

Potencial de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais através da Minhocultura



ISSN 1678-2518
Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 180

Potencial de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais através da Minhocultura

Gustavo Schiedeck
Fabiana Priebe Holz
Volnei Knopp Zibetti
Greice de Almeida Schiavon

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8100

Home page: www.cpact.embrapa.br

E-mail: cpact.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho.

Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Ana Luiza B. Viegas

Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro

Editoração eletrônica e capa: Renata Abreu Serpa (estagiária)

Foto de capa: Gustavo Schiedeck

1ª edição

1ª impressão (2012): 150 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Potencial de aproveitamento de resíduos agroindustriais através da minhocultura / Gustavo Schiedeck et al. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.
38 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1678-2518, 180)

1. Eisenia andrei. 2. Húmus – Minhoca. 3. Adubo orgânico – Matéria orgânica. 4. Resíduo orgânico – Pêssego – Uva – Cinza. 5. Brasil – Rio Grande do Sul – Pelotas. I. Schiedeck, Gustavo. II. Holz, Fabiana Priebe. III. Zibetti, Volnei Knopp. IV. Schiavon, Greice de Almeida. VI. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões	30
Agradecimento.....	31
Referências	31

Potencial de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais Através da Minhocultura

Gustavo Schiedeck¹

Fabiana Priebe Holz²

Volnei Knopp Zibetti³

Greice de Almeida Schiavon⁴

Resumo

O aumento do interesse de agricultores e consumidores por alimentos oriundos de sistemas de produção orgânicos tem estimulado a pesquisa a buscar novos insumos capazes de suprir as necessidades dos cultivos no que tange à questão nutricional. Nesse sentido, o aproveitamento de fontes locais de resíduos orgânicos torna-se uma estratégia viável do ponto de vista econômico e logístico. Na região de Pelotas, RS, a indústria conserveira do pêssego e algumas agroindústrias de agricultores familiares voltadas à vinificação artesanal dispõem de uma quantidade considerável de resíduos com potencial de transformação em adubo orgânico de elevado valor biológico e nutricional através da minhocultura. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito de resíduos da pelagem química do pêssego, do bagaço e engaço de uva e de cinzas de caldeira sobre a biologia e reprodução de minhocas. Através dos resultados verificou-se que o resíduo bruto de pêssego requer um tratamento prévio antes de ser utilizado como alimento pelas minhocas, por

¹Engenheiro-agrônomo, D.Sc., pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, gustavo.schiedeck@embrapa.br.

²Tecnóloga em Gestão Ambiental, mestranda no Programa de Pós Graduação em Gerenciamento Costeiro da Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, fabianaholz@gmail.com.

³Ecólogo, M.Sc., doutorando no Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, vkzibetti@yahoo.com.br.

⁴Ecóloga e Bióloga, M.Sc., professora estadual, Pelotas, RS, greice_eco@hotmail.com.

meio de compostagem ou mistura com outros materiais. A utilização do engaço de uva como condicionador físico para o bagaço de uva mostrou uma tendência de melhorar o desenvolvimento e reprodução das minhocas em comparação ao uso do bagaço sem o engaço. O desenvolvimento de minhocas não foi afetado pela adição de cinzas ao esterco, porém houve uma tendência clara de redução na produção de casulos com o aumento das doses de cinzas.

Termos para indexação: *Eisenia andrei*; húmus de minhoca; resíduos de pêsego; resíduos de vinificação; cinza de caldeira.

Potential of Utilization of Agro Industrial Wastes Through Vermiculture

Abstract

The increasing interest of peasants and customers for food from organic production systems has stimulated researchers to find new supplies to attend the nutritional requirements of crops. Therefore the utilization of local sources of organic waste is a feasible strategy in economical and logistical terms. In Pelotas, RS, the canning peaches industry and artisanal wines production by peasants have a considerable amount of wastes with potential for transformation into organic fertilizer with high biological value and nutrition through the vermicomposting. The aim of this study was to evaluate the effect of chemical peeling residues of peach, grape rachis and grape marc and boiler ash on the biology and reproduction of earthworms. By the results we verified that crude peach residue requires a previous treatment before use as earthworms food, either through composting or mixing with other materials. The use of grape rachis such as physical conditioner to grape marc showed a tendency to improve the development and reproduction of earthworms as compared to the use of grape marc without the grape rachis. The development of

earthworms was not affected by the ash addition to cow dung, but there was a clear trend of reduction in cocoon production increasing doses of ash.

Index terms: *Eisenia andrei; vermicomposting; peach peeling waste; wine production waste; boiler ash.*

Introdução

O mercado de produtos orgânicos no Brasil cresce em torno de 50% ao ano, enquanto na Europa e Estados Unidos esse índice é de 20% a 30% (DAROLT, 2011). O último censo agropecuário revelou que, em 2006, a agricultura orgânica¹ era praticada em 90 mil propriedades, algo em torno de 1,8% do total dos estabelecimentos, com maior representatividade na horticultura (IBGE, 2009). Com a recente criação e publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), da Instrução Normativa n° 46 (BRASIL, 2011), que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, e da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) (BRASIL, 2012), esses números deverão aumentar de forma significativa, contemplando os diferentes estilos de agricultura de base ecológica.

O surgimento de novas áreas de cultivos e o incremento das já existentes baseadas nas premissas da Agroecologia também resultará em uma forte demanda por insumos, dentre os quais os fertilizantes orgânicos. No entanto, a dificuldade que os agricultores familiares têm em obter esse tipo de insumo, de qualidade e em grandes volumes, é um dos principais gargalos dos sistemas de produção de base ecológica, seja pela pouca disponibilidade de alternativas nos mercados locais ou pelo custo com que as alternativas disponíveis são oferecidas.

As estratégias voltadas para o desenvolvimento de fertilizantes orgânicos no âmbito regional, ou até mesmo local, por meio de processos naturais, são interessantes e devem ser estimuladas, uma

¹ A Agricultura Orgânica é um estilo de agricultura que adota práticas e tecnologias 'limpas' ou 'ecológicas' para a produção de alimentos, geralmente direcionados a nichos de mercado específicos, porém nem sempre atendendo às premissas da Agroecologia (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Para efeitos legais, a Lei n° 10.831, de 23 de dezembro de 2003 que dispõe sobre Agricultura Orgânica, engloba em seu conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial outros estilos de agriculturas alternativas, como ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, permacultura e agroecológico (BRASIL, 2003).

vez que asseguram a destinação adequada e a transformação segura de resíduos orgânicos potencialmente perigosos ao ambiente em produto útil, ao mesmo tempo em que reduzem custos de produção, transporte e facilitam a logística de distribuição.

Dentro desse contexto, a transformação de resíduos orgânicos por meio de minhocas surge como uma das técnicas mais interessantes do ponto de vista social e ambiental. A minhocultura corresponde ao processo de bio-oxidação e estabilização de resíduos orgânicos a partir da ação conjunta de minhocas e microrganismos (AIRA; DOMÍNGUEZ, 2009), visando à produção de húmus. Os microrganismos envolvidos nesse processo são tanto os existentes no resíduo quanto aqueles que vivem no interior dos intestinos das minhocas (PIZL; NOVÁKOVÁ, 2003). O húmus de minhoca, tal como conhecemos e utilizamos, nada mais é do que as excreções intestinais produzidas pelas minhocas.

