

## Efeito do chorume originário mediante o processo de compostagem na cultura de *Phaseolus vulgaris*

Nael Moreira Barbosa<sup>1</sup> & Elizabete Nunes da Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil

Correspondência: Nael Moreira Barbosa, Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. E-mail: [agrovendasmb@gmail.com](mailto:agrovendasmb@gmail.com)

Recebido: Maio 13, 2023

Aceito: Junho 21, 2023

Publicado: Novembro 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i11.429

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i11.429>

### Resumo

O chorume ainda é um sério problema ambiental. No entanto, estudos vem desenvolvendo meios para a utilização desse efluente altamente contaminante em benefício para a agricultura sustentável. Este estudo teve por objetivo verificar através de chorume líquido produzido por composteira alternativa uso como biofertilizante no desenvolvimento e análises de parâmetros de plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) cv. BRS FC 402. O chorume foi preparado a partir de resíduos orgânicos de hortaliças, leguminosas e foliares. Diferentes doses de chorume foram aplicadas por pulverização após a germinação do feijoeiro totalizando 3 aplicações com intervalos de 15 dias. Após aplicações, foram analisados parâmetros vegetativos para diâmetro de caule, número de folhas, altura de planta, comprimento raiz, número de vagens, massa fresca e massa seca em *P. vulgaris*. Os resultados demonstram que não houve incremento significativo entre as diferentes dosagens de chorume em comparação com a testemunha para todos os parâmetros vegetativos analisados. Ainda, foi observado que o diâmetro de caule e número de folhas é prejudicado em todas as concentrações de chorume aplicadas. Este foi um estudo piloto para esse cv. de *Phaseolus vulgaris*, estudos futuros deverão ser realizados avaliando características físico-químicas do solo e do chorume, sua influência sobre a disposição de minerais, influência do pH estabilizado e ácido *in natura* e dosagens inferiores e superiores as usuais.

**Palavras-chave:** compostagem, resíduos orgânicos, nutrientes, desenvolvimento vegetal, sustentabilidade.

## Effect of manure originating from the composting process on *Phaseolus vulgaris* culture

### Abstract

Manure is still a serious environmental problem. However, studies have been developing ways to use this highly polluting effluent to benefit sustainable agriculture. This study aimed to verify, through liquid manure produced by an alternative compost, its use as a biofertilizer in the development and analysis of parameters of bean plants (*Phaseolus vulgaris*) cv. BRS FC 402. The manure was prepared from organic residues of vegetables, legumes and leaves. Different doses of manure were applied by spraying after germination of the common bean, totaling 3 applications with intervals of 15 days. After applications, vegetative parameters were analyzed for stem diameter, number of leaves, plant height, root length, number of pods, fresh and dry mass in *P. vulgaris*. The results demonstrate that there was no significant increase between the different manure dosages in comparison with the control for all vegetative parameters analyzed. Still, it was observed that the stem diameter and number of leaves is impaired in all applied manure concentrations. This was a pilot study for this cv. of *Phaseolus vulgaris*, future studies should be carried out evaluating physicochemical characteristics of the soil and manure, its influence on the disposition of minerals, influence of stabilized pH and acid *in natura* and lower and higher dosages than usual.

**Keywords:** composting, organic waste, nutrients, plant development, sustainability.

### 1. Introdução

A população mundial cresce substancialmente, e com isso, a intensificação na produção de insumos alimentícios.

E com isso, há um aumento proporcional e maior acúmulo de resíduos gerados pela população (Schälicke et al., 2019; Monteiro; Barata, 2021). Em especial, os resíduos orgânicos apresentam uma alta substancial na produção de resíduos, como principais fontes doméstica, agrícola e de saneamento básico. Os resíduos em um ambiente equilibrado, se degradam espontaneamente, mas em grandes centros urbanos, a crescente produção não acompanha esse processo biológico realizado por fungos e bactérias, sendo assim, um grave problema ambiental (Cruz et al., 2019; Dhaliwal et al., 2019).

