



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO DE REVISÃO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

## Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de  
Estudos Acadêmicos

### Utilização de substrato preparado com compostagem para produção de mudas: uma revisão sistemática de literatura

Use of compost-prepared substrate for seedling production: a systematic literature review

DOI: 10.55892/jrg.v7i14.1009

ARK: 57118/JRG.v7i14.1009

Recebido: 12/04/2024 | Aceito: 25/04/2024 | Publicado on-line: 26/04/2024

#### Wellison Rafael de Oliveira Brito<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-7881-7561>

<http://lattes.cnpq.br/1271953183972370>

Universidade Federal do Amazonas (UFAM), AM, Brasil

E-mail: [brito.wro@gmail.com](mailto:brito.wro@gmail.com)

#### Cássia Nascimento de Morais Oliveira<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0007-7736-4418>

<http://lattes.cnpq.br/1549044503830840>

Instituto Federal do Amazonas (IFAM), AM, Brasil

E-mail: [cassia.morais.eng@gmail.com](mailto:cassia.morais.eng@gmail.com)

#### Railma Pereira Moraes<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9543-8448>

<http://lattes.cnpq.br/2492271406076604>

Instituto Federal do Amazonas (IFAM), AM, Brasil

E-mail: [railma.moraes@ifam.edu.br](mailto:railma.moraes@ifam.edu.br)



### Resumo

Este estudo consiste em uma revisão sistemática da literatura sobre a utilização de substratos alternativos na compostagem de resíduos sólidos urbanos, com o intuito de compilar informações e realizar uma análise comparativa para identificar os compostos mais eficazes em diferentes abordagens. Foram analisados artigos publicados em bases de dados como o Portal Capes entre os anos de 2014 e 2023. Os resultados destacam a prevalência de estudos que investigam resíduos como esterco de animais, bagaço de plantas usadas na produção primária e resíduos municipais. Esses recursos, derivados do reaproveitamento de resíduos, contribuem para a preservação ambiental e promovem a geração de energia limpa e renovável. No entanto, há o desafio de desenvolver substratos adaptados a cada região, como na Região Amazônica, utilizando matérias-primas locais que dependendo da forma como são dispensadas acarretam sérios problemas ambientais. Portanto, é crucial

<sup>1</sup> Graduado em Ciências Biológicas; Mestre em Ciências Biológicas (PPGBOT – INPA); Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPGCASA – UFAM); Professor de Biologia na Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar do Amazonas (SEDUC-AM).

<sup>2</sup> Graduado em Bacharelado em Engenharia Civil; Técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB); Discente em Técnico em Administração no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

<sup>3</sup> Graduada em Engenharia Florestal; Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPGCASA – UFAM); Doutorado Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

avançar nesse campo, considerando o vasto potencial de rejeitos industriais, resíduos agrícolas e outras matérias-primas disponíveis nessas regiões.

**Palavras-chave:** Resíduo orgânico. Matéria orgânica. Substrato orgânico. Compostagem.

### **Abstract**

*This study consists of a systematic literature review on the use of alternative substrates in the composting of urban solid waste, aiming to compile information and conduct a comparative analysis to identify the most effective compounds in different approaches. Articles published in databases such as the Portal Capes between the years 2014 and 2023 were analyzed. The results highlight the prevalence of studies investigating waste such as animal manure, plant residues used in primary production, and municipal waste. These resources, derived from waste reuse, contribute to environmental preservation and promote the generation of clean and renewable energy. However, there is a challenge in developing substrates adapted to each region, such as in the Amazon Region, using local raw materials that, depending on how they are disposed of, lead to serious environmental problems. Therefore, it is crucial to advance in this field, considering the vast potential of industrial waste, agricultural residues, and other raw materials available in these regions.*

**Keywords:** Organic waste. Organic matter. Organic substrate. Composting.

## **1. Introdução**

O atual modelo de desenvolvimento caracteriza-se principalmente pela exploração excessiva e constante dos recursos naturais e pela geração desenfreada de resíduos (Freyn et al., 2018). Segundo a ABRELPE (2022) no Brasil a problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) surge como um dos grandes desafios para a gestão ambiental nos municípios, visto que cada brasileiro gera, em média, 1,043 kg de RSU por dia, dos quais a fração orgânica é o principal componente, constituindo 45,3% do total coletado.

Gomes e Belém (2022) afirmam que a disposição inadequada de resíduos em locais inapropriados é um problema tanto em termos ambientais quanto de saúde pública, contribuindo para a elevada incidência de doenças associadas ao lixo. Para Freyn et al. (2018) a decomposição inadequada da matéria orgânica em aterros sanitários ou lixões pode acarretar significativos danos ambientais, diminuindo a eficiência dos aterros. Para melhorar a eficiência dos aterros é importante destinar corretamente os resíduos sólidos de origem orgânica, classe II A (NBR 10.004/2004), nos quais enquadram-se lodos de estação de tratamento de efluentes da indústria, restos de poda, capina e aqueles oriundos de feiras. Sua destinação adequada envolve a coleta seletiva, triagem e encaminhamento para processos de reciclagem, compostagem ou recuperação energética, visando à redução do impacto ambiental e à promoção da sustentabilidade.

Assim, tem sido crescente na população urbana a busca por soluções voltadas ao gerenciamento desses resíduos. Uma das práticas bastante difundidas é a compostagem dos resíduos orgânicos urbanos de forma descentralizada (Furedy, 2001), tendo em vista custo reduzido para sua produção, quando comparadas às vantagens para o solo. Segundo Alves et al. (2021) o composto pode contribuir para o fornecimento de nutrientes essenciais, melhorando a infiltração de água e a sua

aeração, criando assim um ambiente propício ao crescimento das plantas e aumentando a produtividade agrícola

O processo envolve transformações extremamente complexas de natureza bioquímica, promovidas por diversos microrganismos do solo que têm na matéria orgânica *in natura* sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono (Pereira Neto, 2007). A decomposição da matéria orgânica é influenciada pelo tempo e vários fatores, e o controle efetivo da compostagem não apenas acelera o processo, mas também impacta a maturação e a qualidade do produto final. Entre esses fatores, destacam-se elementos relacionados à inibição e/ou estímulo da atividade microbiana, como umidade, temperatura, pH, relação C/N, aeração e granulometria (Baldotto e Baldotto, 2014; Freyn, 2018).

