mais utilizadas no processo de vermicompostagem encontram-se a Vermelha da Califórnia, *Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*, e a Noturna ou Gigante Africana, *Eudrilus eugeniae* (Bornhausen, 2010).

As minhocas são vermes anelídeos, pois tem o corpo formado por anéis cobertos por um tegumento resistente, seu excremento é denominado de coprólito, sendo este produto da digestão diferenciado dos demais adubos, denominando-se húmus de minhoca (Amorim, 2002).

De acordo com Dores-Silva et al. (2011), as minhocas utilizam uma espécie de cunha, o prostômio, para abrir caminhos e alcançar seu alimento. O processo digestivo ocorre em um tubo retilíneo, localizado na parte central do corpo, chamado de tubo digestivo, constituído de: boca, onde se localizam as glândulas calcíferas responsáveis pela neutralização da acidez dos materiais orgânicos; faringe, que funciona como uma bomba de sucção dos alimentos; esôfago, que permite a passagem do material ingerido; papo, responsável pelo armazenamento dos alimentos; moela, um moinho, que tritura os alimentos; intestino, responsável pela absorção dos alimentos e ânus, por onde são liberados os dejetos (coprólitos). No processo de vermicompostagem, a microflora que vive no tubo digestivo das minhocas tem papel relevante na transformação da matéria orgânica. De acordo com o hábito alimentar e formação de galerias, as minhocas estão classificadas em três categorias ecológicas: epigeicas, anécicas e endogéicas, e embora vivam em profundidades diferentes do solo, se alimentam da matéria orgânica a ser decomposta (Anjos et al., 2015).

A concentração em fósforo no vermicomposto supera os conteúdos deste elemento em resíduos que não foram submetidos a essa técnica. Esse aumento ocorre devido à conversão do fósforo orgânico na forma de fitina, ácidos nucléicos e nucleoproteínas em forma inorgânica de ânion fosfato monovalente, através da ação de enzimas produzidas no tubo digestivo das minhocas e da atividade de microrganismos nelas existentes (Ciotta et al., 2003).

A produção do húmus de minhoca ocorre em minhocários construídos com blocos de cerâmica, sendo que a cimentação interna deve ser lisa para evitar a fuga dos oligoquetos. As minhocas só são colocadas na massa a ser decomposta com aproximadamente 15 dias pós enchimento com o esterco, que se encontra imaturo, desenvolvendo temperatura que atinge a faixa termofílica, maiores que 50°C, podendo causar problemas às minhocas ou as matando. Outro perigo é a condutividade elétrica do adubo estar muito alta, com aumento da pressão osmótica do meio, por conter concentração salina levada pela urina do animal retida na cama (palhada). Para determinar o grau de maturação do adubo também é empregado o teste da graxa, preconizado para o composto orgânico e qualquer outra forma de decomposição da matéria orgânica, em seguida faz-se a separação dos organismos do material através da

peneiração. Também se usa uma mesa especial para separação das minhocas, aplicando-se luz intensa, lâmpada de 100 a 200 watts sobre o material, onde estão inseridas as minhocas, que por não suportarem luminosidade se aprofundam no substrato, permitindo que se remova a camada superficial do adubo isenta desses anelídeos (Kiehl, 1985).



**Figura 1.** Aspectos da vermicompostagem: minhocário (A); peneiração do vermicomposto (B); minhocas (C; D) (Foto: Acervo Insecta/UFRB, 2019).

Comparando-se a compostagem com a vermicompostagem verifica-se que elas diferem em alguns aspectos. Na compostagem, os restos orgânicos são basicamente transformados por microrganismos, e com temperatura na faixa termófila bastante elevada, sendo que a necessidade de água é menor. Na vermicompostagem, a degradação do material orgânico é realizada por microrganismos e minhocas, ocorrendo sob temperatura ambiente e a necessidade de alta umidade, principalmente pela morfologia

apresentada pelo corpo da minhoca (Dominguez et al., 2011). Na Figura 1 são observados aspectos do processo de vermicompostagem.

## **BESOUROS E A LARVACOMPOSTAGEM**

A fauna de artrópodes destaca-se por se constituir de espécies que participam de diferentes níveis tróficos (Zardo et al., 2010), exercendo diversas funções dentro do ecossistema, promovendo a fragmentação e incorporação da matéria orgânica e a estruturação do solo (Ferreira; Marques, 1998).

