

Caracterização e Compostagem dos Resíduos da Cama de Equinos para Produção de Adubo Orgânico

Gabriel Dias Costa¹
Breno Mourão de Souza²
Jair Juarez João³

Reaproveitamento, reutilização e tratamento de resíduos

Resumo

O desenvolvimento da agricultura no Brasil tirou os equinos somente do cargo de trabalho em fazendas produtoras de bovinos para também ser um animal de esporte e companhia. A criação de equinos é uma atividade relevante do agronegócio brasileiro, contando, atualmente com 6 milhões de animais. Os equinos de companhia e de esporte, normalmente são criados em regime de confinamento em baias, em que os animais passam o dia todo sob camas de diversos materiais, tais como a maravalha, onde os dejetos são retirados diariamente ou semanalmente. Culturalmente, as fezes de equinos não são bem vistas como um potencial fertilizante para hortas ou pastagens. Assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia para o reaproveitamento dos resíduos das baias de equinos (maravalha de madeira, fezes, urina e restos de alimentos dos animais) a partir do processo de compostagem, caracterizando e avaliando o potencial do produto final como biofertilizante. Foram utilizadas camas de 2 equinos, compostas por maravalha de madeira, fezes, urina e restos de alimentos que os animais deixaram cair na cama. Foram testados 2 tipos de maravalha, em pó e em lascas, e após 15 dias de confinamento a cama foi retirada e passou por processo de compostagem com controle diário de temperatura, hidratação, aeração e cheiro até estabilização do composto, que ocorreu com aproximadamente 60 dias. Após este período uma parte do material foi coletado para análise da concentração de carbono, nitrogênio e relação C/N (carbono/nitrogênio), obtendo resultado satisfatório para ser utilizado como adubo orgânico.

Palavras-chave: Fezes de equinos; Decomposição aeróbica; Biofertilizante.

¹ Discente do programa de pós graduação, UNISUL Campus – Pedra Branca – Departamento Ciências Ambientais, gabriel.d.costa@una.br.

² Prof. Dr. UNIBH – Campus Estoril - Departamento Medicina Veterinária, breno.mourao@unibh.br.

³ Prof. Dr. UNISUL – Departamento Ciências Ambientais, jairjoao05@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola com características orgânicas e sustentáveis apresentou um grande crescimento no Brasil nos últimos anos, e não diferente desta realidade a demanda por fontes de adubo orgânico acompanhou o mesmo crescimento. Entretanto, as questões econômicas para aquisição desta classe de adubos muitas vezes inviabilizam a aquisição do produto (DONATO; SANTOS; DONATO, 2021).

O Brasil é conhecido como uma grande potência no agronegócio e constantemente bate recordes no aumento das atividades agropecuárias. Dentre as principais atividades do agronegócio a produção de equinos têm se destacado com um rebanho de aproximadamente 6 milhões de cabeças, segundo a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) de 2020 (IBGE, 2021).

Não obstante das demais atividades do agronegócio, a equideocultura também é responsável pela produção de resíduos sólidos. A valorização dos animais e ou aumento da produção faz com que eles sejam tratados com grande aglomeração e muitas vezes em baias individuais, onde passam a maior parte do dia. A cama das baias dos equinos gera grandes quantidades de dejetos, sendo que um equino produz por dia aproximadamente 15kg de fezes, formando resíduos típicos nas baias constituídos por fezes e urina associados ao material utilizado para a forração das baias (ADAM et al., 2014).

Os materiais utilizados para forrar as baias dos equinos variam de acordo com a região da criação e com a cultura da raça de equinos que estão sendo criados, mas normalmente são a casca de arroz, maravalha de madeira ou gramíneas secas (GONÇALVES, 2014).