A preparação do substrato durante o processo de compostagem é crucial para garantir a produção de mudas de alta qualidade. Klein (2015) destaca a importância de utilizar materiais facilmente disponíveis, ecologicamente responsáveis e com estabilidade estrutural, além de um período de decomposição adequado, homogeneidade, custo acessível e características físicas, químicas e biológicas ajustadas as mudas a serem cultivadas. Por outro lado, Kratz et al. (2013) observam a demanda de avaliar as propriedades dos resíduos considerando sua origem, processo de produção, proporções de componentes e outras características relevantes.

Diante os inúmeros tipos de resíduos oriundos de atividades de limpeza e comerciais nas cidades, tem sido observado estudos avaliando o potencial de uso de cada um destes. Nas unidades agrícolas, diversos resíduos comuns são gerados, incluindo bagaço de cana-de-açúcar, casca de mandioca e esterco de frango provenientes de granjas. A quantidade produzida de cada um desses resíduos é influenciada pela localidade específica de cada cultura ou criação animal. Na agricultura, após o processo de compostagem, muitos resíduos orgânicos de origem agrícola, como estercos, restos de cultivo e subprodutos da agroindústria, podem ser utilizados. A composição química desses resíduos varia, sendo os teores de matéria orgânica, nutrientes e carga de poluentes dependentes de sua origem (Araújo et al., 2018).

Dentre os diversos resíduos com potencial de aplicação, Silveira et al. (2002) e Ramos et al. (2012) consideram a fibra de coco como uma opção viável, podendo ser utilizada isoladamente ou em combinação com materiais nutritivos. Gimenez et al. (2024) indicam que os resíduos provenientes da poda de árvores e de jardinagem, como o capim, são opções interessantes para a produção de composto orgânico. Por sua vez, Leão e Paiva (2021) mencionam o uso de semente de açaí triturada em diferentes proporções como uma alternativa de substrato, além do emprego de esterco de frango (Fiorenzi et al., 2020) como um substrato rico em nitrogênio para o processo de compostagem.

Apesar do reconhecimento da realização de diversos estudos sobre a reutilização de matéria orgânica como substrato para o processo de compostagem, é comum observar uma dispersão desses estudos. Para facilitar a aplicabilidade para aqueles interessados em realizar a compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), é essencial compilar os resultados dessas pesquisas e, até mesmo, conduzir uma análise comparativa para identificar os melhores compostos. Essa abordagem sistemática permite uma melhor compreensão das práticas mais eficazes de compostagem e ajuda a orientar os esforços para maximizar os benefícios ambientais e agrícolas dessa prática. Dessa forma o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática de literatura sobre os principais RSU utilizados no processo de

compostagem, promovendo discussões sobre a influência de suas propriedades como alternativa de substrato para cultivo de mudas.

## 2. Metodologia

A revisão sistemática da literatura (RSL) foi realizada segundo os princípios orientadores do PRISMA Statement (Moher et al., 2009). A RSL adota uma metodologia que reúne todas as evidências empíricas que atendem a critérios pré-definidos, com o propósito de gerar resultados significativos na literatura (Fernández-González et al., 2020). O objetivo final de uma RSL é fornecer uma síntese abrangente e imparcial da literatura existente sobre o tema em questão, a fim de responder a uma pergunta de pesquisa específica ou estabelecer conclusões úteis para a comunidade científica. A base de dados utilizada foi a Periódicos CAPES que concentra diferentes bases de dados em seus mecanismos de busca.

### **Estratégia de busca**

A pesquisa dos artigos combinou os seguintes termos: “waste composting”, “organic waste”, “organic matter”, “organic substrate” e “composting” (tabela 1). Os registros baseados na busca “organic matter” AND “organic substrate”, apesar de mais numerosos não correspondem ao tema proposto pelo presente estudo, apresentando resultados aplicados a biotecnologia. De forma a cumprir os critérios de elegibilidade e dentro do tema resíduos orgânicos como substrato para compostagem as palavras que melhor apresentaram resultados foram “organic substrate” AND “composting”.

Tabela 1: Documentos por sequência de pesquisa

Sequência de pesquisa	Registros CAPES
"organic substrate" AND "composting"	150
"organic matter" AND "organic substrate"	432
"organic substrate" AND "organic waste"	140
"organic substrate" AND "organic waste" AND "composting"	21

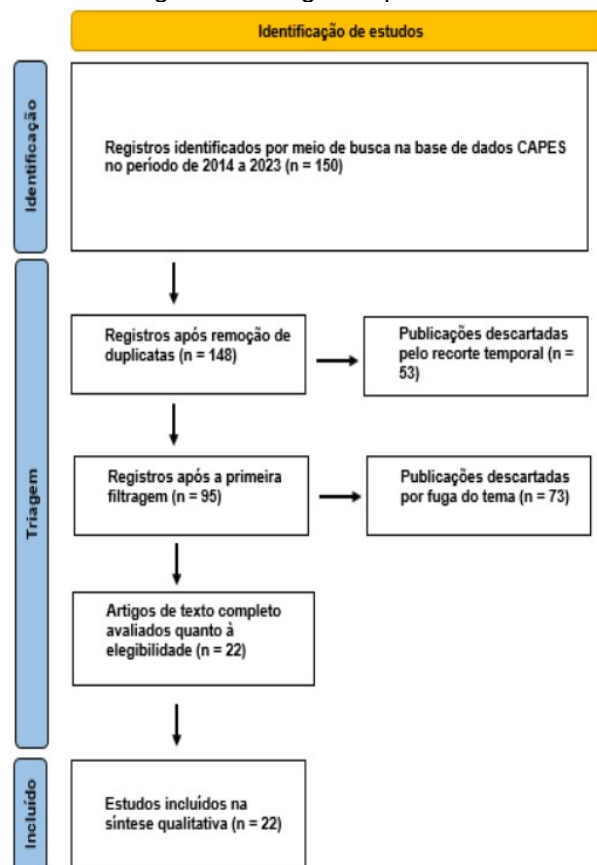
### **Crítérios de elegibilidade**

Os artigos selecionados foram selecionados baseado no recorte de tempo de 10 anos que compreende o período de 2014 a 2023. Os artigos foram avaliados com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, a saber: os estudos deveriam investigar o uso e a eficiência de resíduos orgânicos como alternativas para substrato para produção ou crescimento de mudas, serem de natureza empírica, escritos em inglês ou português; e publicados em revistas/jornais, com revisão por pares. Como critérios de exclusão definiram-se os seguintes: estudos não empíricos, nomeadamente revisões de literatura, meta-análises e dissertações; publicações noutras línguas que não as mencionadas; e estudos sem texto completo disponível.