Chorume é um dos produtos com aspecto líquido pastoso ou viscoso escuro produzido a partir da compostagem de materiais orgânicos (Serafim et al., 2003; Brito et al., 2009). Esse produto muitas das vezes poluente se não tratado ou manuseado corretamente, causa sérios problemas ambientais contaminando o solo e lençóis freáticos, altera a qualidade do ar devido a produção de gases de efeito estufa, atrai insetos proliferadores de patologias humana e em animais. No entanto, pode ser uma alternativa para captação ou ciclagem de nutrientes em áreas rurais produtoras de grãos como adubo ou fertilizante orgânico em diferentes escalas e modelos tecnológicos (Cruz et al., 2019; Tian et al., 2021). Inicialmente, o chorume é produzido através de uma constante atividade metabólica por microrganismos resultando na produção de calor e no aumento da temperatura (Brito et al., 2008; Cruz et al., 2019; Zhou et al., 2020).

O processo de compostagem apresenta alta especificidade, pois conseguimos observar através do aquecimento e arrefecimento do material orgânico ao qual queremos verificar informações sobre sua atividade biológica e seu grau de decomposição e por fim, a disponibilização de produtos como nutrientes lábeis, ácido húmico (húmus) e entre 50 e 70% de matéria orgânica (MO). Há uma ciência dentro do estágio de compostagem, conforme proposto por Stentiford (1996), Sayara et al. (2020) e Waqas et al. (2023). Esses pesquisadores sugerem que, temperaturas entre 35 e 40 °C maximizam a diversidade microbiana sobre o processo de compostagem, e temperaturas superiores a 40 °C, a nitrificação e desnitrificação e consequente a produção e emissão de N<sub>2</sub>O são suprimidas.

Embora seja um processo sustentável, há uma grande perda de Nitrogênio (N<sub>2</sub>), devido a volatilização da amônia (NH<sub>3</sub>) e de desnitrificação sendo esses dois, os vilões sobre a perda de N durante a compostagem. Estudos relatam perda substancial entre 21 e 77% de N (Eghball et al., 1997; Tiquia; Tam, 2000) e entre 16 e 74% por Raviv et al. (2004). Perdas de N durante o processo de compostagem potencializa o aumento da temperatura e a intensidade das trocas gasosas com o exterior, ocasionando a diminuição da relação C/N e aumento do pH, e posterior diminuição da cobertura das pilhas (Sommer; Moller, 2000; Webb et al., 2001; Raviv et al., 2004; Hansen et al., 2006).

Nas pequenas, médias e grandes fazendas no mundo com relação entre o impacto das práticas agrícolas modernas principalmente na saúde do solo e água e na agricultura biodinâmica, diversas pesquisas têm-se apresentado como meios mitigadores para suplementação de nutrientes (macro e micronutrientes) como opções de manejo para reduzir o escoamento e a lixiviação de nutrientes em diferentes tipos de solos (Edmeades, 2003; Velasques et al., 2015). E dentre essas, o uso de chorume controlado como fonte de biofertilizante pode ser uma eficaz forma de fornecer nutrientes para o desenvolvimento de diversas culturas agrícolas como milho, soja, sorgo, arroz, feijão, hortaliças, leguminosas dentre outras.

O biofertilizante como observado é um produto líquido advindo da degradação da MO e por ser rica nesse fator, resulta em ganhos significativos quando aplicado na fertilização. Assim, o intuito de controlarmos o chorume onde era visto como vilão da natureza, hoje com a evolução das práticas agrícolas e ciência esse produto ganha novos olhares em prol de uma agricultura mais verde interligando a produção agrícola e os meios sustentáveis e manutenção e preservação dos meios naturais (Nosheen et al., 2021; Kumar et al., 2022).

É por isso que este estudo, teve por objetivo avaliar o acréscimo de porcentagens de chorume oriundo da compostagem de resíduos orgânicos, na rega em cultura de interesse agrícola feijão (*Phaseolus vulgaris*) cultivar BRS FC 402, assim testando-o como biofertilizante natural e ganho de parâmetros de plantas.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Produção da compostagem e tratamentos

A compostagem foi realizada utilizando resíduos alimentares de origem vegetal (hortaliças, leguminosas e foliares) em composteira caseira, com chorume líquido recolhido (Figura 1). O pH do chorume produzido, foi mensurado diariamente, utilizando pHmetro digital em triplicata. As amostras de chorume foram coletadas em um período experimental de 60 dias conforme descrito por Góes et al. (2011).