O tratamento e descarte incorreto dos dejetos gerados nas baias de equinos podem trazer impactos tanto para o ambiente com a contaminação do solo e água, como também para a própria criação dos equinos, com a manifestação de doenças como a pneumonia causada por *Rhodococcus equi*, agente infeccioso saprófito do intestino de equinos que se multiplicam com facilidade em solos com esterco (MEIJER; PRESCOTT, 2004) ou a

Realização



Apoio



habronemose que tem como agente infeccioso, o *Habronema muscae*, que é um parasita do intestino de equinos, sendo eliminado junto com as fezes dos animais ovos que eclodem no esterco se desenvolvendo até a forma infectante (DURO, 2010).

As fezes dos equinos podem ser consideradas extremamente poluentes para o meio ambiente se não for tratado ou processado de uma forma correta. O potencial de agressão do solo com os resíduos da cama dos equinos pode variar de acordo com características da criação dos animais como o tipo de alimentação, quantidade e tipo de cama utilizada, tempo de limpeza das baias, tempo e tipo de armazenamento utilizado para os resíduos e espalhamento dos dejetos no solo, gerando impactos ambientais como emissões de gases e contaminação do solo e água (HADIN, 2016).

Existem diversas formas de para o aproveitamento dos resíduos oriundos das camas dos equinos, sendo que na Europa uma das finalidades é a incineração para a produção de calor ou para a combustão (ERIKSSON, 2016), sendo que quando utilizado para combustão a eliminação de gás carbônico é tão baixa que pode ser comparada à combustão de madeira, entretanto existe alta produção de gases tipo NO_x (LUNDGREN, 2009).

Outras formas para reaproveitamento dos resíduos oriundos das camas dos equinos pode ser processamento biológico com bactérias aeróbicas, anaeróbicas ou minhocas. A biodigestão, com a atuação de bactérias anaeróbicas pode ser utilizada para geração gás metano (CH₄) para utilização urbana ou industrial (BÖSKE et al, 2015), o reaproveitamento com o uso de minhocas é conhecido como vermicompostagem e consiste na produção de biomassa a partir da degradação da matéria orgânica pelas minhocas (BORGES et al, 2017). Já o processo de compostagem, ocorre com a ação de bactérias aeróbicas, onde os resíduos são transformados em adubo orgânico, capazes de promover biofertilização do solo, podendo ser aproveitado nas áreas de produção de alimentos para os animais e humanos (SANTOS, 2016), e gerar um composto para ser empregado como adubo orgânico (REYES-TORRES et al., 2018).

Dentre os processos de incineração para produção de calor, combustão, digestão anaeróbica e digestão aeróbica, a última se sobressai quando se leva em consideração o

Realização

Apoio

potencial agressor ao meio ambiente (ERIKSSON, 2016).

O processo de compostagem ocorre através da decomposição de matéria orgânica controlada, em que microrganismos como bactérias e fungos atuam realizando a quebra das moléculas, disponibilizando nutrientes essenciais para o desenvolvimento de vegetais e, podendo assim, ser utilizado como adubo orgânico (CASTALDI et al., 2005; REYES-TORRES et al., 2018).

A compostagem pode ser dividida em três grandes fases de acordo com a variação da temperatura e maturação do produto, são elas: mesofílica, caracterizada por ser curta (aproximadamente 15 dias) e com temperaturas menores que 40 °C. A segunda fase é chamada de termofílica é caracterizada por ser mais longa (aproximadamente 60 dias) e com temperaturas mais altas, podendo chegar a 65-70 °C, possibilitando a morte de agentes infecciosos e pragas. A terceira e última fase do processo é a fase de maturação, que varia de um a dois meses e a temperatura abaixa gradativamente, acompanhando a diminuição da atividade microbiana (CASTALDI et al., 2005).

Santos (2016) afirma que as camas de equinos levam de 90 a 120 dias para se tornar um composto estável, sendo as duas primeiras semanas com alta atividade microbiana e, portanto, com temperaturas elevadas, sendo indicado então a mexer e irrigar o composto. No fim do processo o composto encontra-se homogêneo, cor escura e com cheiro agradável.