Em geral, os agricultores reconhecem os serviços ambientais prestados pelas minhocas nos agroecossistemas e sempre associam a sua presença na propriedade aos solos mais férteis e produtivos (ORTIZ et al., 1999; SCHIEDECK et al., 2009). Contudo, ainda são poucos os que utilizam as minhocas de forma sistemática como estratégia de reciclagem dos resíduos orgânicos e fonte de adubo orgânico. As minhocas tem potencial para converter diversos tipos de resíduos orgânicos, sejam eles esterco (GARG et al., 2005), resíduos domiciliares e industriais (YADAV; GARG, 2011), lodo de esgoto e bagaço de cana (SILVA et al., 2002), lodos industriais (GARG et al., 2006), mistura de esterco com palhas (PEREIRA et al., 2005) e outros menos convencionais, como erva-mate e borra de café (BICCA et al., 1999; ADI; NOOR, 2009), restos vegetais de mamona e farinha de milho (SCHIAVON et al., 2006), polpa de café, casca de mandioca, caule de bananeiras, resíduos de papel, resíduos alimentares (ARANDA et al., 1999) e até mesmo serragem (SUTHAR, 2006).

O húmus de minhoca pode ser considerado um autêntico

bioestimulador (EDWARDS, 2004), atuando como corretor do solo, melhorando o equilíbrio biológico do húmus estável, fornecendo nitrato, fosfato, amônio, potássio, cálcio e magnésio, entre outros elementos para a nutrição dos cultivos (FOLLET et al., 1981), além de enzimas como proteases, lipases, amilases e celulases que agem na decomposição da matéria orgânica mesmo após sua aplicação no solo (SHARMA et al., 2005). Resultados de pesquisas sobre o efeito da aplicação de húmus de minhoca no crescimento e produtividade de cultivos agrícolas têm comprovado sua eficiência como fonte de nutrientes (PANT et al., 2009; SINGH et al., 2010). Da mesma forma, outros estudos também dão conta de que o húmus, quando aplicado sob a forma líquida, apresenta potencial de supressão de pragas (ARANCON et al., 2005; EDWARDS et al., 2010) e de doenças de plantas (ZALLER, 2006).

Diversos municípios do Território Sul do Rio Grande do Sul, são tradicionais produtores de doces, conservas, sucos e, mais recentemente, de vinhos. Essa produção está fortemente baseada no cultivo do pêssego e de uvas comuns, tanto em escala industrial quanto em nível de propriedades de agricultores familiares. Contudo, independentemente da escala de produção, essa atividade agroindustrial produz um volume significativo de resíduos que podem apresentar potencial de transformação em fertilizantes orgânicos por meio da minhocultura.

Em 2008, a produção de pêssegos nos principais municípios produtores do sul do Rio Grande do Sul, Canguçu, Pelotas, Piratini, Morro Redondo e Cerrito, foi de aproximadamente 59 mil toneladas (INSTITUTO TÉCNICO DE PESQUISA E ASSESSORIA, 2009), sendo a maior parte destinada à indústria conserveira. Durante o processo de beneficiamento produz-se uma quantia considerável de resíduos sólidos, que pode variar entre 10% e 25% conforme o tamanho do fruto (MEDEIROS, 2005). Com relação à produção de vinho e suco de uva, embora o volume na região não seja tão expressivo quanto o do pêssego, a geração de resíduos varia em torno de 25%, sendo o

bagajo o resíduo majoritário (OLIVEIRA, 2010).

Da mesma forma, a utilização de lenha de eucalipto para aquecimento das caldeiras, produz uma quantidade expressiva de cinzas, cujo destino mais comum tem sido o descarte em aterros ou a incorporação direta do material às áreas de cultivo, medidas ambientalmente pouco interessantes. Não obstante, as cinzas compõem-se de quantidades razoáveis de macro e micronutrientes e podem possuir características corretivas de acidez em solo e potencial para ser usado como fertilizante orgânico (OLIVEIRA et al., 2006).

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar os primeiros resultados de pesquisa obtidos na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, verificando as respostas em crescimento e reprodução das minhocas, quando submetidas à alimentação com resíduos de pêsego, uva e cinza de eucalipto produzidos pela indústria conserveira regional e agricultores familiares. Da mesma forma, por meio dessas respostas pretende-se direcionar os próximos estudos, centrando esforços nas melhores combinações de resíduos e na eventual necessidade de preparos prévios ou limites máximos de utilização.

Material e Métodos

Os trabalhos de pesquisa foram realizados entre julho de 2009 e agosto de 2010 na Estação Experimental Cascata (EEC), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. A Estação está localizada nas coordenadas 31°37'S e 52°31'W, situada no distrito de Cascata, 5° distrito de Pelotas, a cerca de 25 km da sede do município.

Experimento 1 –Produção de húmus de minhocas a partir de resíduos de polpa e casca de pêsego

O experimento teve duração de 75 dias. Foram utilizados vasos plásticos com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, contendo resíduos

de casca e polpa de pêsego, descartados na água de lavagem pela limpeza e seleção de frutas realizada na indústria conserveira. Foram usadas minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei* Bouché, sendo dispostos 10 indivíduos por vaso, com 3,9 g de biomassa total média e correspondendo à densidade de 569 g de minhocas por m².

Os resíduos utilizados apresentavam dois estágios de decomposição. O resíduo bruto de pêsego (B) foi coletado no primeiro tanque de efluentes da indústria e levado para a EEC, onde foi seco à sombra por 30 dias e, em seguida, armazenado em bombonas de plástico. A reidratação do resíduo foi realizada dois dias antes da implantação dos tratamentos, procurando restituir a condição original de umidade que era a capacidade de campo. Nesse meio tempo, uma parte do resíduo bruto coletado na indústria foi pré-compostado (C) com palha de roçada por 69 dias, na proporção de 75% de resíduo de pêsego e 25% de palha.

Os dois resíduos foram usados para compor os tratamentos avaliados: resíduo bruto 100% (B100), resíduo pré-compostado 100% (C100) e combinações entre ambos, nas proporções 25/75%, 50/50% e 75/25% (m/m). A massa de resíduo disponibilizada para as minhocas em cada vaso foi de 400 g. As avaliações ocorreram semanalmente, onde foram mensuradas a evolução da biomassa de minhocas em cada vaso, o número de casulos produzidos e a evolução do volume de húmus. O volume de húmus foi medido em relação ao volume original do alimento. A cada avaliação da biomassa das minhocas o húmus era recolocado nos vasos e estes erguidos à 5 cm de altura da bancada de trabalho, sendo soltos por três vezes para sua acomodação homogênea. Com uma régua, era então anotada a distância da superfície do húmus até a borda do vaso. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições e a comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Experimento 2 –Produção de húmus de minhoca a partir de bagaço e engaço de uva

O experimento foi realizado ao longo de 89 dias. O bagaço e o engaço de uva foram obtidos junto a agricultores familiares que produzem vinho artesanal na zona rural de Pelotas, RS. Foram avaliadas diferentes proporções entre os dois resíduos para verificar a adaptação das minhocas ao alimento, sendo que o bagaço foi utilizado como fonte principal de alimento e o engaço como condicionante físico. Em vasos plásticos com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura foram colocados 450 g de bagaço misturados com diferentes proporções de engaço. A mistura foi baseada no volume dos resíduos, sendo o engaço adicionado nas proporções de 50%, 33%, 25% e 20%, compreendendo 37 g, 19 g, 12 g e 9 g de engaço, respectivamente. A testemunha constou apenas do bagaço de uva.