### 3. Resultados e Discussão

Inicialmente, foram identificados 150 artigos durante a triagem. Após a remoção de duplicatas, restaram 148 artigos. Destes, 53 foram excluídos devido a não estarem dentro do intervalo temporal especificado. Posteriormente, 73 estudos foram descartados por não abordarem o tema do uso de resíduos orgânicos na compostagem. Como resultado, foram selecionados 22 artigos para uma revisão completa. O fluxograma do PRISMA, uma ferramenta que auxilia os autores na condução estruturada de revisões sistemáticas (Moher et al., 2009), visualiza graficamente o processo de seleção e inclusão dos estudos (Figura 1).

Figura 1: fluxograma prisma



#### Análise dos artigos selecionados

Os 22 artigos foram examinados com base em três categorias distintas: (a) os tipos de resíduos orgânicos empregados na compostagem; (b) os principais resultados associados as fontes de nutrientes derivadas do processo de compostagem e suas proporções de aplicação; e (c) os tipos de culturas utilizadas nos testes com o composto. Para uma organização mais eficiente, foi criado um quadro:

Quadro 1: Estudos selecionados de acordo com os critérios de inclusão.

Referência	Composto orgânico	Resultados	Cultura
Shah et al. (2015)	(vermicompostagem) Bagaço de cana-de-açúcar e esterco	O esterco de fazenda apresentou as taxas máximas de mineralização líquida para CO, N, P, K, Na, S e B, destacando sua valiosa contribuição para o processo de mineralização.	Generalista
Martínez-Gutiérrez et al. (2015)	Bagaço de <i>Agave angustifolia</i>	Fornece N, P e K. Esse processo de mineralização resulta na formação de um composto orgânico mais estável e rico em nutrientes minerais, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico para promover o crescimento saudável das plantas	Generalista
Taeporamaysamai & Ratanatamskul (2016)	(vermicompostagem) Esterco seco de vaca, resíduos de cozinha, lodo de esgoto e resíduos de mercado de vegetais	Fornece nutrientes essenciais como N, P, K, Ca e Mg. As minhocas convertem esses nutrientes em húmus, que é rico em nitrato, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.	Generalista
Haghighi et al. (2016)	(vermicompostagem) Resíduos sólidos urbanos, turfa, perlita	O composto de resíduos sólidos urbanos é uma fonte rica em nutrientes essenciais, como N, P e K, fundamentais para o crescimento das plantas. Enquanto isso, a turfa melhora a retenção de água e aeração do solo, e a perlita auxilia na drenagem e no controle da umidade.	Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> L.)
Raj et al. (2017)	Jacinto-d'água, esterco de vaca e resíduos de culturas agrícolas	O esterco de vaca é uma fonte rica em N e K., essenciais para o crescimento das plantas. Os resíduos de culturas agrícolas adicionam carbono e fornece energia para o crescimento microbiano. O jacinto-d'água promovem a atividade microbiana resultando na liberação de nutrientes essenciais para as plantas.	Feijão-de-corda ( <i>Vigna unguiculata</i> ) e Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> L.)
Bohm et al. (2017)	Folhas de cajueiro e chorume	A decomposição desses materiais orgânicos fornece nutrientes essenciais para as plantas, como N, P e K e outros minerais. Durante a decomposição, os microorganismos realizam a mineralização, transformando a matéria orgânica em formas minerais disponíveis para as plantas absorverem	Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.)
Hernández-Rodríguez et al. (2017)	(vermicompostagem) esterco de gado e serragem de pinheiro	O esterco de gado possui uma composição mais rica em nutrientes, como N e P, resultando na liberação mais rápida desses nutrientes para as plantas. A serragem de pinheiro por ser fibrosa libera de forma mais gradual os nutrientes no solo.	Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) e tomate ( <i>Solanum lycopersicon</i> L.)
Marques et al (2018)	Resíduos de alimentos da cantina e podas do jardim	Resíduos de plantas são ricos em N, como folhas verdes, cascas de frutas e esterco, contribuem para a mineralização. Materiais orgânicos ricos em C, como palha, serragem e restos de madeira, contribuem para a mineralização de forma mais lenta, pois a relação C/N desses materiais é maior, o que pode resultar em um processo de decomposição mais demorado.	Copaíba ( <i>Copaifera pubiflora</i> )
Cavalcante et al. (2018)	Esterco de coelho e resto de poda	A aplicação de compostos orgânicos no substrato e o uso de fertilizante foliar orgânico resultaram em melhorias significativas na altura	Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.)

	(braquiária, feijão comum e jaca)	das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e índices de clorofila a e b	
Ruiz & Salas (2019)	(vermicompostagem) Fibra de coco	O vermicomposto pode aumentar a atividade enzimática no solo, promovendo a mineralização de compostos orgânicos em formas minerais prontamente disponíveis para as plantas. Por outro lado, a fibra de coco pode contribuir para a retenção de umidade no solo, criando um ambiente favorável para a atividade microbiana e a liberação gradual de nutrientes durante o processo de decomposição	Melão ( <i>Cucumis melo</i> . var. Brisa) e tomate ( <i>Solanum lycopersicon</i> L.)
Semitela et al. (2019)	Resíduos de uva	A combinação dos resíduos de vinícolas e talos de uva proporciona uma fonte rica em nutrientes para as plantas, contribuindo para a mineralização e formação de substratos de qualidade para uso hortícola.	Salsa ( <i>Petroselinum crispum</i> )
Santos et al. (2020)	Resíduos de caule de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> ) e carnaúba ( <i>Copernicia prunifera</i> )	As mudas de angico branco responderam positivamente à adição de resíduos orgânicos ao substrato. As proporções de 60% e 80% de composto orgânico ou palha de carnaúba no substrato foram as mais apropriadas para maximizar a produção de mudas de angico branco.	Angico-branco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )
Parada et al. (2021)	Resíduos orgânicos municipais e resíduos de culturas hortícolas	Os substratos orgânicos estudados, como fibra de coco, composto vegetal e a mistura de Composto com Perlite, demonstraram ser adequados para a agricultura proporcionando produções semelhantes ou superiores ao substrato de controle (Perlite).	Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.)
Aboksari et al. (2021)	Fibra de coco e sedimento de lagoa	Melhoria significativa nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e de floração de <i>Pelargonium peltatum</i> quando inoculado com microrganismos solubilizadores de fosfato nas raízes. Os substratos orgânicos utilizados no cultivo também influenciaram positivamente os parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas.	Gerânio ( <i>Pelargonium peltatum</i> )
Santos et al. (2021)	Esterco de frango, bagaço de cana-de-açúcar, serragem, árvores urbanas, capim napier e resíduos de algodão	Os substratos formulados com resíduos de árvores urbanas mostraram maior adequação para o desenvolvimento de salsa do que aqueles formulados com bagaço de cana-de-açúcar, serragem, capim napier, esterco ou resíduos de algodão	Salsa ( <i>Petroselinum crispum</i> )
Souza et al (2021)	Lodo de esgoto, resíduos de carnaubeira, fibra de coco e o substrato comercial Turfa Fértil	Esses resultados indicam o potencial dos substratos compostados de resíduos orgânicos como alternativas viáveis para o cultivo de mudas de mamoeiro, contribuindo para um melhor desenvolvimento das plantas e acúmulo de nutrientes.	Mamão ( <i>Carica papaya</i> L.)
Tran et al. (2021)	Casca e a fibra de jaca, fibra de coco e a cinza da casca de arroz	A aplicação do substrato orgânico na mostarda verde resultou em um crescimento e desenvolvimento superiores em comparação com o uso de fertilizantes químicos.	Mostarda-verde ( <i>Brassica juncea</i> )