Os adubos orgânicos recebem esta classificação por serem compostos obtidos por meio de matéria de origem vegetal ou animal como esterco ou restos vegetais decompostos ou em estágio de decomposição passando por processo fermentativo (DUTRA, 2016). Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia mais sustentável para o reaproveitamento dos resíduos das baias de equinos em processo de compostagem, caracterizando e avaliando o potencial do produto final como biofertilizante orgânico.

Realização



Apoio



METODOLOGIA

Para o presente estudo foram utilizadas camas de dois equinos da raça quarto de milha, de 6 anos de idade de um haras instalado na zona rural de Contagem (MG). Os animais foram selecionados aleatoriamente, separados em dois grupos o primeiro com serragem tipo pó e o segundo com serragem em lascas e alojados em baias de 16m².

Após as baias serem completamente limpas foi introduzida a quantidade de serragem normalmente utilizada na rotina da fazenda, conforme descrito na Tabela 1. Os animais ficaram alojados por 15 dias e foram retirados diariamente para treinamento e em seguida retornavam para os seus respectivos alojamentos.

Tabela 1- Quantidade de esterco de equinos e serragens em cada pilha de compostagem.

Serragem Lasca	Quantidade (Kg)
Serragem	240,25
Esterco	262,95
Matéria total	503,2

Serragem Pó	Quantidade (Kg)
Serragem	310,8
Esterco	293,82
Matéria total	604,62

Os animais foram nutridos com a mesma origem de ração, sal mineral e feno por 10 dias prévios ao início dos experimentos. Foram coletadas amostras das fezes dos animais puras no dia em que os animais foram introduzidos nas baias, além de uma fração de serragem em pó e em lascas puras. Quinze dias após o início do confinamento os resíduos das camas dos animais foram considerados com quantidade suficiente de fezes para a retirada do material, onde foram utilizados como parâmetro sujeira dos animais, umidade da baia e coloração da serragem. Todo o material foi colocado em pilhas em ambientes separados para que ocorresse o processo de compostagem. Diariamente o material foi revolvido para garantir a aeração em todo o composto, a temperatura foi aferida por meio de termografia com um termógrafo tipo FLIR 2, a 1,5 metros de distância em um ponto principal no meio da pilha, como demonstrado na Figura 1. A umidade foi aferida por meio avaliação visual e uma vara de ferro introduzido no meio da pilha, e caso a vara do ferro não ficasse úmida durante a verificação toda pilha era

Realização

Apoio

hidratada o suficiente para não produzir chorume. Foram coletadas amostras das pilhas com 42 dias e 60 dias de compostagem e encaminhadas para análise de umidade a 65°, carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N (carbono/nitrogênio).