Neste cenário, os besouros estão presentes em diferentes gradientes e ambientes (Almeida, 2006; Mudrek et al., 2014; Garlet et al., 2015; Garcia et al., 2016; Araujo et al., 2018; Mello et al., 2018). São insetos da ordem Coleoptera que possui dominância quantitativa e qualitativa em relação a todos os demais grupos taxonômicos constituintes da fauna, representando 30% de todas as espécies animais e estão presentes na maioria dos ambientes terrestres, com exceção nos mares abertos (Lawrence et al. 1991). Cerca de 30.000 espécies são registradas no Brasil (Lewinsohn et al., 2005), distribuídas em 105 famílias (Casari et al., 2012).

Os coleópteros são utilizados direta e indiretamente na conservação de habitats e no controle biológico de pragas devido à diversidade de hábitos alimentares (Batilani-Filho, 2015; Garcia et al., 2016). Dentre eles, encontram-se os decompositores de matéria orgânica vegetal e animal (Speight et al., 1999), fitófagos (Kevan et al., 1983), predadores de sementes (Scherer et al., 2005) e de outros invertebrados (Triplehorn et al., 2011).

Com tamanha diversidade de espécie e de hábitos alimentares, vários estudos buscaram agrupar os coleópteros de acordo com seu comportamento trófico. Dentre esses estudos, Marinoni (2001) propôs a organização de grupos e subgrupos tróficos de Coleoptera, na qual o grupo trófico chamado de Detritívoro engloba os subgrupos: Necrófago, Fitosaprófago e Coprófago. Este último subgrupo é formado por espécies que têm como substrato alimentar os excrementos e pertencem à subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Essa subfamília possui mais de 7.000 espécies (Scarabnet, 2018) de hábito principalmente copronecrófago.

O hábito de se alimentar de excrementos de outros animais é conhecido por coprofagia e evoluiu com os vertebrados (Chin et al., 1996) que, após a diversificação dos mamíferos, encontra-se fortemente associado a este grupo (Barlow et al., 2010; Culot et al., 2013). Algumas espécies de besouros coprófagos podem apresentar determinado grau de especificidade ou de preferência a um tipo de excremento (Cajaiba et al., 2017; Pereira, 2017). No entanto, a maioria prefere excrementos de mamíferos onívoros (Filgueiras et al. 2009; Whipple et al., 2012, Puker et al., 2013; Bogoni et al., 2014).

Os besouros coprófagos constituem o meio mais prático e viável para a desestruturação das fezes de bovinos em pastagens, além de auxiliar na redução populacional de organismos indesejáveis (Fonseca

et al., 2005). Adicionalmente, esses insetos conseguem enterrar porções de fezes em profundidades variáveis no solo, escavando galerias que alteram as características físico-químicas do solo (Kalisz et al., 1984), promovendo a reciclagem do nitrogênio e de outros nutrientes (Haynes et al., 1993).

Dessa forma, as larvas desses besouros podem ser eficientes na humificação de estercos, tornando-se aliados no processo de compostagem (Pereira, 2017) (larvacompostagem). No entanto, há uma diversidade de espécies com diferentes hábitos, que podem contribuir de diferentes formas nesse processo, mesmo aquelas que são consideradas pragas ou inimigos naturais de pragas agrícolas e da pecuária. Neste contexto, destacam-se diferentes grupos da superfamília Scarabaeoidea.

### ***Superfamília Scarabaeoidea***

A superfamília Scarabaeoidea Latreille, 1802 é a mais diversificada e cosmopolita da ordem Coleoptera. Conhecidos por escaraboídeos são espécies adaptadas para a maioria dos habitats e hábitos alimentares. Alguns adultos de determinadas espécies apresentam hábitos diurnos e podem ser encontradas sobre vegetais, enquanto outras são fototáticas negativas, inclusive espécies importantes para a agricultura (Tashiro, 1990), reduzindo as suas atividades durante o dia.