**Figura 1.** Resíduos orgânicos utilizados na compostagem. Fonte: Autores, 2023.

Na Tabela 1 estão descritos os tratamentos com os respectivos quantitativos e percentagem de chorume incorporados na cultura de feijão, e (Figura 2) disposição do arranjo experimental.

**Tabela 1.** Tratamentos com quantitativo e percentagem entre água e chorume para a rega da cultura de *Phaseolus vulgaris*.

Tratamentos	Composição	Percentagem (%)
T1	10 L : 1 L	10%
T2	8 L : 1 L	12,5%
T3	6 L : 1 L	16,7%
T4	4 L : 1 L	25%
T5	2 L : 1 L	50%
Testemunha	Água	0%

Nota: Composição = Litros de água para Litros de chorume, respectivamente. Fonte: Autores, 2023.



**Figura 2.** Disposição experimental em área de campo em pleno sol para avaliação do biofertilizante de chorume em cultura de *Phaseolus vulgaris* cv. BRS FC 402 nos 5 tratamentos + Testemunha. Fonte: Autores, 2023.

O chorume obtido, foi armazenado em garrafas plásticas vedadas para manutenção da qualidade do produto em refrigerador a 8 °C até uso.

## 2.2 Experimentação e tratamentos culturais

O experimento foi instalado em campo aberto e pleno sol com regas a cada dois dias em uma propriedade rural particular (Chácara Florestal) localizada no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil, com as coordenadas geográficas (17°45'56.0"S e 50°55'35.4"W). Foi utilizado como cultura agrícola feijão (*P. vulgaris*) cultivar cv. BRS FC 402, categoria S2, com pureza mínima de 98%, taxa de germinação de 80%, safra 2021/2021, lote BRE 21FC123 adquirido pela empresa de sementes Marambaia, Brasil. O plantio foi realizado em sacos plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) para mudas de cor preta, com diâmetros (35 x 35 x 0,10 cm) para 5 kg de substrato.

O substrato de plantio utilizado era composto por solo vermelho distroférico previamente com as características químicas e físicas analisadas) pelo método descrito pela Embrapa (2017), e substrato vegetal (pó de pinus compostado, turfa, cinza enriquecida, composto vegetal, macro e micronutrientes) na proporção (2:1). O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) utilizando um total de 42 sacos para mudas contendo uma média de 4,3 kg de substrato. Com o número de 5 tratamentos e uma testemunha (5x1). O plantio foi realizado em 17 de Fevereiro de 2023 com uma testemunha contendo substrato sem adição de chorume. Para cada saco de muda, foi semeado 4 sementes de feijão, onde após germinação, a planta com maior vigor foi mantida e as demais, foram desbastadas. A primeira aplicação de chorume após germinação, foi realizada no décimo quinto dia. Foi mantida a aplicação de chorume a cada 15 em 15 dias com borrifador manual com pressão por O<sub>2</sub>. A primeira aplicação foi realizada em 26 de Fevereiro; segunda, em 13 de Março e a terceira, em 28 de Março de 2023.

### 2.3 Análises das variáveis de plantas

As variáveis analisadas foram: diâmetro de caule (DC) em milímetros (mm); número de folhas (NF) contagem manual; altura de planta (AP) e comprimento raiz (CR) em centímetros (cm), número de vagens (NV) contagem manual; massa fresca (MF) e massa seca (MS) em gramas (g) (Silva; Nuñez, 2023).

### 2.4 Análise estatística

A média dos resultados obtidos para variáveis das condicionantes de plantas foi inicialmente verificado por análise de variância (ANOVA), e quando resultados entre as variáveis obtidas pelos 5 tratamentos mais testemunha houvesse diferença, foi adotado teste de Tukey com ( $p < 0,05\%$ ) de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (versão 5.6).

## 3. Resultados

Nossos resultados demonstraram diferença estatística apenas para DC e NF, no entanto, com valores inferiores a testemunha. Sugere-se que, a constituição do chorume ou pH (Trat 1) = 6,78a, (Trat 2) = 6,68b, (Trat 3) = 6,63c, (Trat 4) = 6,39d e (Trat 5) = 6,21e possam ter interferido sobre DC e NF agindo como efeito tóxico ou em deficiência de nutrientes (Figura 3) para *P. vulgaris* cv. BRS FC 402. Para as demais variáveis AP, CR, NV, MF e MS não foram observadas diferenças significativas pelo teste de Tukey em relação aos tratamentos e testemunha (Tabela 2) para a primeira aplicação de diferentes concentrações de chorume.