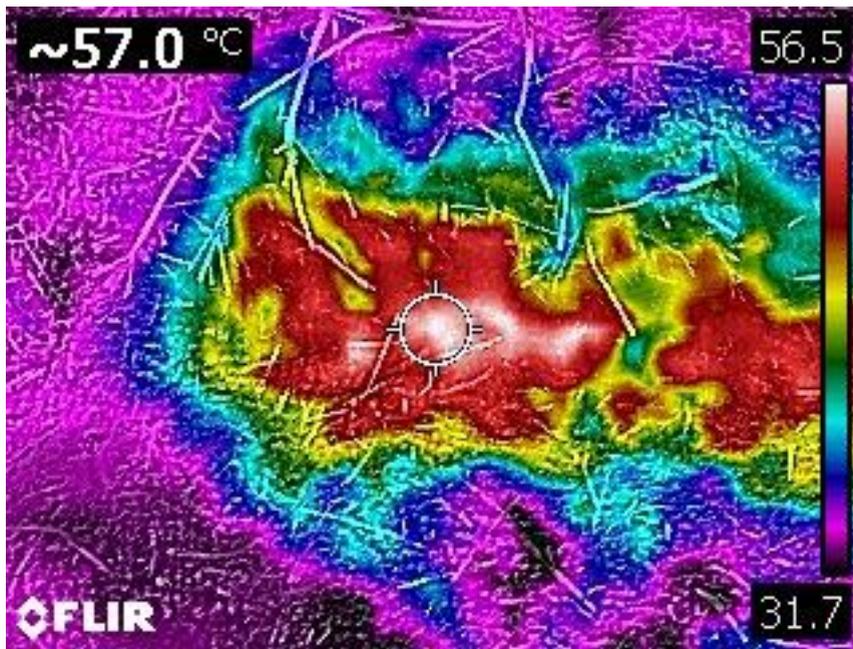


Figura 1 – Foto realizada a partir da câmera termográfica da pilha de serragem em pó.

O acompanhamento do processo de compostagem foi encerrado quando a temperatura do material se apresentou próximo da temperatura ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de compostagem é considerado como estável e completo quando a temperatura do composto fica estável e próximo à temperatura ambiente. O processo padrão de compostagem é relatado por Castaldi et al (2005) com o resíduo utilizado passando por três grandes fases características de temperatura e atividade microbiana, a primeira (mesofílica) caracterizada por ser ter temperaturas baixas, baixa atividade microbiana e curta, a segunda fase, termofílica, é caracterizada por ser longa com temperaturas altas e maior atividade microbiana, já a terceira fase do processo que é

Realização

Apoio

denominada como fase de maturação, variando de um a dois meses e é caracterizada por apresentar temperaturas com diminuição gradativa, acompanhando a diminuição da atividade microbiana (Figura 2).

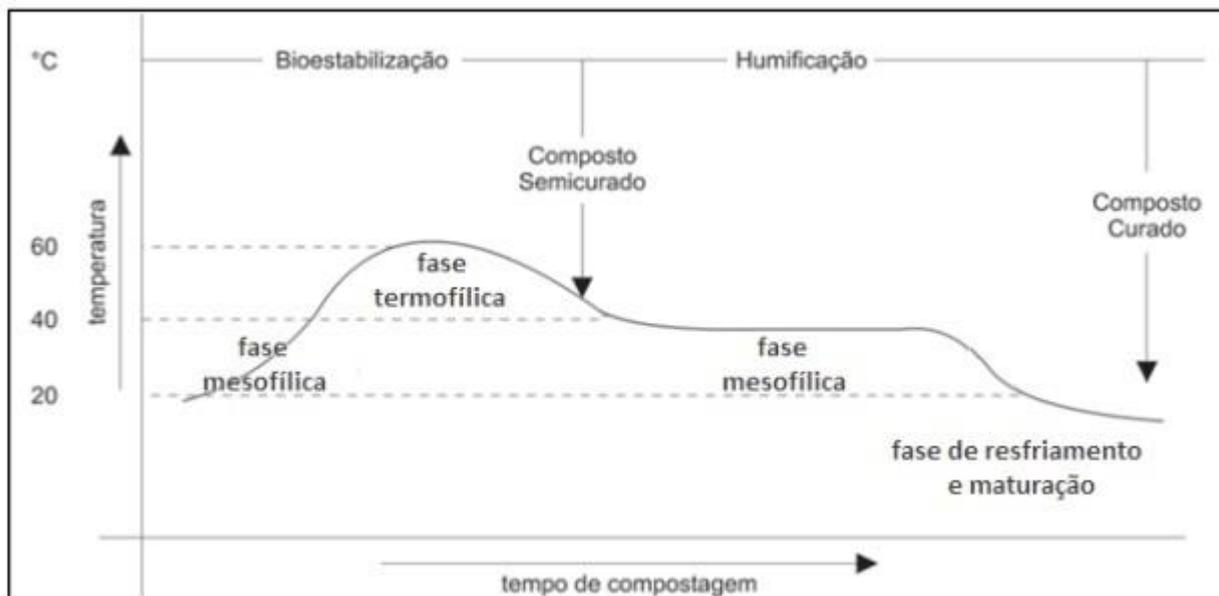


Figura 2 - Curva de temperatura do processo de compostagem. Fonte: Gonçalves (2014).