Em cada vaso foram adicionadas 10 minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei* Bouché, representando uma biomassa total média de 3,2 g e uma densidade de 569 g de minhocas por m². Semanalmente foram avaliadas a evolução da biomassa das minhocas, o número de casulos produzidos e a evolução do volume de alimento. O volume de húmus foi medido da mesma forma que mencionado no Experimento 1. Com uma régua era então anotada a distância da superfície do húmus até a borda do vaso. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Experimento 3 – Produção de húmus de minhoca em combinação com cinza de eucalipto

O experimento foi conduzido durante 53 dias. A cinza de eucalipto foi fornecida por indústrias conserveiras da região que utilizam caldeiras à lenha para o aquecimento da água nas linhas de produção. Os tratamentos foram formados por 300 g de esterco bovino, adicionando a eles 2,5% (7,5 g), 5% (15 g), 7,5% (22,5 g) e 10% (30 g) de cinza de eucalipto. A cinza de eucalipto utilizada apresentava a seguinte composição química: pH: 7,96; C/N: 57:1; C: 146,22 g kg⁻¹; N:

2,57 g kg⁻¹; P: 8,13 g kg⁻¹; K: 43,75 g kg⁻¹; Ca: 136,28 g kg⁻¹; Mg: 8,69 g kg⁻¹. O tratamento testemunha foi o esterco bovino sem adição de cinza.

Foram usados vasos plásticos com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, nos quais foram colocados 10 indivíduos adultos da espécie vermelha da Califórnia (*Eisenia andrei* Bouché), representando em média 6 g de biomassa total em cada vaso. A evolução da biomassa das minhocas, a produção de casulos e o volume do húmus foram avaliados semanalmente. O volume de húmus foi medido da mesma forma que mencionado no Experimento 1. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições e a comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Experimento 1

A biomassa total de minhocas revelou melhor adaptação inicial das minhocas aos tratamentos com maior proporção de resíduos compostados (Figura 1). No tratamento apenas com resíduo compostado as minhocas atingiram a maior biomassa aos 20 dias (8,60 g), um aumento de 220% em relação à biomassa inicial. A partir desse momento houve um decréscimo progressivo até o final do experimento, quando a biomassa total média atingiu o valor de 4,22 g. No tratamento com 25% de resíduo bruto, as minhocas tiveram uma evolução inicial mais lenta na biomassa, atingindo o máximo aos 41 dias (7,22 g), um ganho de 185% em relação ao início. Por outro lado, no tratamento com 50% de resíduo bruto praticamente não houve incremento significativo em biomassa, enquanto nos tratamentos com 75% e 100% de resíduo bruto a biomassa decresceu já a partir da primeira semana. No final do experimento as biomassas totais médias das minhocas nos tratamentos com 75%, 100% e 50% de resíduo compostado não diferiram entre si, sendo o tratamento apenas com

resíduo bruto inferior a todos os demais.

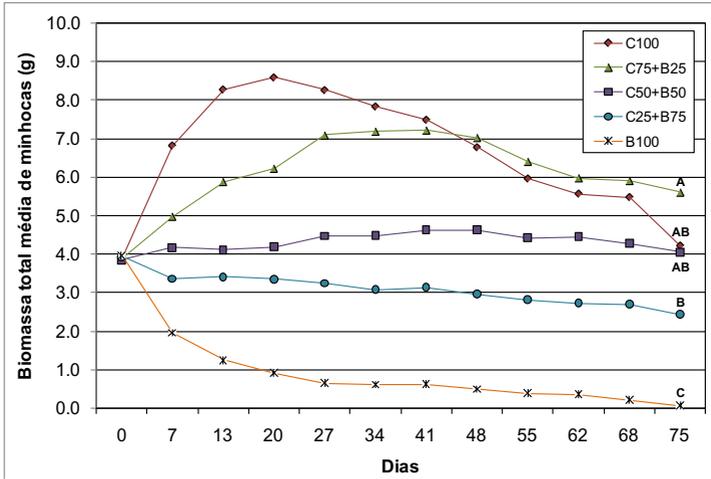


Figura 1. Evolução da biomassa total média (g) de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de resíduo de pêsego bruto (B) e compostado (C) em diferentes proporções. Médias aos 75 dias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

Alguns motivos podem ter influenciado na resposta negativa das minhocas aos tratamentos com o resíduo bruto, tais como o baixo grau de decomposição. Diversos trabalhos citam a compostagem prévia dos resíduos orgânicos como benéfica para a dinâmica populacional e crescimento das minhocas (NAIR et al., 2006; VÁZQUEZ et al., 2007).

Nos tratamentos com 50% e 25% de resíduo compostado, o desempenho de biomassa das minhocas pode ser creditado à baixa disponibilidade de alimento prontamente aproveitável para a população. De forma geral, a biomassa média individual das minhocas tende a decrescer em ambientes onde a disponibilidade de alimento não atende à população existente (DOMÍNGUEZ; EDWARDS, 1997; GIRADDI, 2008)

A análise do número de minhocas nos tratamentos no final do experimento (Figura 2) indica que houve redução significativa da população por fuga e morte apenas no resíduo bruto sem mistura com o resíduo compostado. Apesar dessa redução ter sido evidenciada de forma intensa e logo após a implantação dos tratamentos, é pouco provável que algum componente tóxico oriundo do processo da retirada da pele dos frutos e limpeza das linhas de produção, como soda cáustica e detergentes, tenha influenciado a resposta das minhocas. Para que isso se confirmasse, seria coerente imaginar que as minhocas dos tratamentos com 75% e 50% de resíduo bruto também deveriam apresentar algum grau de rejeição ao alimento, fato que não se verificou.

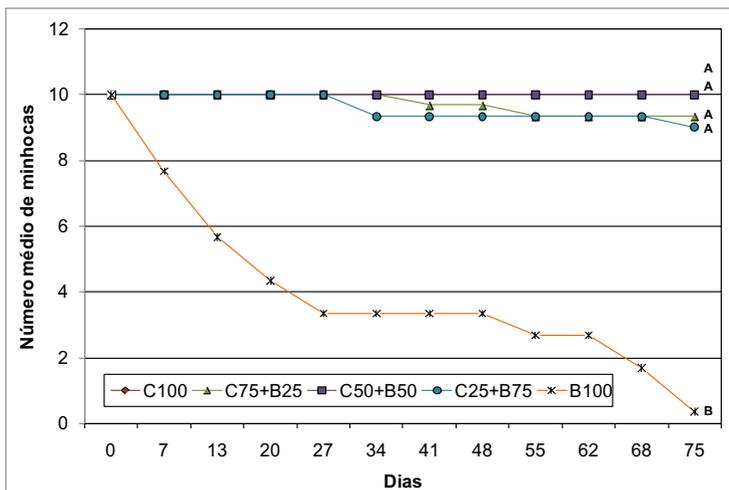


Figura 2. Evolução do número médio de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de resíduo de pêssigo bruto (B) e compostado (C) em diferentes proporções. Médias aos 75 dias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Dados analisados após transformação em. Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

Uma possibilidade para tal fato pode ser a ocorrência de uma condição física menos favorável ao deslocamento e respiração das minhocas no alimento. As minhocas são muito sensíveis às condições anaeróbicas proporcionadas no alimento, uma vez que sua respiração

é realizada via cutânea (DOMÍNGUEZ; EDWARDS, 2010). Em outro trabalho, utilizando esterco bovino fresco, a mortalidade de minhocas foi atribuída às condições anaeróbicas proporcionadas pelo esterco após duas semanas, uma vez que as condições químicas estavam adequadas ao crescimento, desenvolvimento e reprodução (GUNADI; EDWARDS, 2003). Não obstante, é possível inferir que a condição desfavorável proporcionada pelo resíduo de pêssago bruto, seja ela qual for, parece ser neutralizada após a compostagem.