**Figura 3.** Indivíduos de *Phaseolus vulgaris* cv. BRS 402 com deficiência e toxicidade em diferentes concentrações de chorume. Fonte: Autores, 2023.

**Tabela 2.** Parâmetros de plantas na primeira aplicação com chorume em cultura de *Phaseolus vulgaris* cv. BRS FC 402.

Tratamentos	DC	NF	AP	CR	NV	MF	MS
T0	3,78a	3,78a	10,45a	14,58a	0,5a	0,97a	0,44a
T1	2,73b	2,73b	10,76a	21,63a	0,0a	1,81a	0,54a
T2	2,68b	2,68b	12,65a	16,95a	0,5a	0,90a	0,35a
T3	2,71b	2,71b	12,28a	13,48a	1,0a	1,24a	0,39a
T4	2,71b	2,71b	12,09a	17,08a	0,5a	1,56a	0,56a
T5	2,71b	7,71b	11,85a	17,86a	0,5a	1,14a	0,45a
CV%	17,94	24,09	20,43	27,59	154,92	80,92	68,00

Nota: DC = Diâmetro de caule. NF = Número de folhas. AP = Altura de planta. CR = Comprimento raiz. NV = Número de vagens. MF = Massa fresca. MS = Massa seca. CV% = Coeficiente de Variação expressos em percentagem (%). Resultados médios na coluna com mesma letra, não diferem significativamente conforme testes de Tukey com nível de significância  $p < 0,05\%$  de probabilidade. Fonte: Autores, 2023.

Os resultados obtidos para DC, NF e AP para segunda aplicação de chorume em *P. vulgaris* cv. BRS FC 402 não apresentaram diferença significativa quando comparada a testemunha com diferentes concentrações aplicadas de chorume (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros de plantas na segunda aplicação com chorume em cultura de *Phaseolus vulgaris* cv. BRS FC 402.

Tratamentos	DC	NF	AP
T0	3,85a	8,50a	12,88a
T1	3,30a	9,33a	15,18a
T2	3,70a	6,83a	13,08a
T3	3,33a	5,33a	12,66a
T4	3,58a	9,16a	13,91a
T5	3,70a	9,50a	14,08a
CV%	13,34	43,02	18,50

Nota: DC = Diâmetro de caule. NF = Número de folhas. AP = Altura de planta. CV% = Coeficiente de Variação expressos em percentagem (%). Resultados médios na coluna com mesma letra, não diferem significativamente conforme testes de Tukey com nível de significância  $p < 0,05\%$  de probabilidade. Fonte: Autores, 2023.

Para a terceira aplicação, nossos resultados demonstraram que, a testemunha apresenta resultado superior quando comparada com as diferentes concentrações de chorume aplicadas. Possivelmente, os tratamentos foram influenciados por uma possível toxicidade a composição do chorume empregado ou mesmo o pH da solução para DC, NF e AP (Tabela 4).

**Tabela 4.** Parâmetros de plantas na terceira aplicação com chorume em cultura de *Phaseolus vulgaris* cv. BRS FC 402.

Tratamentos	DC	NF	AP
T0	3,76a	6,00a	11,90a
T1	2,81b	9,83a	14,16a
T2	2,98ab	10,83a	12,35a
T3	3,05ab	6,33a	13,60a
T4	3,15ab	7,50a	11,12a
T5	3,31ab	6,16a	13,81a
CV%	14,33	35,86	22,11

Nota: DC = Diâmetro de caule. NF = Número de folhas. AP = Altura de planta. CV% = Coeficiente de Variação expressos em percentagem (%). Resultados médios na coluna com mesma letra, não diferem significativamente conforme testes de Tukey com nível de significância  $p < 0,05\%$  de probabilidade. Fonte: Autores, 2023.