O composto testado levou aproximadamente 60 dias para obter completa estabilização, com fase mesofílica durando 2 dias, fase termofílica aproximadamente 30 dias e a fase de maturação com aproximadamente 28 dias como demonstrado na Figura 3, se comportando de forma diferente do relatado por Castaldi et al (2005) e por Santos (2016) que relatam tempo normal de estabilização de 90 a 120 dias para se tornar um composto estável.

Realização

Apoio

T^oc Serragem Lasca e T^oc Serragem Pó

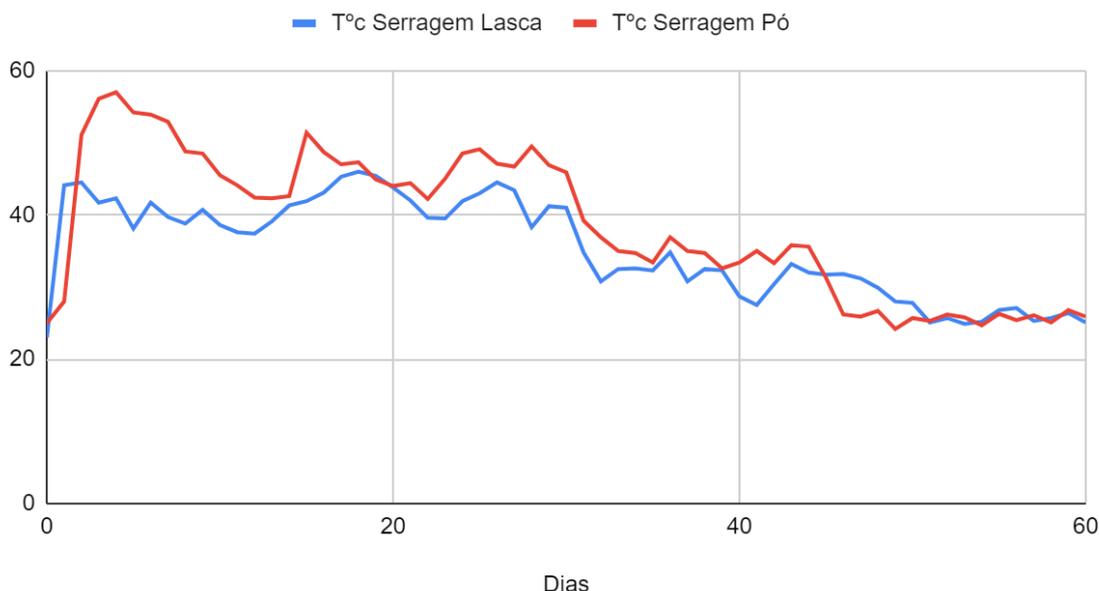


Figura 3- Curva de temperaturas ao longo do tempo.

A temperatura máxima obtida no experimento realizado foi de 57 °C para o resíduo de serragem em pó, e 46 °C para o resíduo de serragem em lasca. Quando o composto alcança a faixa de temperatura entre 50 e ocorre uma redução do número de agentes infecciosos sendo ideal para a segurança microbiológica do composto (CZAPELA et al, 2020).

Para se obter um composto de qualidade como adubo orgânico deve-se levar em consideração alguns fatores, dentre eles a concentração de carbono orgânico, nitrogênio e a relação C/N. A mensuração da concentração de nitrogênio e relação C/N são fatores fundamentais para a determinação da potencialidade de liberação de nitrogênio das substâncias e conseqüentemente a qualidade do produto final. O tempo necessário para a realização do processo completo de compostagem é diretamente dependente da relação C/N, podendo ser correlacionada com a concentração de nitrogênio liberada na forma de amônia. Relações baixas de C/N causam perdas de nitrogênio na forma de amônia, gerando odor desagradável, enquanto valores altos de nitrogênio tornam o processo de

Realização

Apoio



compostagem longo e com baixa atividade (COTTA et al., 2015).