**Figura 2.** Aspecto geral da larva escarabeiforme (Coleoptera) (Foto: Acervo Insecta/UFRB, 2018).

A biologia das famílias é bastante variada, com representantes necrófagos, micetófagos, saprófagos, coprófagos e fitófagos. Algumas espécies vivem em formigueiros, outras em cupinzeiros. Há grupos subsociais e outros são foréticos, vivendo entre os pelos de mamíferos. Contudo, no geral, seus representantes são de hábitos solitários (Lawrence et al., 1994; Morón, 1997; Ratcliffe, 2002; Maruyama,

2012; Alves-Oliveira et al., 2016). São caracterizados por possuírem protórax escavador com coxas robustas e tíbias geralmente com dentes externos e um esporão; asas posteriores com venação reduzida e um mecanismo forte de dobramento; antenas lameladas; ausência de placas metacoxais; 2º esternito abdominal apenas com porção lateral visível; tergito VIII formando um pigídio, não coberto pelo tergito VII; e quatro túbulos de Malpighi. As larvas são em forma de C (Figura 2), do tipo escarabeiforme, possuem antenas e pernas bem desenvolvidas, não possuem urogomphi (projeções presentes no último segmento abdominal em imaturos de várias famílias de Coleoptera) e seus espiráculos são geralmente cribiformes (Scholtz, 1990; Lawrence et al., 1994).

Dentre essas famílias, Scarabaeidae é a mais diversificada e amplamente distribuída no mundo, com cerca de 90% das espécies de besouros escaravelhos da superfamília Scarabaeoidea (Ratcliffe, 2002). Cherman et al. (2014) dividiram essa família em mais duas, o que elevou o número de famílias de Scarabaeoidea para 16. Além de manter Scarabaeidae, foi acrescentada nesta lista Melolonthidae e Cetoniidae.

Melolonthidae Leach, 1819 é composta por algumas das espécies mais conhecidas de Scarabaeoidea, cujos hábitos podem ser fitófagos ou fitosaprófagos, alimentando-se desde tecidos vegetais vivos, seiva, madeira decomposta, restos vegetais da serapilheira a até húmus (Amat-Garcia et al. 2005; Cherman et al., 2014). Com ampla distribuição em todas as regiões biogeográficas, acredita-se que existam cerca de 3500 espécies descritas, distribuídas em aproximadamente 300 gêneros apenas na região Neotropical (Morón, 1997).

Alguns pesquisadores consideram os Melolonthidae como várias subfamílias de Scarabaeidae, dividida em dois grupos: Pleurosticti e Laparosticti. O primeiro engloba as espécies das subfamílias fitófagas, nas quais a maioria dos espiráculos abdominais dos adultos é localizada na porção superior dos esternitos; enquanto o segundo agrupa as subfamílias de hábitos coprófagos, saprófagos e necrófagos, nas quais os espiráculos abdominais dos adultos estão localizados principalmente na membrana pleural, entre os tergitos e esternitos (Lawrence et al., 1994). Dessa forma, Melolonthidae é composta por seis subfamílias: Melolonthinae Leach, 1819; Sericinae Kirby, 1837; Hopliinae Latreille, 1829; Euchirinae Hope, 1840; Rutelinae MacLeay, 1819 e Dynastinae MacLeay, 1819. As principais subfamílias que englobam os grupos fitófagos e fitosaprófagos são Dynastinae, Melolonthinae e Rutelinae.

A subfamília Dynastinae está presente em quase todas as regiões biogeográficas, com a maior riqueza na região Neotropical (Alves, 2017). Estima-se que existam no mundo aproximadamente 2000 espécies, dentre as quais cerca de 700 estão no neotrópico, sendo assim a subfamília mais rica (Endrödi, 1985; Ratcliffe, 2003; Gasca-Álvarez et al., 2010). É formada por oito tribos, sendo elas: Phileurini, Pentodontini, Oryctoderini, Oryctini, Hexodontini, Dynastini, Cyclocephalini e Agaocephalini (Endrödi, 1985). A maioria das espécies de Dynastinae (adultos) pode ser identificada através das chaves presentes

em Endrödi (1985), existindo ainda uma chave para identificação das larvas dos grandes grupos proposta por Ritcher (1966).