A produção de casulos das minhocas também foi afetada pelos tratamentos (Figura 3). O uso do resíduo bruto associado ou não ao resíduo compostado, em todas as proporções, foi estatisticamente prejudicial à reprodução das minhocas.

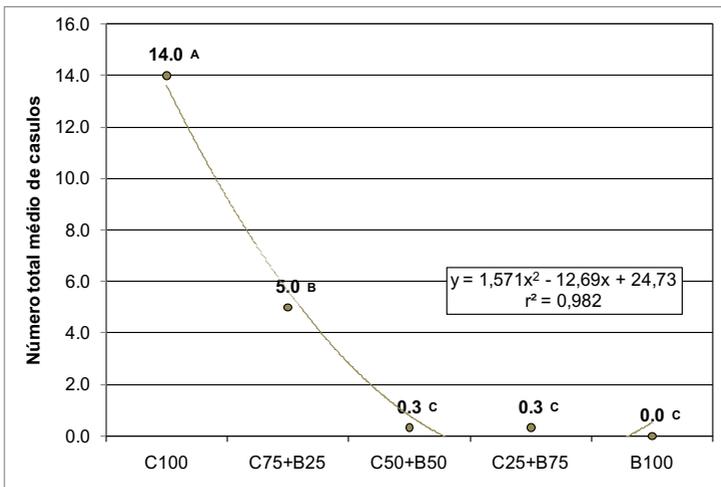


Figura 3. Número total médio de casulos de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de resíduo de pêssago bruto (B) e compostado (C) em diferentes proporções. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Dados analisados após transformação em $\sqrt{x+1}$. Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

De forma geral, a produção de casulos em todos os tratamentos foi muito inferior ao citado na bibliografia especializada. Isso também é possível constatar pelos resultados obtidos no Experimento 2 e

Experimento 3. Enquanto que em média uma minhoca produz um casulo a cada dois ou três dias (DOMÍNGUEZ; EDWARDS, 2010), no tratamento melhor avaliado, apenas com o resíduo compostado, a produção foi de um casulo por minhoca a cada 54 dias.

Em épocas do ano com temperaturas mais amenas, como no inverno da Região Sul do Brasil, as minhocas tendem a reduzir sua alimentação e seu metabolismo, com conseqüente redução dos níveis de reprodução (DOMÍNGUEZ; EDWARDS, 2010). Embora o monitoramento da temperatura no alimento ao longo do trabalho tenha revelado valores entre 9°C e 12°C, a produção de casulos no melhor tratamento do Experimento 2, com bagaço e engaço de uva, conduzido no mesmo período, foi quase quatro vezes superior.

Assim, pode-se inferir que o fator determinante para a pouca produção de casulos seja a baixa qualidade nutricional do resíduo de pêssago utilizado, gerado nas etapas iniciais da industrialização. O resíduo era formado majoritariamente pela fração mais externa da epiderme dos frutos, removida através da pelagem química com soda cáustica. A superfície do pêssago é formada por um denso indumento com 0,4 a 1 mm de espessura, constituído por tricomas, e uma cutícula composta por ceras (27%), cutina (20%) e resíduos insolúveis formados por polissacarídeos e cutan (53%) (FERNÁNDEZ et al., 2011).

O volume relativo do húmus produzido seguiu uma tendência decrescente ao longo do experimento, ficando ao final em média de 61% (Figura 4). Os tratamentos com resíduo compostado tiveram volume final semelhantes entre si, enquanto o tratamento apenas com resíduo bruto foi inferior apenas ao formado com resíduo compostado.

Experimento 2

Não houve diferença estatística significativa para a biomassa total média de minhocas ao final do experimento, com os valores médios

ficando entre 2,70 g e 3,53 g (Figura 5).

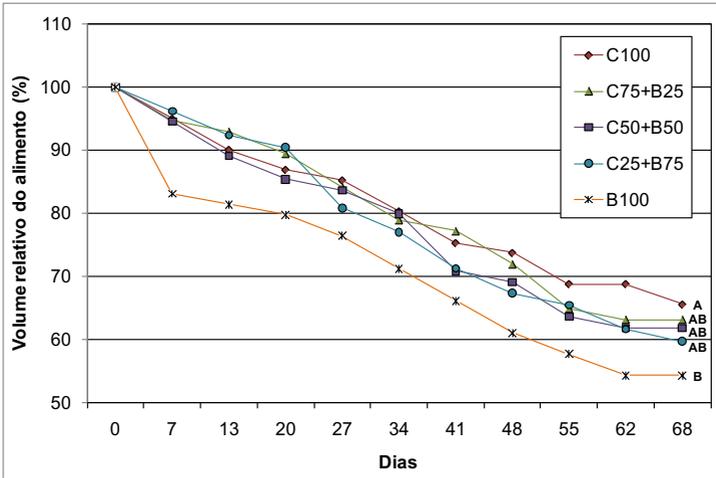


Figura 4. Evolução do volume relativo de húmus (%) produzido por minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de resíduo de pêssego bruto (B) e compostado (C) em diferentes proporções. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

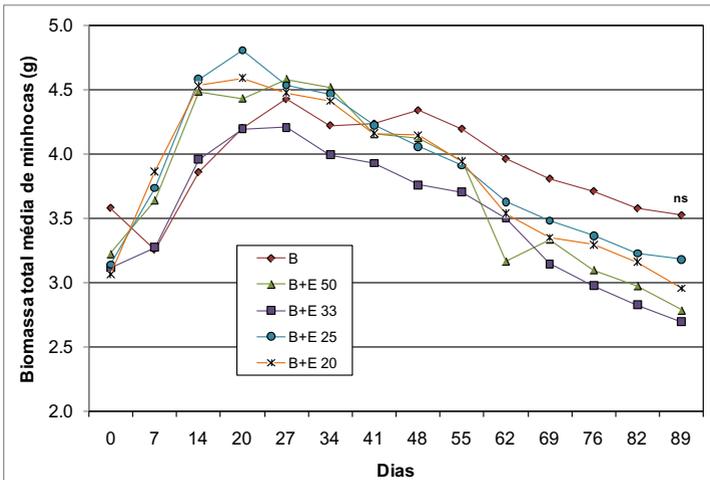


Figura 5. Evolução da biomassa total média (g) de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de bagaço de uva (B) misturados com diferentes proporções de engaço de uva (E). Médias aos 89 dias com diferenças não significativas (ns) entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

Não houve diferença significativa quanto ao número de minhocas em casa vaso ao final dos 89 dias. As minhocas apresentaram um comportamento semelhante em todos os tratamentos, com grande incremento inicial de biomassa, atingindo os valores máximos entre os 20 e 27 dias, seguido por um decréscimo constante até o final do experimento. Por ser rico em açúcares, a resposta das minhocas e microrganismos a esse resíduo tende a ser rápida (GÓMEZ-BRANDÓN et al., 2011). Posteriormente, o decréscimo em biomassa é considerado normal e atribuído à restrição alimentar causada pelo próprio consumo das minhocas (GARG et al., 2005).