Segundo Cotta et al (2015) para se obter o processo de compostagem bem sucedido é recomendado que a matéria prima tenha uma relação C/N favorável ao metabolismo de organismos presentes no composto, sendo ideal entre 15 e 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio, entretanto para a realização do experimento não foram levados em consideração a relação C/N inicial ideal. Por se tratar de um experimento com a tentativa de retratar um problema existente na realidade da equideocultura foi utilizado como referência a quantidade habitual de serragem necessária para um equino ficar por 15 dias em uma baia de 16m², obtendo a relação C/N descrita na Tabela 2.

Tabela 2 – Concentração de carbono e nitrogênio, relação carbono/nitrogênio e umidade obtida a 65 °C no composto após retirada da baia para início do processo de compostagem.

Tipo de serragem	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Umidade a 65°C
Pó	16,8	0,84	20	52,18
Lasca	17,33	1,37	12,65	49,82

Apesar de iniciar o processo com uma relação C/N menor do que é o recomendado, o composto final não apresentou odor desagradável e se comportou da mesma forma que relatado por Kiehl (2004) e Barreira (2005), ao longo do processo de compostagem as concentrações de carbono e nitrogênio reduziram de forma significativa, conforme mostrado na Tabela 3, o que mostra a assimilação dos elementos (nutrientes) pelos microrganismos e convertidos da forma mineral para orgânica e parte sendo eliminado em forma de gás carbônico (CO₂).

Realização

Apoio

Tabela 3 – Concentração de carbono e nitrogênio e relação C/N ao longo do experimento.

Serragem em Pó				
Data coleta	Carbono	Nitrogênio	C/N	Umidade 65°
0	16,8	0,84	20	52,18
30	14,67	1	14,67	55,16
42	10,98	1,03	10,66	68,08

Serragem em Lascas				
Data coleta	Carbono	Nitrogênio	C/N	Umidade 65°
0	17,33	1,37	12,65	49,82
30	12,27	1,51	8,13	63,92
42	10,61	1,45	7,32	69,03

CONCLUSÕES

A partir dos dados apresentados podemos verificar que a cama de equinos composta por serragem em pó ou em lascas, fezes e urina pode ser reutilizada com eficiência em processos de compostagem.

Apesar dos dois grupos apresentarem boa relação C/N após a estabilização do composto a serragem em pó apresenta melhor desempenho do que a serragem em lascas por apresentar maior pico de temperatura possibilitando a morte de maior número de microrganismos, o que torna o composto com maior biossegurança.

O presente trabalho serve como referência para futuras pesquisas vislumbrando a caracterização de outros minerais presentes no composto oriundo de resíduo de baia de equinos.

REFERÊNCIAS

ADAM, F. G. et al. **Viabilidade econômica para implantação de biodigestores em pequenas propriedades rurais da bacia leiteira no município de taquara** – RS. Porto Alegre, 2014. 4. RenoMat - Conferência Internacional de Materiais e Processos para Energias Renováveis, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Souza-8/publication/267041963_VIABILIDADE_ECONOMICA_PARA_IMPLANTACAO_DE_BIODIGESTORES_EM_PEQUENAS_PROPRIEDADES_RURAI_DA_BACIA_LEITEIRA_NO_MUNICIPIO_DE_TAUARA_RS/links/5444565f0cf2e6f0c0fb9f5e/VIABILIDADE-ECONOMICA-PARA-IMPLANTACAO-DE-BIODIGESTORES-EM-PEQUENAS-PROPRIEDADES-RURAI-DA-BACIA-LEITEIRA-NO-MUNICIPIO-DE-TAUARA-RS.pdf. Acesso em: 23 jul. 2022.

Realização

Apoio



HADIN, Åsa; ERIKSSON, Ola; HILLMAN, Karl. **A review of potential critical factors in horse keeping for anaerobic digestion of horse manure.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 65. 2016. p 432-442. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.058>. Acesso em: 23 jul. 2022.