As espécies de Dynastinae formam um grupo importante na ciclagem de nutrientes do solo, porque durante a alimentação fragmentam os restos vegetais ou animais, produzindo detritos e excrementos (Marques et al., 2009), e como polinizadores de algumas famílias de plantas. Os adultos podem se alimentar de seiva, caules, folhagem, flores e pólen, enquanto as larvas, também conhecidas como “corós”, são fitosaprófagas, alimentando-se da matéria orgânica vegetal no solo, raízes e troncos. Em algumas espécies, os adultos são atróficos e não se alimentam (Ritcher, 1958, 1966; Scholtz, 1990; Ratcliffe, 1991) e em outras as larvas são consideradas pragas agrícolas (Morón, 1985; Pamplona et al., 1994; Ratcliffe, 2003).

Os adultos de Melolonthinae alimentam-se de tecidos, secreções ou restos vegetais e podem, em alguns casos, auxiliar na polinização; as larvas são fitófagas e alimentam-se de raízes ou de madeira em decomposição (Morón, 1997). Apesar da importância econômica de muitas das suas espécies, todas desempenham importante papel ecológico, seja na edafogênese, ou na ciclagem de nutrientes através da abertura de galerias no solo (Morón, 2004). Embora o grupo seja tão diverso, estudos de revisão e filogenia são praticamente inexistentes. A classificação mundial de Dynastinae encontra-se melhor estabelecida graças ao trabalho de Endrödi (1985), entretanto, a taxonomia de Melolonthinae e Rutelinae é tão pouco conhecida na região Neotropical que a identificação de alguns gêneros é impossibilitada para a primeira e das espécies para a segunda subfamília (Ratcliffe, 2002).

Rutelinae é a segunda maior subfamília de Melolonthidae em termos de número de espécies no mundo (Jameson et al., 2011; Morón et al., 2012). No Brasil, tem sido objeto de diversos estudos, especialmente em levantamentos de espécies (Viana et al., 2001; Ferreira et al., 2017; 2018) e aspectos biológicos (Rodrigues et al., 2010; 2011).

Para alguns gêneros desses grupos taxonômicos existem problemas com a validação taxonômica, como é o caso de *Tomarus* e *Ligyris*. Ambos os gêneros foram descritos no mesmo ano, o que tem levado alguns autores tradicionalmente a considerar *Tomarus* como sinônimo júnior de *Ligyris* (Endrödi 1985, Escalona et al., 2006) e outros têm usado o argumento do Princípio da Prioridade das regras de nomenclatura zoológica (Ratcliffe, 2003; García, 2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equinocultura é uma atividade eclética e que ainda pode gerar subprodutos oriundo do reaproveitamento de seus resíduos, agregando valor à agricultura orgânica. A vermicompostagem utilizando resíduos de baias de equinos é uma alternativa de adubação orgânica sustentável e viável, sobretudo pelo potencial deste material e volume gerado na criação destes animais. Além disso, a diversidade de agentes biológicos decompositores, especialmente os besouros coprófagos e as minhocas,

notavelmente são fatores que encorajam a utilização da associação larva-vermicompostagem, tendo como uma das suas matérias primas o esterco de equinos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida SSP (2006). Diversidade de Scarabaeidae s. str. detritívoros (Coleoptera) em diferentes fitofisionomias da Chapada das Perdizes, Carrancas-MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, 48p.
- Alves RS (2017). Revisão de *Aegopsis* Burmeister, 1847 (Coleoptera, Melolonthidae, Dynastinae). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia, 164p.
- Alves-Oliveira JR et al. (2016). First report of two species of scarab beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) inside nests of *Azteca* cf. *chartifex* Forel (Hymenoptera, Formicidae) in Brazilian Amazonian Rainforest. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(1): 359-361.
- Amat-Garcia G et al. (2005). Guia para la cria de Escarabajos. Fundación Natura, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colômbia. Bancoideas Impresores, 80p.
- Amorim AC (2002). Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 108p.
- Anjos JL et al. (2015). Minhocultura e vermicompostagem: Interface com sistema de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar. Brasília: Embrapa. 39p.
- Araujo PHH et al. (2018). Diversidade da macrofauna edáfica em diferentes cultivos agrícolas na região sudeste do Tocantins. *Nucleus*, 15(1): 399-406.
- Barlow J et al. (2010). Improving the design and management of forest strips in human-dominated tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology*, 47(1): 779-788.
- Bastos RS et al. (2005). Formação e estabilização de agregados do solo decorrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 29(1): 11-20.
- Batilani-Filho M (2015). Funções ecossistêmicas realizadas por besouros Scarabaeinae na decomposição da matéria orgânica: aspectos quantitativos em áreas de Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 91p.
- Bogoni JA et al. (2014). Attractiveness of native mammal's feces of different trophic guilds to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Journal of Insect Science*, 14(299): 17.
- Bornhausen EBC (2010). Uso de Oligochaetas como indicador de alteração química em solos submetidos à adição de resíduos de suinocultura e mineração de carvão. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, 50p.