Comportamento semelhante também pôde ser verificado na produção semanal de casulos das minhocas (Figura 6). Na primeira semana a produção de casulos foi baixa e pode ser explicada pela adaptação das minhocas à mudança de alimento, uma vez que as mesmas, antes do experimento, eram mantidas em alimento à base de esterco bovino. De forma geral, a produção de casulos atingiu os maiores valores médios entre os 14 e 34 dias para as minhocas nos tratamentos com engaço de uva, apresentando declínio progressivo até o final, possivelmente devido à restrição alimentar.

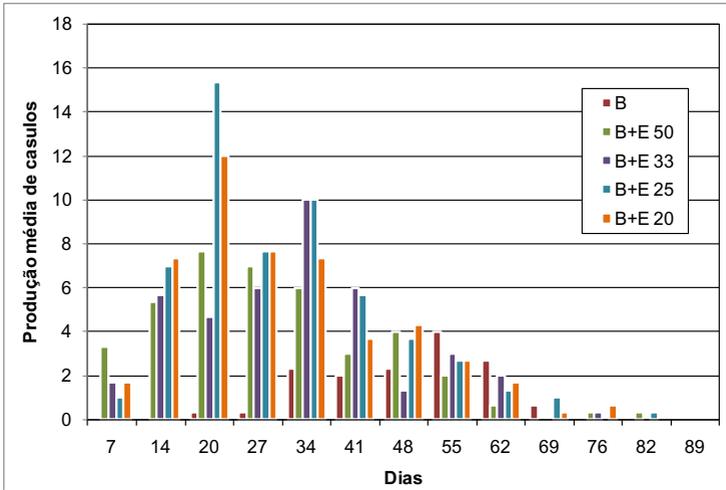


Figura 6. Produção média de casulos por minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de bagaço de uva (B) misturados com diferentes proporções de engaço de uva (E). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

A menor produção inicial de casulos pode ter sido motivada por aspectos químicos ou físicos do alimento. O bagaço de uva vinificada, formado pela casca, semente e frações da polpa e do engaço, é um resíduo que possui macroelementos como nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, mas também polifenóis, metais pesados e um pH ácido que varia entre 3 e 5 (BUSTAMANTE et al., 2005). Nesse sentido, é de se esperar que minhocas adaptadas à uma condição alimentar prévia apresentem variação em seu padrão reprodutivo.

Pode-se notar também que, no tratamento onde o engaço de uva não foi utilizado, a produção de casulos pelas minhocas iniciou de forma tardia em relação aos demais tratamentos, bem como o atingimento do valor máximo: o primeiro casulo foi registrado somente aos 20 dias e a maior produção ocorreu aos 55 dias. Apesar de haver uma tendência das minhocas do alimento sem engaço produzirem menor número de casulos (Figura 7), o coeficiente de variação foi bastante elevado (48%) e não houve diferença estatística entre os tratamentos.

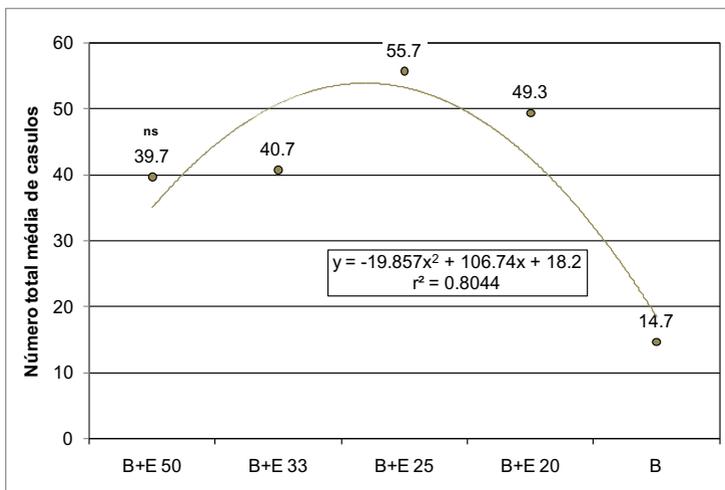


Figura 7. Número total médio de casulos de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de bagaço de uva (B) misturados com diferentes proporções de engajo de uva (E). Médias com diferenças não significativas (ns) entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

Em média, as minhocas dos tratamentos com utilização do engajo misturado ao bagaço de uva produziram um casulo a cada 19 dias, enquanto no tratamento sem uso do engajo esse valor foi de um casulo a cada 58 dias. Em ambos os casos esse índices são bastante elevados em relação aos citados por Domínguez e Edwards (2010). Parte desses resultados pode ser explicada pela época na qual o experimento foi desenvolvido, como mencionado no Experimento 1, mas também pela característica física do bagaço de uva que não foi triturado antes de ser disponibilizado às minhocas. Por ser um resíduo de partículas grandes, é possível que as minhocas tenham despendido muita energia para sua própria manutenção em detrimento da reprodução.

No tratamento sem uso do engajo, a maior compactação do alimento também pode ter contribuído para a pouca produção de casulos. Resultado semelhante foi observado por Schiedeck et al. (2006), em estudo com o efeito de diferentes materiais vegetais misturados

com esterco bovino. Steffen et. al. (2006) e Turruella et. al. (2006), em estudos de avaliação de crescimento de minhocas com uso de casca de arroz carbonizada e dois processos de vermicompostagem com diferentes resíduos orgânicos, respectivamente, obtiveram respostas semelhantes, reiterando que a aeração do material interfere na reprodução e crescimento das minhocas. Por outro lado, Pereira et al. (2005) verificaram que a palha de carnaúba misturada ao esterco bovino em diferentes proporções afetou negativamente a biomassa e reprodução das minhocas.

O tipo e a proporção de materiais estruturantes podem afetar o acúmulo de biomassa e reprodução das minhocas, assim como a taxa de mineralização do resíduo orgânico, além de minimizar a concentração de gases tóxicos gerados no próprio processo de degradação (SUTHAR, 2009).

Quanto ao volume final de húmus produzido (Figura 8), não houve diferença estatística entre os tratamentos, com as médias variando entre 55% e 64%. Esse fato indica que, ao final do experimento, grande parte do engaço utilizado como condicionador também já havia sido decomposto pelas minhocas com ajuda dos microrganismos, corroborando as informações de Gómez-Brandón et al. (2011).