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção.** 2005. 204f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Acesso em: 23 jul. 2022.

CASTALDI, P. *et al.* **Study of the organic matter evolution during municipal solid waste composting aimed at identifying suitable parameters for the evaluation of compost maturity.** Sassari: Waste Management, v. 25, pp. 209-213, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15737720/> . Acesso em: 23 jun. 2022.

DONATO, Alexandre de; SANTOS, Marcos dos; DONATO, Ivânia Maria Lucinda de. **Modelo de otimização de custos de adubação orgânica.** Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia. v. 13, pp. 84-102, 2021. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/revistapct/article/view/1944>. Acesso em: 23 jun. 2022.

DURO, Lia Susana Lourenço Simões. **Parasitismo gastrintestinal em animais da quinta pedagógica dos olivais. Especial referência aos mamíferos ungulados.** Lisboa: Universidade de Lisboa, 2010. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/2624>. Acesso em: 13 jul. 2022.

DUTRA, Katia Otilia Gomes *et al.* **A adubação orgânica no cultivo da melancia cv. Crimson sweet.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 6, n.1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2901>. Acesso em: 13 jun. 2022.

ERIKSSON, O; HADIN, Å; HENNESSY, J; JONSSON, D. **Avaliação do Ciclo de Vida do Tratamento de Estrume de Cavalo.** *Energias* 2016. V. 9, 1011. <https://doi.org/10.3390/en9121011>. Acesso em: 23 jul. 2022.

GONÇALVES, Flávia. **Tratamento de camas de equinos por compostagem e vermicompostagem.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2596/1/LD_COEAM_2013_2_07.pdf. Acesso em: 13 jun. 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE 2021: Produção Pecuária Municipal 2020** ed. Rio de Janeiro: Departamento de Editoração e Gráfica - DEDIT/CDDI, v.48, p. 1-12, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 27 julho 2022.

BÖSKE, J; WIRTH, B; GARLIPP, F; MUMME, J; VAN DEN WEGHE, H. **Upflow anaerobic solid-state (UASS) digestion of horse manure: Thermophilic vs. mesophilic performance.**

Realização

Apoio



Bioresour. Technol. Ed. 175 (2015), p. 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.10.041>.
Acesso em: 23 jul. 2022.

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ªed.
Piracicaba. 2004. 173p. Acesso em: 23 jul. 2022.

MEIJER, W. G.; PRESCOTT, J. F. **Rhodococcus equi**. Veterinary Research. v. 35, n. 4, pp. 383-396, 2004. Disponível em: <https://www.vetres.org/articles/vetres/abs/2004/04/V4402/V4402.html>.
Acesso em: 13 jul. 2022.

REYES-TORRES, M. *et al.* **A systematic review on the composting of green waste: Feedstock quality and optimization strategies**. Waste Management, n. 77, pp. 486-499, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X18302605> . Acesso em: 23 jul. 2022.

SANTOS, Marcelo Roberto Gomes dos. **Produção de substratos e fertilizantes orgânicos a partir da compostagem de cama de cavalo**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/1371>. Acesso em: 13 jul. 2022.

BORGES, V. Yan; ALVES, Luciano; BIANCHI, Ivan; ESPINDOLA, C. Jonas; OLIVEIRA Jr. M. Juahil; RADETSKI M. Claudemir; SOMENSI A. Cleder. **Optimization of animal manure vermicomposting based on biomass production of earthworms and higher plants**. Journal of Environmental Science and Health. 2017. Part B, v.52:1. p.791-795. DOI: 10.1080/03601234.2017.1356162. Acesso em: 23 jul. 2022.

ZITTEL, R. *et al.* **Treatment of smuggled cigarette tobacco by composting process in facultative reactors**. Waste Management. n. 71, pp. 115–121, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29102359/> . Acesso em: 23 jun. 2022.

Realização



Apoio