#### 4. Discussão

O uso de biofertilizantes ainda não preenche todas as lacunas quando se analisa o seu uso como potencial favorecedor no desenvolvimento de plantas de interesses agrícolas. Ainda, é necessário muito estudo! Sabe-se que não são todos os tipos de culturas de grãos, hortaliças, leguminosas etc., que se adaptam bem com o uso de biofertilizantes, em especial, o líquido ou sólido de chorume de resíduos orgânicos, onde isso é citado por Oliveira et al. (2014), Vasquez et al. (2015), Cruz et al. (2019) e outros.

Efeitos negativos do uso do chorume foram relatados por Rigo et al. (2013) avaliando sementes de girassol olerífero cv. BRS 321 (*Helianthus annuus* L.). Os pesquisadores utilizaram chorume líquido com processo de tratamento Eletro-Fenton, onde observaram que a germinação desse cv. de girassol suporta exposição de no máximo 5% na solução de chorume, concentrações superiores entre 15 e 25% apresentaram germinação, no entanto, o índice de plântulas anormais foi alto.

Estudos positivos com bons resultados aplicando o uso do chorume, já é uma realidade como potencial biofertilizante como demonstrados com resultados promissores por Brito et al. (2007) aplicando composto sólido de chorume em milho silagem (*Zea mays* L., cv. Mikado) com ganho de matéria seca de milho entre 22 e 24 t ha<sup>-1</sup>, além disso, foi observado acréscimo no teor de N em plantas de milho silagem avaliadas. Por Nunes et al. (2015) com chorume produzido a partir do processo de vermicompostagem do esterco bovino leiteiro realizado por minhocas (*Eisenia foetida* cv. Califórnia), onde o comprimento de raízes para o tratamento com solução a 25% demonstrou ser o mais apto para a produção de mudas de mostarda (*Brassica juncea* cv. Lisa) em sistema de bandejas flutuantes. Além disso, estudos desenvolvidos pela Embrapa (2015) apontam que, os biofertilizantes oriundos de húmus apresentam atividade bioestimulante sobre o crescimento do vegetal em até 20%, possivelmente essa atividade promotora esteja relacionada com os ácidos húmicos.

Como discutido, a interferência dos biofertilizantes podem ser positivas ou negativas, de acordo com Cruz et al. (2019), o pH do chorume com características ácidas interfere no desenvolvimento de plantas e consecutivamente nos parâmetros de avaliação dos vegetais ou até prejudicando a germinação. Além disso, chorume com pH ácido caracteriza um chorume metanogênese. Como observado em nossos resultados, essa característica ácida, foi prejudicial em todos os parâmetros avaliados para *P. vulgaris* cv. BRS FC 402, carecendo de avaliações complementares, como estabilização do pH, concentrações inferiores as usuais, análise do conteúdo de macro e micronutrientes disponíveis nesse biofertilizante de chorume, além de uma minuciosa análise das características químicas e físico-químicas do substrato antes e após o emprego do biofertilizante e também do solo da área coletado.

Ainda, esses pesquisadores encontraram também resultados que diferiram com a testemunha para um cultivar de “feijão” *P. vulgaris* var. (não especificado), couve cv. Manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e pimenta cv. Malagueta (*Capsicum frutescens* var. *Malagueta*). O parâmetro DC foi favorecido pela solução com 40% de chorume para as plantas de feijão com 0,2 mm; para AP o cultivar de feijão usado, demonstrou melhor resultado apenas na testemunha sem adição de chorume com 37 cm, já para as diferentes concentrações de chorume demonstrou ser tóxico ou potencialmente ácido. Para couve na concentração 10% de chorume, observou-se melhor resultado com 11 cm e para pimenta na concentração de 20% com 9 cm de AP.

Ainda no estudo de Cruz et al. (2019), o crescimento de folhas apresentou resultado satisfatório apenas para solução com 20% de chorume para feijão com 18 folhas por planta, couve na solução 10% com 5 folhas e para pimenta na solução 30% de com 9 folhas. Para CR o cultivar de feijão avaliado, demonstrou melhor resultado para a testemunha com 3,25 cm, couve com 10% de solução de chorume com 3,25 cm e para pimenta 20% de solução com 10 cm de raízes.

## 5. Conclusões

O uso do chorume líquido produzido em composteira caseira a partir de resíduos orgânicos advindos de leguminosas, hortaliças e foliares, e em diferentes concentrações, não demonstrou ser uma opção como biofertilizante para *Phaseolus vulgaris* cv. BRS FC 402 em nosso estudo. É possível observar, que as concentrações crescentes do chorume interferem ou mesmo prejudicam o desenvolvimento das plantas de feijão e consecutivamente, em diversas outros parâmetros avaliados no desenvolvimento do feijoeiro.