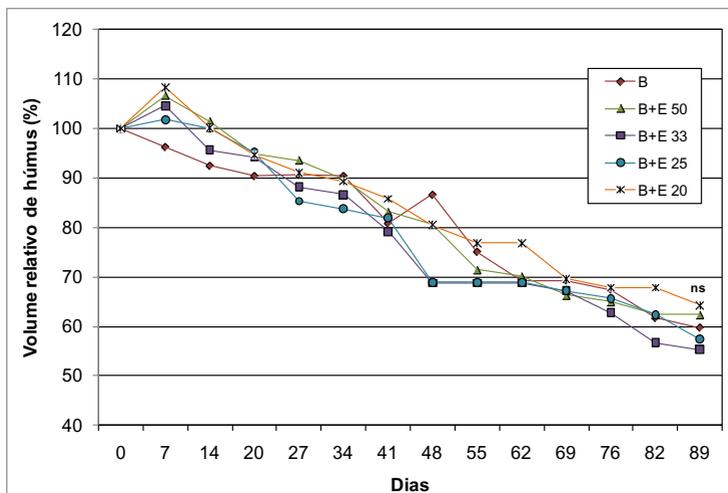


Figura 8. Evolução do volume relativo de húmus (%) produzido por minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de bagaço de uva (B) misturados com diferentes proporções de engaço de uva (E). Médias aos 89 dias com diferenças não significativas (ns) entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Agosto de 2010.

Experimento 3

A biomassa total média de minhocas no final do experimento não diferiu estatisticamente para os tratamentos (Figura 9), tendo os valores médios ficado entre 4,67 g e 5,37 g. Contudo, percebe-se uma nítida diferença de adaptação ao alimento das minhocas mantidas nos tratamentos com maiores teores de cinzas.

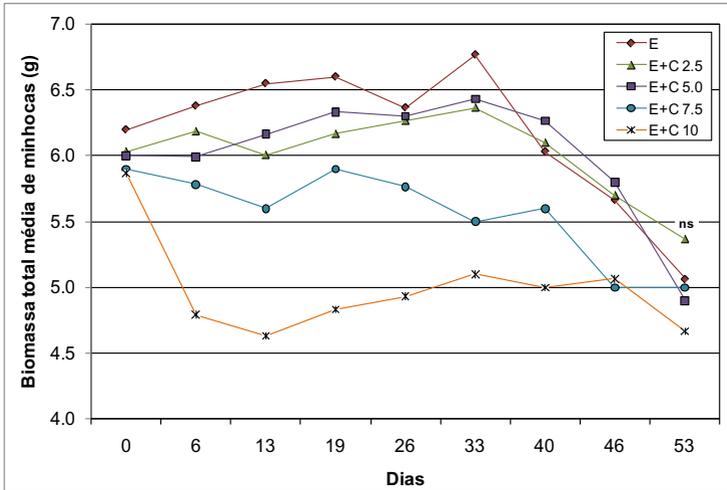


Figura 9. Evolução da biomassa total média (g) de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de esterco bovino (E) misturados com cinza de eucalipto (C) em diferentes proporções. Médias aos 53 dias com diferenças não significativas (ns) entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Setembro de 2009.

As minhocas do tratamento com 10% de cinza adicionada ao esterco apresentaram perda de biomassa até os 13 dias, seguida de um pequeno incremento até os 46 dias, quando tornaram a declinar. No tratamento com 7,5% de cinza também houve perda inicial de biomassa, porém de forma menos intensa que no tratamento com 10% de cinza. Até os 33 dias, as minhocas alimentadas apenas com esterco sem adição de cinza apresentaram biomassa superior aos demais tratamentos, sendo que essa tendência desapareceu a partir desse momento até o final do experimento. Como também não houve diferença para o número de minhocas, as diferenças em biomassa podem ser creditadas às características do alimento com cinzas.

É possível perceber que as minhocas, mesmo as introduzidas no tratamento sem adição de cinzas, requereram um período de adaptação no que diz respeito à reprodução (Figura 10). Pode-se inferir que as minhocas utilizadas estavam em um ambiente bastante favorável antes de serem colocadas nos tratamentos e que a produção

de casulos na primeira semana foi, em parte, reflexo dessa condição. Com a mudança de alimentação, de um esterco em processo mais avançado de degradação para outro mais recente e acrescido de cinzas, a produção de casulos na segunda semana foi reduzida. A partir dos 13 dias, a produção de casulos foi elevada de forma gradativa em todos os tratamentos até atingir os valores máximos aos 46 dias.

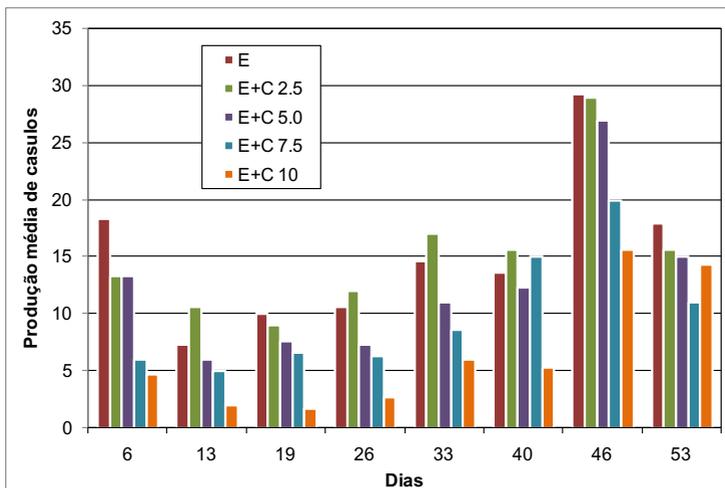


Figura 10. Produção média de casulos de minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de esterco bovino (E) misturados com cinza de eucalipto (C) em diferentes proporções. Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Setembro de 2009.

Apesar da biomassa total média e o número de minhocas não ter sido afetado pelos tratamentos, houve diferença estatística significativa para a produção total de casulos (Figura 11).

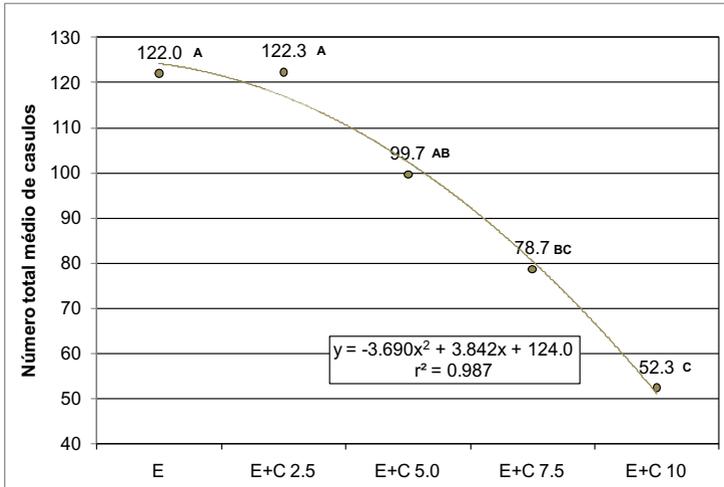


Figura 11. Número total médio de casulos produzidos por minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de esterco bovino (E) misturados com cinza de eucalipto (C) em diferentes proporções. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Setembro de 2009.

É possível notar uma tendência muito clara quanto ao efeito da adição de cinza ao esterco bovino sobre a reprodução das minhocas. A produção de casulos foi menor quanto maior a concentração de cinza utilizada. No tratamento com esterco sem adição de cinzas, cada minhoca produziu um casulo a cada 4 dias, enquanto que com adição de 10% de cinzas, esse índice foi de apenas um casulo a cada 9 dias.