- Cajaiba RL et al. (2017). Attraction of Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) to different baits in the Brazilian Amazon region. *Revista de Biología Tropical*, 65(3): 917-924.
- Casari AS et al. (2012). Coleoptera. In.: Rafael JA; et al. (Ed.). *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 470-552.
- Cherman MA et al. (2014). Validación de la familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoologica Mexicana*, 30(1): 201-220.
- Chin K et al. (1996). Dinosaurs, dung beetles, and conifers: participants in a Cretaceous food web. *Palaios*, 11(1): 280-285.
- Ciotta MN et al. (2003). Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sobre plantio direto. *Ciência Rural*, 33(1): 1161-1164.
- Conceição PC et al. (2005). Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29(1): 777-788.
- Costa MSSM et al. (2009). Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(1): 100-107.
- Culot L (2013). Selective defaunation affects dung beetle communities in continuous Atlantic rainforest. *Biological Conservation*, 163(1): 9-89.
- Dominguez J et al. (2011). Relationships between composting and vermicomposting: relative values of the products. In: Edwards CA et al (Eds) *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Waste and Environmental Managemet*. CRC Press. Boca Raton, Florida, 11-25.
- Dominguez J et al. (2013). The influence of earthworms on nutrient dynamics during the processo of vermicomposting. *Waste Management & Research*, 31(1): 859-868.
- Dores-Silva PR et al. (2011). Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. *Química Nova*, 34(6): 956-961.
- Endrödi S (1985). *The Dynastinae of the World*. Dr. W. Junk. Dordrecht, Netherlands, 800p.
- Escalona HE (2006). El género *Ligyrrus* Burmeister, 1847 en Venezuela (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Pentodontini). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 39(1): 111-137.
- Ferreira RL; Marques MMGSM (1998). A fauna de artrópodes de serapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, 27(n.3): 395-403.
- Ferreira AS et al. (2017). Three new species of Pelidnota MacLeay (Coleoptera, Scarabaeidae, Rutelinae) and new distributional records from northeast Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61(1): 208-223.
- Ferreira AS et al. (2018). A checklist of Rutelinae MacLeay, 1819 (Coleoptera, Melolonthidae) of Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, 18(2): e20170476.

- Filgueiras BKC et al. (2009). Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1): 422-427.
- Fonseca VMO et al. (2005). Avaliação de índice reprodutivo em besouros africanos. *Bioscience Journal*, 21(3): 61-68.
- Garcia LC et al. (2016). Besouros de solo (Insecta: Coleoptera) em fragmento de mata de restinga no extremo sul do Brasil. *Biotemas*, 29(4): 59-67.
- García, MML (2014). Diversidad Taxonómica y Distribución de la Tribu Pentodontini (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) de Colombia. Dissertação de Mestrado, Universidad Nacional de Colombia, 153p.
- Garlet J et al. (2015). Fauna de Coleoptera Edáfica em eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da matocompetição. *Floresta e Ambiente*, 22(2): 239-248.
- Gasca-Álvarez HJ et al. (2010). Synopsis and key to the genera of Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Scarabaeidae) of Colombia. *ZooKeys*, 34(1): 153-192.
- Guerra P et al. (2012). Cavalo: velocidade de R\$ 7,3 bi por ano. *Agroanalysis - Revista de Agronegócios da FGV*. Dezembro, 2012. Disponível em: <[http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=114](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=114)>. Acesso em: 02/11/2018.
- Haynes RJ et al. (1993). Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, 49: 119-199.
- Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Tabela 3939: Variável - Efetivo de rebanho (cabeças), Ano 2017, Tipo de rebanho - Equino. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 09/07/2019.
- Inácio CT; Miller PRM (2009). *Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 156 p.
- Jameson ML et al. (2011). The Neotropical Scarab Beetle Tribe Anatistini (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 26(1): 1-100.
- Kalisz PJ et al. (1984). Soil mixing by scarab beetles and pocket gophers in North Central Florida. *Soil Science Society of America Journal*, 48(1): 169-172.
- Kevan PG et al. (1983). Insects as lower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28(1): 407-453.
- Kiehl EJ (1985). *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492p.
- Kiehl JC (2001). Produção de composto orgânico e vermicomposto. *Informe Agropecuário*, 22(1): 40-52.