Aloisio et al. (2022)	Resíduos de incubatórios, cama de frango e lodo de tanque de flotação, poda de árvores urbanas, bagaço de cana-de-açúcar, glicerina bruta e carvão	Esses resultados demonstraram que a utilização desses substratos orgânicos com a adição de glicerina bruta proporcionou um desenvolvimento satisfatório das mudas de rúcula.	Rúcula ( <i>Eruca sativa</i> Miller)
Abro et al. (2022)	Cana-de-açúcar, esterco de aves e lodo de prensagem	O produto final é rico em nutrientes, como CO, N, P e K. Aumento do teor de carbono orgânico nos compostos de resíduos de cana-de-açúcar. Aumento da mineralização de nitrogênio nos produtos de compostagem, o que contribui para a fertilidade do solo e a saúde do solo.	Generalista
Castro Paes et al. (2022)	Resíduos vegetais	Foi observada uma interação significativa entre as doses de composto orgânico e os cultivos sucessivos de alface. A proporção de 60:40 de composto orgânico: solo foi considerada a melhor para o primeiro cultivo, no entanto indica a necessidade de fertilização suplementar	Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.)
Pérez-Pazo et al. (2023)	(vermicomposto) turfa, casca de arroz e fibra de coco	A mistura de substrato composta por turfa, vermicomposto e casca de arroz na proporção de 3:1:1 apresentou os melhores resultados para o desenvolvimento de plântulas de batata-doce, resultando em maior biomassa e crescimento vegetativo devido às suas propriedades físico-químicas favoráveis	Batata-doce ( <i>Ipomoea batatas</i> )
Serna- Jiménez (2023)	Resíduos de <i>Musa</i> spp	O processo indica a recuperação de biomassa a partir do corte de <i>Musa</i> spp. após a frutificação. Aproveitar o digestato nos solos de cultivo de <i>Musa</i> spp. permitiria a reciclagem de nutrientes essenciais e promoveria a economia circular no setor agrícola.	Generalista

Em seguida, os resultados mais relevantes de cada categoria apresentada no Quadro 1 serão analisados em relação ao conhecimento existente na literatura.

### **Compostos orgânicos em estudos**

Nos últimos anos uma ampla gama de resíduos orgânicos tem sido explorada em estudos sobre compostagem, refletindo o crescente interesse na gestão sustentável de resíduos e na produção de fertilizantes orgânicos. Resíduos urbanos, como restos de alimentos, resíduos de jardim e aparas de madeira, têm sido comumente investigados devido à sua abundância e potencial para compostagem. Além disso, resíduos agrícolas, incluindo palha, cascas de frutas e bagaços de cana-de-açúcar, têm sido alvo de estudos devido à sua disponibilidade sazonal e a necessidade de manejo adequado. Parada et al. (2020) afirma que a incorporação de composto como substituto parcial ou total de substratos comerciais pode reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e contribuir para o desenvolvimento sustentável da agricultura urbana.

Outro grupo significativo de resíduos orgânicos explorados em compostagem são os subprodutos da indústria alimentícia, como borra de café, cascas de ovos e resíduos de processamento de frutas e vegetais. Esses resíduos, muitas vezes descartados em grandes quantidades, apresentam potencial para serem transformados em fertilizantes orgânicos de alta qualidade, contribuindo para a



redução do desperdício alimentar e a reciclagem de nutrientes, principalmente quando associados a vermicompostagem como processo de humidificação e transformação dessa matéria em *humus*. Além disso, resíduos de origem animal, como esterco de gado, aves e suínos, têm sido objeto de estudos devido à sua riqueza em nutrientes essenciais para o solo e sua capacidade de melhorar a fertilidade do solo.

Em paralelo, alguns estudos têm se concentrado em resíduos específicos de determinadas indústrias, como a indústria de papel e celulose, que gera subprodutos ricos em carbono, como lodo de papel e serragem. Um exemplo é o uso de resíduos de caule de buriti (*Mauritia flexuosa*) e carnaúba (*Copernicia prunifera*) por Santos et al. (2020) que indicam que a utilização de compostos orgânicos, tais como os estudados, pode ser uma estratégia eficaz para promover o crescimento e a qualidade das mudas de angico-branco, contribuindo para a viabilidade técnica e econômica da produção dessas mudas.

Ao examinar os resíduos de *Musa* spp., Serna-Jiménez (2023) observa que a cultura da banana produz uma quantidade substancial de resíduos após a colheita da fruta, especialmente o engaço, o pseudo-caule (falso caule formado pela bainha das folhas) e as folhas que possuem um potencial fibroso significativo que, geralmente, são utilizados como proteção do solo na forma de cobertura morta. O estudo revelou que 20% da massa recuperada consiste em fibra de folha de banana, enquanto 70% correspondem a biogás (400 mL/g de sólidos totais), e 10% eram compostos de digestato. Esses resultados demonstram como o uso desses resíduos na compostagem pode reintroduzir nutrientes essenciais no solo, promovendo o crescimento de novas mudas.

Esses resíduos, quando compostados corretamente, podem ser transformados em compostos de alta qualidade, reduzindo o impacto ambiental dessas indústrias e promovendo a economia circular. A diversidade de resíduos orgânicos explorados na compostagem reflete a crescente conscientização sobre a importância da gestão sustentável de resíduos e a busca por soluções ambientalmente amigáveis na agricultura e na indústria.