Essa redução na produção de casulos pode estar relacionada ao pH (Tabela 1) ou às condições físicas do alimento proporcionadas pela cinza. As minhocas epigêicas, como a *Eisenia andrei*, toleram faixas de pH que vão de 5 até 9. No entanto, ao serem colocadas em alimentos com gradientes de pH, movimentam-se para aqueles mais ácidos, com valores próximos a 5 (DOMÍNGUEZ; EDWARDS, 2010). O aumento do pH pode ter sido causado pelo elevado teor de Ca na cinza utilizada. Quanto ao aspecto físico é possível que as concentrações mais elevadas de cinza, devido a sua fina granulometria, possam ter provocado maior compactação

no alimento. Por possuírem respiração cutânea, ambientes com restrições às trocas gasosas dificultam a sobrevivência e reprodução das minhocas (SINGH et al., 2004).

Tabela 1. Análise química de húmus obtidos a partir de esterco bovino e concentrações crescentes de cinza de eucalipto. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Setembro, 2009.

Tratamentos	pH	C/N	C	N	g kg ⁻¹			
					P	K	Ca	Mg
Esterco	8,07	20:1	308,59	15,17	7,69	16,50	13,96	6,00
Esterco+2,5% cinza	9,10	23:1	302,73	13,01	7,70	19,80	45,21	7,95
Esterco+5,0% cinza	9,36	21:1	265,62	12,66	10,08	20,62	76,09	8,52
Esterco+7,5% cinza	9,56	20:1	255,85	13,01	9,28	25,85	81,60	11,92
Esterco+10% cinza	9,71	20:1	242,18	12,31	9,89	24,20	106,97	9,32

O pH ficou acima de 9 em todos os tratamentos com utilização da cinza. Houve tendência de redução nos valores de C e N e de aumento nos de P, K, Ca e Mg com o aumento das concentrações de cinza. O teor de Ca foi o mais afetado, sendo quase 8 vezes maior no tratamento com 10% de cinza em comparação ao verificado na testemunha.

Trabalhando com concentrações bem mais baixas de cinza no esterco bovino, Timm et al. (2003) verificaram que o pH do húmus foi pouco alterado e que o teor de N foi elevado com o aumento do teor de cinza. Segundo os autores, o Ca foi o elemento que sofreu maior influência, elevando seu nível em mais de 170% em relação ao tratamento sem cinza.

O volume relativo de húmus ao final dos 53 dias ficou entre 47,71% e 57,91%, não havendo diferença estatística entre os tratamentos (Figura 12). De forma geral, o valor médio (52%) foi inferior ao verificado

nos experimentos com resíduos de pêssigo e de uva, 61% e 60% respectivamente, e num período menor de tempo. Esse fato deve-se à ausência de elementos estruturantes como o resíduo de pêssigo compostado com palha e o engaço de uva, à época mais quente do ano que propiciou maior atividade metabólica das minhocas e à menor quantidade de alimento disponibilizado à mesma densidade populacional.

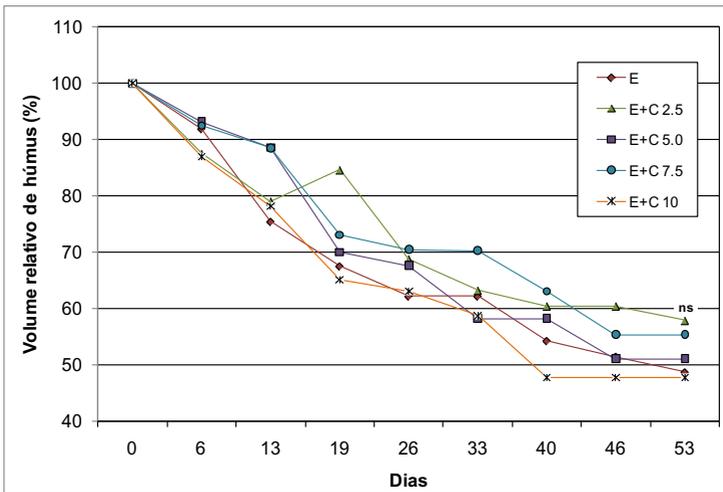


Figura 12. Evolução do volume relativo (%) de húmus produzido por minhocas *Eisenia andrei* em alimentos à base de esterco bovino (E) misturados com cinza de eucalipto (C) em diferentes proporções. Médias aos 53 dias com diferenças não significativas (ns) entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Setembro de 2009.

Conclusões

A partir desses primeiros resultados verifica-se que existe um potencial de aproveitamento de diferentes resíduos orgânicos disponíveis em volumes consideráveis na região através da minhocultura. Contudo, para obter um melhor rendimento biológico e econômico, é importante que cada situação seja analisada separadamente e realizadas as adaptações necessárias.

A utilização do resíduo bruto da indústria de pêssego foi pouco interessante ao desenvolvimento e reprodução das minhocas e seu melhor aproveitamento dependerá de preparos prévios como a compostagem ou a mistura de outros resíduos orgânicos mais ricos em termos nutricionais para as minhocas.

Quanto ao resíduo da vinificação artesanal, a mistura de bagaço com engaço de uva possibilitou uma melhor condição de desenvolvimento e reprodução das minhocas. Porém, um fracionamento anterior do resíduo pode facilitar o processo biológico de degradação pelas minhocas e microrganismos.

A adição de cinzas de caldeira ao esterco alterou a produção de casulos das minhocas e a composição química do húmus obtido ao final do experimento. Embora seja possível sua utilização em mistura com esterco bovino, valores acima de 5% devem ser evitados se não houver a adição de algum elemento estruturante do alimento.

Agradecimento

Apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

Referências

ADI, A. J.; NOOR, Z. M. Waste recycling: utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. **Bioresource Technology**, Essex, v. 100, n. 2, p. 1027-1030, 2009.

ARANCON, N. Q.; GALVIS, P. A.; EDWARDS, C. A. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. **Bioresource Technology**, Essex, v. 96, p. 1137-1142, 2005.

ARANDA, E.; BAROIS, I.; ARELLANO, P.; IRISSÓN, S.; SALAZAR, T.; RODRÍGUEZ, J.; PATRÓN, J. C. Vermicomposting in the tropics. In: LAVALLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. (Ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Oxon: CABI Publishing, 1999. p. 253-287.

AIRA, M.; DOMÍNGUEZ, J. Microbial and nutrient stabilization of two animal manures after the transit through the gut of the earthworm *Eisenia foetida* (Savigny, 1826). **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 161, p. 1234-1238, 2009.

BICCA, A. M. O.; GNOATTO, S. C.; MORSELLI, T. B. G. A.; PAULETTO, E. A.; VIDAL, M. B. Avaliação da capacidade de acasalamento e eclosão de *Eisenia foetida* em diferentes materiais orgânicos em estação quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA, 1., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 1999. p.1.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 out. 2011. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 ago. 2012. Seção 1, p. 4.

BUSTAMANTE, M. A.; PAREDES, C.; MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PÉREZ-ESPINOSA, A.; PÉREZ-MURCIA, M. D. Uses of winery and distillery effluents in agriculture: characterisation of nutrient and hazardous components. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 51, n. 1, p. 145–51, 2005.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER: IICA, 2004. 24 p.

DAROLT, M. R. A evolução da agricultura orgânica no contexto brasileiro. **Vida no campo, seu portal rural on-line**, 22 de Fevereiro de 2011. Disponível em: <<http://vidanocampoonline.com/index.php/artigos/851-a-evolucao-da-agricultura-organica-no-contexto-brasileiro>>. Acesso em: 5 dez 2011.