- Kiehl EJ (2004). Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 4. ed. Piracicaba: Fealq, 173p.
- Koull N et al. (2016). Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). *Étude et Gestion des Sols*, 23(1): 9-19.
- Lawrence JF et al. (1991). Coleoptera (beetles). In: Naumann, I. (Ed.). *The Insects of Australia: a textbook for students and research workers* (CSIRO). New York, Cornell University Press, 2: 543-683.
- Lawrence JF et al. (1994). Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes and references, and data on family-group names). In: Pakaluk J et al. (Eds.). *Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera: papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson*. Warsaw: Muzeum i Instytut Zoologii PAN, 277: 779-1006.
- Lewinsohn TM et al. (2005). How many species are there in Brazil? *Conservation Biology*, 19(3): 619-624.
- Marinoni RC (2001). Os grupos tróficos em Coleoptera. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(1): 205-224.
- Marques OM et al. (2009). Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeidae) em um agroecossistema da Região Sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 11(2): 145-151.
- Maruyama M (2012). *Termitotrox cupido* sp. n. (Coleoptera, Scarabaeidae), a new termitophilous scarab species from the Indo-Chinese subregion, associated with *Hypotermes* termites. *Zookeys*, 254(1): 89-97.
- Mello M et al. (2018). Artrópodofauna de solo associada à serapilheira ao longo de um gradiente topográfico na Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. *Holos*, 2(1): 438-448.
- Moreira A et al. (2004). Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11): 1103-1110.
- Morón MA (1985). Los insectos degradadores, um factor poco estudiado em los bosques de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 65(1): 131-137.
- Morón MA (1997). Inventarios faunísticos de los Coleoptera Melolonthidae Neotropicales com potencial como bioindicadores. *Giornale Italiano di Entomologia*, 8(1): 265-274.
- Morón MA (2004). *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología A.C. y Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España, 204p.
- Morón MA et al. (2012). Mesoamerican genera of Anomalini (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae): A brief review. *Trends in Entomology*, 8(1): 97-114.
- Morselli TBGA (2016). Resíduos orgânicos em sistemas agrícolas. Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 228p.
- Mudrek RJ et al. (2014). Estrutura da comunidade de artrópodes de solo em diferentes fitofisionomias da reserva particular do patrimônio natural – SESC Pantanal, Brasil. *Holos*, 1(1): 60-67.

- Pamplona AMSR et al. (1994). Nova praga da bananeira no Amazonas: *Ligyrrus semilis* Endrodi. Embrapa-CPAA. Manaus, Amazonas, Brasil. 4p.
- Pavinato PS et al. (2008). Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(1): 911-920.
- Penteado SR (2016). Adubação orgânica - Compostos orgânicos e biofertilizantes. Campinas: Ed. Via Orgânica, 162p.
- Pereira CM (2017). Efeito das larvas de besouro no processo de decomposição de esterco de coelho e produção de substratos orgânicos para mudas de hortaliças. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação Agropecuária). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 65p.
- Puker A et al. (2013). Dungbeetles (Coleoptera: Scarabaeidae) attracted to dung of the largest herbivorous rodent on Earth: a comparison with human feces. *Environmental Entomology*, 42(1): 1218-1225.
- Ramos SJ et al. (2010). Efeito residual das aplicações de fontes de fósforo em gramíneas forrageiras sobre o cultivo sucessivo da soja em vasos. *Bragantia*, 69(1): 149-155.
- Ratcliffe BC (1991). The scarab beetles of Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 12(1): 1-333.
- Ratcliffe BC (2002). Review of the genus *Palaeophileurus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Phileurini) with description of two new species from Peru. *Annals of the Entomological Society of America*, 95(3): 335-339.
- Ratcliffe BC (2003). The Dynastinae scarab beetles of Costa Rica and Panamá. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 16(1): 1-506.
- Ritcher PO (1958). Biology of Scarabaeidae. *Annual Review of Entomology*, 3(1): 311-334.
- Ritcher PO (1966). White grubs and their allies: a study of North American Scarabaeoid larvae. Corvallis, Oregon State University Press, 219p.
- Rocha JC et al. (2000). Reduction of mercury (II) by tropical river humic substances (Rio Negro) - A possible process of the mercury cycle in Brazil. *Talanta*, 53(1): 551-559.
- Rodrigues SR et al. (2011). Aspectos biológicos de *Pelidnota fulva* Blanchard, 1850 (Coleoptera, Scarabaeidae, Rutelinae). *Biota Neotropica*, 11(1): 157-160.
- Rodrigues SR et al. (2010). Aspectos biológicos de *Leucothyreus dorsalis* Blanchard (Coleoptera, Scarabaeidae, Rutelinae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3): 431-435.
- Rossi CQ et al. (2011). Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. *Bragantia*, 70(3): 622-630.
- Sarmah AK (2009). Potential risk and environmental benefits of waste derived from animal agriculture. In: (org.) Ashworth, G. S.; Azevedo, P. *Agricultural wastes - Agriculture Issues and Policies Series*. Nova Science Publishers, 1-17.