Embora esse tenha sido um estudo piloto para essa variedade de leguminosa, é necessário novos estudos acerca das características físico-químicas do chorume produzido, características físico-químicas do solo, pH, e disponibilidade dos nutrientes dissolvidos no líquido de chorume utilizado. Além disso, foi observado que as doses de chorume apresentam característica de toxicidade essa, pode ser potencializada pelo pH ácido.

## 6. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano – UniBRAS; a sementeira Marambaia; ao Instituto Federal Goiano, laboratório de Química Tecnológica – QUITEC.

## 7. Contribuições dos autores

*Nael Moreira Barbosa*: delineamento do estudo, produção do chorume, plantio, coleta dos resultados, análise dos resultados, escrita do artigo, leitura científica, correções e publicação. *Elizabete Nunes da Rocha*: orientadora, análise estatística, correções científicas e análises de resultados.

## 8. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

## 9. Aprovação ética

Não aplicável.

## 10. Referências

- Brito, L. M., Amaro, A. L., & Fernandes, A. S. (2009). Efeito do arejamento no processo de compostagem de fração sólida do chorume de pecuária leiteira. *Revista de Ciências Agrárias*, 32(1), 298-311. <https://doi.org/10.19084/rca.15673>
- Brito, L. M., Fernandes, A. S., Torres, A. M., & Amaro, A. L. (2007). Influência da dose de um composto de sólidos de chorume na produção de milho silagem. *Pastagens e Forragens*, 28, 169-180.
- Brito, L. M., Amaro, A. L., Mourão, I., & Coutinho, J. (2008). Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(5), 1959-1968. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500017>
- Cruz, R. F., Neto, O. J. A. G., Rodrigues, J. B., & Silva, D. L. L. (2019). Aplicabilidade do chorume oriundo do processo de compostagem biofertilizante orgânico para agricultura sustentável. *Nature and Conservation*, 12(3), 37-48. <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2019.003.0005>
- Dhaliwal, S. S., Naresh, R. K., Mandal, A., Walia, M. K., Gupta, R. K., Singh, R., & Dhaliwal, M. K. (2019). Effect of manures and fertilizers on soil physical properties, build-up of macro and micronutrients and uptake in soil under different cropping systems: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(20), 2873-2900. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1659337>