DOMÍNGUEZ, J.; EDWARDS, C. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 29, n. 3, p. 743–746, 1997.

DOMÍNGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting. In: EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; SHERMAN, R. (Ed.) **Vermiculture technology**. Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 27-40.

EDWARDS, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein. In: EDWARDS, C. A. (Ed.). **Earthworm ecology**. 2. ed. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 345-379.

EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; VASKO-BENNETT, M.; ASKAR, A.; KEENEY, G. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. **Pedobiologia**, Jena, v. 53, p. 141–148, 2010.

FERNÁNDEZ, V.; KHAYET, M.; MONTERO-PRADO, P.; HEREDIA-GUERRERO, J. A.; LIAKOPOULOS, G.; KARABOURNIOTIS, G.; DEL RÍO, V.; DOMÍNGUEZ, E.; TACCHINI, I.; NERÍN, C.; VAL, J.; HEREDIA, A. New insights into the properties of pubescent surfaces: peach fruit as a model. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 156, n. 4, p. 2098–108, 2011.

FOLLET, R. H.; MURPHY, L. S.; DONAHUE, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. New Jersey: Printice-Hall Inc., 1981. 557p.

GARG, V.K.; CHAND, S.; CHHILLAR, A.; YADAV, A. Growth and reproduction of *Eisenia foetida* in various animal wastes during vermicomposting. **Applied Ecology and Environmental Research**, Budapest, v. 3, n. 2, p. 51-59, 2005.

GARG, P.; GUPTA, A.; SATYA, S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: a comparative study. **Bioresource Technology**, Essex, v.97, n.3, p.391–395, 2006.

GIRADDI, R. S. Effect of stocking rate of *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) on vermicompost production. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 21, n. 1, p. 49–51, 2008.

GÓMEZ-BRANDÓN, M.; LAZCANO, C.; LORES, M.; DOMÍNGUEZ, J. Short-term stabilization of grape marc through earthworms. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 187, n. 1-3, p. 291–5, 2011.

GUNADI, B.; EDWARDS, C. A. The effect of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (Savigny) (Lumbricidae). **Pedobiologia**, Jena, v.47, n.4, p.321–330, 2003.

IBGE. **Censo Agro 2006**: IBGE revela retrato do Brasil agrário - Comunicação Social, 30 set. 2009. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/>>. Acesso em: 12 jul 2012.

INSTITUTO TÉCNICO DE PESQUISA E ASSESSORIA. **Banco de dados Zona Sul RS**. Pelotas: EDUCAT, 2009. 202 p.

MEDEIROS, A. R. M. de (Ed.). **Cultivo do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 4). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro/index.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

NAIR, J.; SEKIOZOIC, V.; ANDA, M. Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. **Bioresource Technology**, Essex, v. 97, n. 16, p. 2091–5, 2006.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.. Feijão-vagem semeado sobre cobertura viva perene de gramínea e leguminosa e em solo mobilizado, com adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1361-1367, 2006.

OLIVEIRA, D. A. de. **Caracterização fitoquímica e biológica de extratos obtidos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) das variedades Merlot e Syrah**. 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ORTIZ, B.; FRAGOSO, C.; M'BOUKO, I. PASHANASI, B.; SENAPATI, B. K.; CONTRERAS, A. Perception and use of earthworms in tropical farming systems. In: LAVALLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. (ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Oxon: CABI Publishing, 1999. p. 239-252.

PANT, A. P.; RADOVICH, T. J. K.; HUE, N. V.; TALCOTT, S. T.; KRENEK, K. A. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pakchoi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 89, p. 2383–2392, 2009.

PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. da S. B.; LIBERALINO FILHO, J.; NUNES, G. H. de S.; TORQUATO, J. E.; SIMÕES, B. R. Produção de vermicomposto em diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 112-116, 2005.

PIZL, V.; NOVÁKOVÁ, A. Interactions between microfungi and *Eisenia andrei* (Oligochaeta) during cattle manure vermicomposting. **Pedobiologia**, Jena, v. 47, p. 895-899, 2003.

SCHIAVON, G. de A.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. Crescimento de minhocas em resíduo de mamona compostado e enriquecido com farinha de milho. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS, 15., 2006, Pelotas. **Anais...Pelotas: UCPel**, 2006. CD-ROM.

SCHIEDECK, G.; SCHIAVON, G. A.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J.E. Efeito de materiais vegetais me mistura com esterco bovino sobre o crescimento e reprodução de minhocas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA, 3. **Anais... Pelotas**, Universidade Federal de Pelotas, 2006. CD-ROM.

SCHIEDECK, G.; SCHIAVON, G. de A.; MAYER, F. A.; LIMA, A. C. R. de. Percepção de agricultores sobre o papel das minhocas nos agroecossistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6., 2009, Curitiba. **Anais...Curitiba: ABAgroecologia**, 2009. CD-ROM.

SHARMA, S.; PRADHAN, K.; SATYA, S.; VASUDEVAN, P. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses: a review. **Journal of American Science**, v. 1, n. 1, p. 4-16, 2005.

SILVA, C. D. da; COSTA, L. M. da; MATOS, A.T. de; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 487-491, 2002

SINGH, N. B.; KHARE, A. K.; BHARGAVA, D. S.; BHATTACHARYA, C. Optimum moisture requirement during vermicomposting using *Perionix excavatus*. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 2, n. 1, p. 53-62, 2004.

SINGH, R.; GUPTA, R. K.; PATIL, R. T.; SHARMA, R. R.; ASREY, R.; KUMAR, A.; JANGRA, K. K. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 124, p. 34–39, 2010.

STEFFEN, R. B.; KIST, G. P.; ANTONIOLLI, Z. I. Uso de casca de arroz carbonizada como substrato para reprodução de *Eisenia foetida* Savigny. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA, 3., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2006. CD-ROM.

SUTHAR, S. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. **Bioresource Technology**, Essex, v. 97, p. 2474-2477, 2006.

SUTHAR, S. Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 35, n.5, p. 914-920. 2009.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; PERERA, A. F.; RIBEIRO, S. S.; MORSELLI, T. B. G. A. Efeito da cinza de madeira na composição química de vermicomposto para uso em sistemas de produção de cebola na Região Sul do RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Anais...** Recife: ABH, 2003. CD-ROM.

TURRUELA, E.P.; MORSELLI, T.B.G.; GOMES, J.C.C.; MEDEIROS, A.R.M.; SCHWENGBER, J.E. Avaliação da população e reprodução de minhocas (*Eisenia foetida*), em dois processos de vermicompostagem com diferentes resíduos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA, 3., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2006. CD-ROM.

YADAV, A.; GARG, V. K. Industrial wastes and sludges management by vermicomposting. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, v. 10, p. 243-276, 2011.

VÁZQUEZ, E. G.; CARATACHEA, A. J.; MONDRAGÓN, J. A.; ROJAS, S. A. L. Dinámica poblacional de la lombriz *Eisenia foetida* en estiércol composteado y fresco de bovino y ovino. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 8, n. 6, p. 1–8, 2007.

ZALLER, J. G. Foliar spraying of vermicompost extracts: effects on fruit quality and indications of late-blight suppression of field-grown tomatoes. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 24, p. 165–180, 2006.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 10528