## **Substratos alternativos aos substratos comerciais**

### *Resíduos de cana-de-açúcar*

Um dos resíduos agroindustriais com grande potencial como substrato no cultivo de mudas é o bagaço de cana-de-açúcar, gerado após a extração do caldo no processo de moagem. Este resíduo apresenta promissoras características para a formulação de substratos, devido à sua abundante disponibilidade e à capacidade de manter suas propriedades físicas estáveis por um período prolongado, sendo adequado para uso na produção de mudas.

Shah et al. (2015), Santos et al. (2021), Aloisio et al. (2022) e Abro et al. (2022) apontam para resultados que destacam o potencial dos resíduos de cana-de-açúcar como matéria-prima para a elaboração de compostos orgânicos ricos em nutrientes utilizados para melhorar a fertilidade do solo e promover o crescimento saudável das plantas, principalmente quando associados a outros compostos orgânicos como esterco de animais, fornecendo nutrientes essenciais como carbono orgânico (OC), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), enxofre (S) e boro (B) durante a compostagem e vermicompostagem. Aloisio et al. (2022) aponta o aumento da mineralização do carbono orgânico com o tempo de compostagem, com os melhores resultados obtidos a partir da combinação de resíduos de cana-de-açúcar com lodo de prensagem.

### *Resíduos de coco*

No Brasil, a produção de coco (*Cocos spp.*), abrange praticamente todo o território nacional, com exceção dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, devido às suas limitações climáticas sazonais (Fontes et al., 2001). O pó de coco, a fibra de coco (tanto desfibrada quanto prensada) e a casca de coco são considerados substratos alternativos altamente promissores. Esses materiais já estão sendo utilizados com sucesso como substrato agrícola na produção de mudas de hortaliças, contribuindo para o aumento da eficiência e qualidade do processo (Silveira et al., 2002).

Durante o período estudado, vários estudos analisaram a fibra de coco e seus derivados. Souza et al. (2021) concluem que os substratos compostados de lodo de esgoto, resíduos de carnaubeira e casca de coco verde apresentaram efeitos positivos no crescimento e trocas gasosas das plântulas de mamoeiro quando comparados com o substrato comercial Turfa Fértil® e a liberação gradual de nutrientes durante o processo de decomposição. Este fenômeno também foi observado por Teo e Tan (1993), que destacam a composição físico-química do pó de coco, tornando-o especialmente adequado como substrato. Ele se destaca como um material orgânico excelente para a composição de substratos devido à sua capacidade de aeração do composto, baixo tempo de decomposição, retenção de umidade e promoção do enraizamento.

Tran et al. (2021) afirmam que combinações de substrato, tais como, a fibra de coco, cinza de casca de arroz com e fibra de jaca mostrou-se eficaz na produção de substratos orgânicos, proporcionando benefícios econômicos e ambientais. Kartz et al. (2013) levando em consideração a importância das propriedades físicas na seleção de uma combinação de substrato, estes quando agregados a fibra de coco demonstram ser mais adequados do que aqueles compostados com bio sólido (lodo de esgoto).

### *Bio sólido/lodo de esgoto*

O lodo gerado a partir da rede de esgoto é um resíduo semi-sólido, principalmente composto por matéria orgânica, com diferentes proporções de resíduos inorgânicos, resultante do tratamento de águas residuais para recuperar sua qualidade e permitir sua reintrodução no ambiente evitando a contaminação (Cassini et al., 2003). Melo & Marques (2000) afirma que quando devidamente tratado, estabilizado e desidratado este resíduo é chamado de Bio sólido.

Pesquisas recentes, como as de Taeporamaysamai & Ratanatamskul (2016), Souza et al. (2021) e Aloisio et al. (2022), revelam diferenças significativas na acumulação de elementos minerais. Os resultados indicam que o composto resultante desse processo contém níveis mais elevados de nutrientes em comparação com o composto convencional. Portanto, substratos compostos de lodo de esgoto, em conjunto com outros resíduos orgânicos, propiciam um maior acúmulo de nutrientes que refletem na maior qualidade do composto gerado a partir deste tipo de substrato.

### *Resíduos de uva*

No estudo de Semitela et al. (2019), diferentes materiais orgânicos, como resíduos de vinícolas e talos de uva, foram compostados para avaliar a mineralização dos mesmos. Durante o processo de compostagem, os microorganismos presentes degradam a matéria orgânica, liberando nutrientes essenciais para as plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio. Os principais minerais encontrados na mineralização dos resíduos orgânicos incluem: 1. Nitrogênio (N): Importante para o crescimento das

plantas, sendo um componente essencial de proteínas, clorofila e ácidos nucleicos. 2. Fósforo (P): Fundamental para o desenvolvimento e crescimento das plantas, especialmente no crescimento das raízes, floração e formação de sementes. 3. Potássio (K): Contribui para a resistência das plantas a doenças, regulação da pressão osmótica e ativação de enzimas. Os resíduos gerados durante a produção de vinho, sucos e o cultivo de uvas têm um grande potencial de aproveitamento como substrato na elaboração de compostos orgânicos que contribuem para aliviar o processo de enriquecimento do solo.

#### *Resíduos de Agave spp.*

Processos como compostagem e vermicompostagem do bagaço de agave representam uma solução prática e eficaz para reutilizar esses resíduos. Isso resulta na fabricação de materiais com propriedades adequadas para servir como substratos agrícolas, desempenhando um papel essencial como sujeito que condicionam o solo para o cultivo de mudas em estufas (Iñiguez et al., 2006). Embora haja uma escassez de informações sobre o uso e manejo do engaço de agave, Macías et al. (2010) notam que este resíduo, quando submetido a processos de compostagem, emerge como uma opção viável para servir como substrato.

Martínez-Gutiérrez et al. (2015) afirmam que os resíduos de *Agave angustifolia* contribuem para o processo de mineralização através da decomposição dos compostos orgânicos presentes no bagaço. Durante a compostagem, microorganismos presentes nos resíduos de agave degradam os compostos orgânicos complexos, como celulose e hemicelulose, liberando nutrientes minerais essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio. Esse processo de mineralização resulta na formação de um composto orgânico mais estável e rico em nutrientes minerais, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico para promover o crescimento saudável das plantas.