- Embrapa. (2017). Manual de métodos de análise de solo. *In*: Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. Embrapa solos, 3ª Ed., revista e ampliada, Brasília, DF, Brasil, 574 p.
- Embrapa. (2015). Empresa brasileira de pesquisa e agropecuária. Húmus líquido aumenta produtividade em até 20%. Brasília: Embrapa.
- Edmeades, D. C. (2003). The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cyclinc in Agroecosystems*, 66, 165-180. <https://doi.org/10.1023/A:1023999816690>
- Eghball, B., Power, J. F., Gilley, J. E., & Doran, J. W. (1997). Nutrient, carbon, and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*, 26(1), 189-193. <https://doi.org/10.2134/jeq1997.00472425002600010027x>
- Góes, G. B., Melo, I. G. C., Dantas, D. J., Araújo, W. B. M., & Alencar, R. D. (2011). Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(4), 125-131.
- Hansen, M. N., Henriksen, K., & Sommer, S. G. (2006). Observations of production and emission of greenhouse gases and ammonia during storage of solids separated from pig slurry: Effects of covering. *Atmospheric Environment*, 40(22), 4172-4181. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.02.013>
- Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2022). Biofertilizers: na ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Science*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094>
- Monteiro, J., & Barata, J. (2021). Artificial intelligence in extended agri-food supply chain: a short review based on bibliometric analysis. *Procedia Computer Science*, 192, 3020-3029. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.074>
- Nosheen, S., Ajmal, I., & Song, Y. (2021). Microbres as biofertilizer, a potential approach for sustainable crop production. *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13041868>
- Oliveira, A. L. M., Costa, K. R., Ferreira, D. C., Milani, K. M. L., Santos, O. J. A. P., Silva, M. B. & Zuluaga, M. Y. A. (2014). Aplicações de biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. *Biochemistry and Biotechnology Reports*, 3(1), 56-77. <https://doi.org/10.5433/2316-5200.2014v3n1p56>
- Raviv, M., Medina, S., Krasnovsky, A., & Ziadna, H. (2004). Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. *Compost Science & Utilization*, 12(1), 6-10. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2004.10702151>
- Rigo, M. M., Souza, P. S., Cerqueira, A. A., Ferreira, A. C., Steiner, V. M., Marques, M. R., & Perez, D. V. (2013). Efeito das doses de chorume tratado por eletro-fenton na germinação de sementes de girassol olerífero var. BRS 321 (*Helianthus annuus* L.). *In*: X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, Instituto Federal Sul de Minas Gerais, Campus Mizambinho, 1-6 p.
- Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., & Sánchez, A. (2020). Recycling of organic wastes through composting: process performance and compost application in agriculture. *Agronomy*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy10111838>
- Schälicke, S., Sobisch, L-Y., Martin-Creuzburg, D., & Wacker, A. (2019). Food quantity-quality co-limitation: interactive effects of dietary carbon and essential lipid supply on population growth of a freshwater rotifer. *Freshwater Biology*, 64(5), 903-912. <https://doi.org/10.1111/fwb.13272>
- Serafim, A. C., Gussakov, K. C., Silva, F., Coneglian, C. M. R., Brito, N. N., Dragoni Sobrinho, G., Tonso, S., & Pelegrini, R. (2003). Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos. Rio Claro: Fórum de Estudos Contábeis.
- Silva, R. P., & Nuñez, D. N. C. (2023). Manejos sobre fitopatógenos e doses de Boro na cultura da soja. *Brazilian Journal of Science*, 2(5), 87-97. <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i5.308>
- Sommer, S. G., & Moller, H. B. (2000). Emission of greenhouse gases during composting of deep litter from pig production - effect of straw content. *The Journal of Agricultural Science*, 134(3), 327-335. <https://doi.org/10.1017/S0021859699007625>
- Stentiford, E. T. (1996). Composting control, principles and practice. *In*: Debertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B., & Papi, T., eds. The science of composting. London, Chapman Hall, 49-59.
- Tian, M., He, X., Feng, Y., Wang, W., Chen, H., Gong, M., Liu, D., Clarke, J. L., & van Eerde, A. (2021).



- Pollution by antibiotics and antimicrobial resistance in livestock and Poultry manure in China, and countermeasures. *Antibiotics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050539>
- Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1997). Effects of turning frequency on composting of spent pig-manure sawdust litter. *Bioresource Technology*, 62(1-2), 37-42. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(97\)00080-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(97)00080-1)
- Vasquez, G. H., Bortolin, R., Vanzela, L. S., Bonini, C. S. B., & Bonini Neto, A. (2015). Uso de fertilizante organofosfatado e torta de filtro em cana-planta. *Brazilian Journal of Biosystems Engineerin*, 9(1), 53-64. <https://doi.org/10.18011/bioeng2015v9n1p53-64>
- Velasques, F., Bispo, E. R., Júnior, M. M. M., Santos, J. P. P., Conceição, J. C., & Pires, M. R. (2015). Usinas de triagem, compostagem e tratamento de chorume: uma opção econômica e sustentável. *Revsiaata Augustus*, 20(39), 65-75. <http://dx.doi.org/10.15202/10.15202/19811896.2015v20n39p65>
- Waqas, M., Hashim, S., Humphries, U. W., Ahmad, S., Noor, R., Shoaib, M., Naseem, A., Hlaing, P. T., & Lin, H. A. (2023). Composting processes for agricultural waste management: a comprehensive review. *Processes*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/pr11030731>
- Webb, J., Chadwick, D., & Ellis, S. (2001). Will storing farmyard manure in compact anaerobic heaps be a simple and effective means of reducing ammonia emissions? *In*: Sangiorgi, F., ed. Technology transfer. Paris, Cemagref, 161-166.
- Zhou, X., Wang, J., Lu, C., Liao, Q., Gudda, F. O., & Ling, W. (2020). Antibiotics in animal manure and manure-based fertilizers: occurrence and ecological risk assessment. *Chemosphere*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127006>

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).