- Scarabnet. Global Taxon Database. Disponível em: <<http://www.scarabnet.org/ScarabNet/Home/Home.html>>. Acesso em: 12/12/2018.
- Scherer KZ et al. (2005). Predação de *Megacerus baeri* (Pic, 1934) (Coleoptera: Bruchidae) sobre sementes de *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae), na praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. *Biotemas*, 18(1): 39-55.
- Scholtz CH (1990). Phylogenetic trends in the Scarabaeoidea. *Journal of Natural History*, 24(1): 1027-1066.
- Silva LS et al. (2012). Composição da fase sólida orgânica do solo. In: Meurer, E. J. (Ed) *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre: Evangraf, 201-242.
- Speight MR et al. (1999). *Ecology of insects: concepts and applications*. Oxford: Blackwell Science, 350p.
- Stevenson FJ (1994). *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. New York: J. Wiley, 496p.
- Takahashi T et al. (2016). Nature, properties as function of aluminumhumus complexes in volcanic soils. *Geoderma*, 263(1): 110-121.
- Tashiro H (1990). *Insecta: Coleoptera Scarabaeidae larvae*. p.1191-1209. In: Dindal DL (Ed.) *Soil biology guide*. New York, John Wiley & Sons, 1349p.
- Triplehorn CA et al. (2011). *Estudo dos insetos*. São Paulo: Cengage Learning, 810p.
- Vázquez J et al. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1): 43-52.
- Viana CHP et al. (2001). Rutelinae (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em armadilha luminosa em Cruz das Almas, Bahia. *Magistra*, 13(1): 9-13.
- Vieira ER (2011). Aspectos econômicos e sociais do complexo agronegócio do cavalo no estado de Minas Gerais. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais*, 140p.
- Whipple SD et al. (2012). A comparison of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) attraction to native and exotic mammal dung. *Environmental Entomology*, 41(1): 238-244.
- Yadav AY et al. (2011). Industrial wastes and sludges management by vermicomposting. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 10(1): 243-276.
- Zandonadi DB et al. (2014). Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 32(1): 14-20.
- Zardo CD et al. (2010). Comunidade de artrópodes associada a serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na Estação Ecológica Serra das Araras-Mato Grosso, Brasil. *Revista Uniara*, 13(1): 105-113.

**Índice Remissivo**

**C**

canafístula, 92, 93, 94, 95, 96, 97  
Cokrigagem, 80  
conforto térmico, 59, 60, 61, 62, 71  
Coriza, 17

**D**

Desertificação, 43, 44, 45, 46, 47, 48

**E**

Efeitos mistos, 10

**G**

Geoestatística, 91  
Geoprocessamento, 53  
Gilbués, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55

**I**

índice de qualidade de Diskson, 94  
índice de temperatura de globo e umidade, 62

**K**

Krigagem, 79

**M**

metabasalto, 98, 100, 101, 102, 103  
milho, 98, 99, 100, 101, 102, 103

**N**

nitrogênio, 92, 95, 96

**R**

rochagem, 98

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 126 resumos simples/expandidos, 63 organizações de e-books, 39 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 67 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 44 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