#### *Esterco de animais*

O uso de esterco animal para compostagem é uma prática amplamente adotada na agricultura orgânica e sustentável. O esterco, rico em nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio, é um valioso recurso para a produção de compostos orgânicos que enriquecem o solo e promovem o crescimento saudável das plantas. Ao ser combinado com outros materiais orgânicos, como restos de culturas, palha e serragem, o esterco animal passa por um processo de decomposição aeróbica, resultando em um composto estável e rico em matéria orgânica. Portanto, utilizar esterco de animais representa uma excelente alternativa para mitigar o impacto dos resíduos, produzindo insumos orgânicos de alta qualidade e reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos (Gomes et al., 2008). Esse sistema tecnológico de baixo custo possibilita a transformação de resíduos orgânicos em compostos com alto valor nutricional para as plantas (Loureiro et al., 2007).

Diversos estudos utilizam estes compostos como substrato para crescimento ou germinação de plantas. Neste estudo podemos citar o uso de esterco de vaca (Taeporamaysamai & Ratanatamskul., 2016; Raj et al., 2017; Hernández-Rodríguez et al., 2017), esterco de coelho (Cavalcante et al., 2018), esterco de frango (Santos et al., 2021; Aloisio et al., 2022 e Abro et al., 2022) que fornecem nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, sendo liberados de forma mais rápida, disponibilizando de forma imediata esses nutrientes para as plantas.

### **Aplicação em cultivares**

Os resíduos orgânicos compostados são frequentemente utilizados como substratos de crescimento para uma variedade de culturas agrícolas e vegetais. Os cultivares escolhidos para testes e crescimento são selecionados com base em sua relevância econômica, demanda do mercado e capacidade de prosperar em condições específicas de solo e clima. Dentre os principais cultivares, destacam-se vegetais de consumo humano, como tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), alface (*Lactuca sativa* L.) e salsa (*Petroselinum crispum*), que são amplamente cultivados em todo o mundo e representam uma parte significativa da produção agrícola.

Atualmente, o tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) é uma das hortaliças mais relevantes globalmente, tanto em termos de área cultivada quanto de valor comercial. O Brasil se destaca como um dos principais produtores dessa cultura (Filgueira, 2013). Nesta revisão também foi registrado o uso de compostos orgânicos utilizados no crescimento de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), rúcula (*Eruca sativa* Miller) e mostarda-verde (*Brassica juncea*) demonstrando como o uso de compostagem em diferentes tipos de cultivo demonstram melhora no crescimento e bem-estar da muda cultivada. A produção de mudas de hortaliças é uma etapa crucial no sistema produtivo, exercendo impacto direto no desempenho nutricional e produtivo das plantas. Essa fase essencial do cultivo é fundamentada na investigação de fontes e combinações ideais de substratos e compostos orgânicos, levando em consideração propriedades físicas e químicas (Silveira et al., 2002; Echer et al., 2007).

O estudo de Souza et al. (2021) utilizaram a compostagem de lodo de esgoto, resíduos de carnaubeira, fibra de coco e o substrato comercial *Turfa Fértil* para avaliar o crescimento de Mamão (*Carica papaya* L.). Esses substratos compostados proporcionaram resultados superiores em termos de crescimento, biomassa seca, trocas gasosas e acumulação de nutrientes em comparação com o substrato comercial *Turfa Fértil*®. Os substratos compostados de resíduos orgânicos demonstraram ser alternativas viáveis e eficazes para o cultivo de mudas de mamoeiro, contribuindo para um melhor desenvolvimento das plantas e acúmulo de nutrientes, indicando o uso destes compostos como alternativa para o cultivo de outras plantas. A escolha dos cultivares para testes e crescimento em substratos compostados depende da finalidade da pesquisa, das condições locais e dos objetivos de produção agrícola ou hortícola.

Em um contexto Amazônico há a necessidade de aproveitamento de resíduos produzidos pela industrialização de frutas usadas para exportação como é o caso do cupuaçu e castanha-do-brasil. De acordo com dados do censo agropecuário (IBGE, 2020), a produção de cupuaçu está concentrada principalmente na região norte do Brasil, com destaque para os estados da Amazônia, Pará, Maranhão e Roraima, mas também há produção significativa nos estados da Bahia e Mato Grosso. A média anual de produção atinge aproximadamente 29 mil toneladas. Os resíduos provenientes do processamento da polpa de cupuaçu incluem cascas, bagaço e sementes, os quais podem ser aproveitados para a obtenção de outros produtos alimentícios (Souza et al., 2011).

A produção de castanha-do-brasil atinge aproximadamente 38.000 toneladas, onde para cada tonelada de amêndoas processadas, são geradas 1,4 toneladas de resíduos. Devido a essa considerável produção de resíduos agroindustriais, a região amazônica apresenta um grande potencial para a produção de biofertilizantes ou utilizadas como substrato no processo de compostagem. Entretanto, os estudos

destinados a avaliar o potencial desses resíduos na agricultura ainda estão em estágio inicial.

Espécies de grande porte, como a copaíba e o umbuzeiro, também aparecem como objeto de estudos sobre compostagem de resíduos orgânicos na produção de mudas devido ao seu valor econômico, importância ecológica e potencial para utilização na agroindústria e na medicina tradicional.

A copaíba (*Copaifera* spp.) é uma árvore nativa da região amazônica conhecida por sua resina medicinal, amplamente utilizada na produção de óleos essenciais com propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. No estudo de Marques et al (2018) a compostagem da terra vegetal utilizada teve impacto na qualidade das mudas, na emergência das plântulas e no crescimento inicial das plantas de *Copaifera pubiflora*, demonstrando a importância da escolha adequada dos substratos e das doses utilizadas (60:40) para o desenvolvimento das mudas. O umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) é uma árvore típica do bioma caatinga, encontrada no nordeste do Brasil, que produz frutos comestíveis ricos em nutrientes e água, sendo fundamental para a alimentação e sobrevivência de comunidades locais. Cavalcante et al. (2018) afirma que a presença de compostagem (45:55) no substrato melhorou a retenção de água e nutrientes perto das raízes das plantas, o que é um fator limitante para o crescimento do umbuzeiro.

Nos últimos anos, surgiu a necessidade de avaliar o potencial do aproveitamento dos resíduos provenientes da indústria do açaí (*Euterpe* spp.). A relevância econômica dessa indústria para a conservação florestal e seu potencial para melhorar os padrões socioeconômicos das comunidades locais têm sido consideráveis. Na região norte, onde o estado do Pará se destaca como o maior produtor brasileiro, juntamente com os municípios circunvizinhos, a produção total atingiu 57 mil toneladas (D'arace et al., 2019). Contudo, é essencial garantir que os resíduos recebam uma destinação ambientalmente adequada, a qual pode incluir processos como reciclagem, compostagem, reaproveitamento, utilização de energia, entre outros. Isso é necessário para prevenir danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de minimizar impactos ambientais adversos ou desconhecidos (Brasil, 2010).

#### 4. Conclusão

Considerando a variedade de fontes e substratos alternativos que podem ser aproveitados para o cultivo de mudas, é importante ressaltar que esses recursos têm como base o reaproveitamento de resíduos, contribuindo para a preservação ambiental e promovendo a geração de energia limpa e reaproveitável. A procura por novas alternativas de substratos é fundamental para avançar na agricultura, contudo, é imprescindível conduzir estudos abrangentes sobre a adaptação das culturas a esses meios. É crucial considerar não apenas os aspectos físicos e químicos dos substratos, mas também os critérios de desenvolvimento e crescimento das plantas, garantindo uma abordagem holística e eficaz na escolha e aplicação dos substratos adequados.

Surge o desafio de desenvolver substratos alternativos adaptados a cada região, utilizando matérias-primas locais. Embora em outras regiões do país já sejam realizados estudos nesse sentido, na Amazônia, esse campo de pesquisa ainda está em estágio inicial de desenvolvimento, principalmente quando levamos em consideração os resíduos de espécies como cupuaçu e castanha-do-brasil. Portanto, há uma necessidade premente de avançar nesse campo, considerando o grande

potencial de rejeitos industriais, resíduos agrícolas e outras matérias-primas disponíveis na região.

## Referências

- ABOKSARI, H. A., HASHEMABADI, D., & KAVIANI, B. (2021). Effects of an Organic Substrate on *Pelargonium peltatum* and Improvement of its Morphological, Biochemical, and Flowering Parameters by Root-inoculated Phosphate Solubilizing Microorganisms. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 52, 15, p. 1772–1789. 2021. <https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1892735>
- ARAÚJO, M., SILVA, L., FRARE, L., LEITE, H., & MOTA, L. H. Processo de compostagem a base de murumuru (*Astrocaryum* spp.) e seu uso como substrato. **Agrotropica**, 30, 2, p. 109-118. 2018. <http://dx.doi.org/10.21757/0103-3816.2018v30n2p109-118>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2020. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 09 de janeiro de 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2022. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 09 de janeiro de 2024.
- ABRO, S. A., AHMED, N., ALI, M., & TUNIO, S. Biodegradation of Sugarcane Trash with Agro-Industrial and Farm Wastes for Value Added Organic Byproduct. **Int.J.Econ.EnvIRON.Geol**, 13, 2. 2022.
- ALOISIO, C. M., DOS SANTOS GONÇALVES PODER, J., DOS SANTOS, F. T., FEHMBERGER, C., BAUTITZ, I. R., & HERMES, E. Agroindustrial wastes as a substrate for the cultivation of *Eruca sativa* Miller seedlings: physical–chemical and phytometric parameters assessment. **Environmental Science and Pollution Research**, 29, 34, p. 51674–51685. 2022. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19503-5>
- ALVES, RAQUEL OLIVEIRA ET AL. Produção de adubo orgânico: benefícios para o meio ambiente e agricultura familiar no sertão de Alagoas. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, 5, 3, p. 1-8. 2021.
- BALDOTTO, M. A., & BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, 61, 856-881. 2014.
- BIABANI, A., CARPENTER-BOGGS, L., GHOLIZADEH, A., VAFAIE-TABAR, M., & OMARA, M. O. Reproduction Efficiency of *Eisenia foetida* and Substrate Changes During Vermicomposting of Organic Materials. **Compost Science and Utilization**, 26, 3, p. 209–215. 2018. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2018.1463877>
- BOHM, F. M. L. Z., PHILIPPSSEN, A. S., OLIVEIRA, D. L. DE, GARCETE, L. H. T., BERTOLA, P. B., & BOHM, P. A. F. Emergência e crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a substratos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e**

**Desenvolvimento Sustentável**, 12, 2, p. 348-352. 2017.

<https://doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4859>

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html). Acesso em: 31 jan. 2024.

CAVALCANTE, A. C. P., CAVALCANTE, A. G., DA SILVA HENRIQUE, J., ZUZA, J. F. C., DANTAS, M. M. M., & DA COSTA ARAÚJO, R. Organic substrate and organic foliar fertilizer effect on chlorophyll index and growth in umbuzeiro seedlings.

**Agronomia Colombiana**, 36, 2, p. 152–157. 2018.

<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n2.69866>

CASSINI, S.T.; VAZOLLER, R.F.; PINTO, M.T. Introdução. In: Cassini S. T. (Coord). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, 2003. p.1-9.

CASTRO PAES, É., BAHIA, B. L., DIAS, F. P. M., BISPO, A. N., ROCABADO, J. M. A., NÓBREGA, R. S. A., & NÓBREGA, J. C. A. Successive lettuce cultivation on organic substrates. **Journal of Plant Nutrition**, 46, 2, p. 219–231. 2022.

<https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2067057>

D'ARACE, L. M. B.; PINHEIRO, K. A. O.; GOMES, J. M.; CARNEIRA, F. S.; COSTA, N. S. L.; ROCHA, E. S.; SANTOS, M. L. Produção de açaí na região norte do Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 10, 5, p.15-21, 2019.

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0002>

ECHER, M. M. et al. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Semina: Ciências Agrárias (Brasil)**, 28, 1, p.45-50. 2007.

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, JM; DÍAZ-LÓPEZ, C.; MARTÍN-PASCUAL, J.; ZAMORANO, M. Reciclagem da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos: Revisão Sistemática da Literatura e Análise Bibliométrica de Tendências de Pesquisa. **Sustentabilidade**, 12, 4798. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12114798>

FIORENZE, M., SERANTONI, N., & DE ABREU AZEVEDO, M. Método Simplificado de compostagem para tratamento de cama de frango. **Revista AIDIS de ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y prácticas**, 13, 1, 20. 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG, UFV, 2013. 421p.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p.

FREYN, C., de Holanda Nozaki, M., Hugo, V., Belotto, R., Carrasco, V., & Ferro, A. E. (2018). Produção de diferentes substratos obtidos da compostagem de diferentes resíduos (Vol. 11).

FUREDY, C. Reduzindo os riscos para a saúde do uso do lixo orgânico sólido urbano. **Revista Agricultura Urbana**, 3, 2021.

GIMENEZ, V. U., DA GRAÇA, J. L., DA COSTA, M. A. L., JUNIOR, D. M., DE OLIVEIRA JÚNIOR, J. M., & HANAI-YOSHIDA, V. M. Compostagem em escala piloto para resíduos sólidos orgânicos gerando biofertilizantes sólidos e líquidos e material de forração. **Research, Society and Development**, 13, 3, p. e1113345195-e1113345195. 2024.

GOMES, AO da S.; BELÉM, M. de O. O lixo como um fator de risco à saúde pública na cidade de Fortaleza, Ceará. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, 21, 1, p. 21-28. 2022.

HAGHIGHI, M., BARZEGAR, M. R., & DA SILVA, J. A. T. The effect of municipal solid waste compost, peat, perlite and vermicompost on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) growth and yield in a hydroponic system. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, 5, 3, p. 231–242. 2016.  
<https://doi.org/10.1007/s40093-016-0133-7>

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, A., ROBLES-HERNÁNDEZ, A. ; OJEDA-BARRIOS, L. ; PRIETO-LUÉVANO, D. ; GONZÁLEZ-FRANCO, J. ; CECILIA, A., & GUERRERO-PRIETO. Semicompost and vermicompost mixed with peat moss enhance seed germination and development of lettuce and tomato seedlings. **Interciencia**, 42, 11, 11. 2017. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33953499012>

INIGUEZ G., RODRIGUEZ R., VIRGEN G. Compostaje de materiales de descarte y aguas residuales de la industria de curtidurías. **Rev. Int. Contam. Amb.**, 22, p.113-123. 2006.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 4, 43-63. 2015.

KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, 37, 6, p.1103-1113. 2013.

LEAO, J. R. A.; DE PAIVA, A. V. Resíduo orgânico de açaí como substrato alternativo na produção de mudas nativas da amazônia sul-ocidental. **Revista conexão na Amazônia**, 2, p. 6-20. 2021.

LOUREIRO, D.C. et al., Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, 42, p.1043-1048. 2007.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700018>

MACÍAS, R. R.; GONZÁLVEZ, E. G. A.; COVARRUBIAS, G. I.; NATERA, F. Z.; LÓPEZ, P. M. G.; LÓPEZ, M. A.; PÉREZ, E. S. Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero. **Interciencia**, 35,7, p. 515-520. 2010.



MARQUES, C. S., GUIMARÃES, P. V. P., SMIDERLE, O. J., & SOUSA, R. DE C. P. Morfometria e crescimento inicial de *Copaifera pubiflora* exposta à terra vegetal produzida em compostagem. **Acta Brasiliensis**, 2, 1, 1. 2018.

<https://doi.org/10.22571/2526-433866>

MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, G. A., ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D., AQUINO-BOLAÑOS, T., BAUTISTA-CRUZ, A., & LÓPEZ-CRUZ, J. Y. Properties of *Agave angustifolia* Haw. bagasse before and after its composting. **Comunicata Scientiae**, 6, 4, p. 418–429. 2015. <https://doi.org/10.14295/CS.v6i4.800>

MELO, W. J., MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W., CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-142.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G., ANTES, G., ATKINS, D., BARBOUR, V., BARROWMAN, N., BERLIN, J. A., CLARK, J., CLARKE, M., COOK, D., D'AMICO, R., DEEKS, J. J., DEVEREAUX, P. J., DICKERSIN, K., EGGER, M., ERNST, E., GÖTZSCHE, P. C., ... TUGWELL, P. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. In **PLoS Medicine**. 6, 7. 2009. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

PARADA, F., ERCILLA-MONTSERRAT, M., ARCAS-PILZ, V., LOPEZ-CAPEL, E., CARAZO, N., MONTERO, J. I., GABARRELL, X., VILLALBA, G., RIERADEVALL, J., & MUÑOZ, P. Comparison of organic substrates in urban rooftop agriculture, towards improving crop production resilience to temporary drought in Mediterranean cities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 101, 14, p. 5888–5897. 2021. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11241>

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2007.

PÉREZ-PAZOS, J., ROSERO, A., VERGARA, E., & GÁMEZ, R. Response of Sweet Potato to Substrates and Acclimatization Conditions in the Greenhouse to Produce High-quality Planting Material. **Horticulture Journal**, 92, 4, p. 451–463. 2023. <https://doi.org/10.2503/hortj.QH-017>

RAMOS A.R.P DIAS R.C.S ARAGÃO C.A MENDES A.M.S. Mudas da melancia produzidas com substrato à base do pó do coco e soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, 30, p. 339-344. 2012.

RAJ, VP, ILAKIYA, T., NIVEDHA, P., SHARMILA, AS, & PARAMESWARI, E. Assessing the Effect of Co-composting Technique to Generate Quality Manure Out of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). **Jornal Agrícola de Madras**, mar, p. 1-3. 2017.

RUIZ, J. L., & DEL CARMEN SALAS, M. Evaluation of organic substrates and microorganisms as bio-fertilisation tool in container crop production. **Agronomy**, 9, 11, 705. 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110705>

SANTOS, E. D. O., ARAUCO, A. M. D. S., DIAS, B. D. O., ARAÚJO, E. F., BOECHAT, C. L., & PORTO, D. L. Use of alternative organic compounds in the initial growth and quality of *Anadenanthera colubrina* (Vell. Brenan) seedlings. **Madera y bosques**, 26, 1, 2020.

SANTOS, F. T., TRINDADE, H., COSTA, M. S. S. M., COSTA, L. A. M., & GOUFO, P. Effects of Composts Made from Broiler Chicken Residues and Blended with Biochar on the Minerals and Phenolic Compounds in Parsley (*Petroselinum crispum* Mill.). **Agriculture (Switzerland)**, 11, 11. 2021.  
<https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11111168>

SEMITELA, S., PIRRA, A., & BRAGA, F. G. Impact of mesophilic co-composting conditions on the quality of substrates produced from winery waste activated sludge and grape stalks: Lab-scale and pilot-scale studies. **Bioresource Technology**, 289, p. 121622. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121622>

SERNA-JIMÉNEZ, J. A., SILES LÓPEZ, J. Á., DE LOS ÁNGELES MARTÍN SANTOS, M., & CHICA PÉREZ, A. F. Exploiting waste derived from Musa spp. processing: Banana and plantain. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, 17, 4, p. 1046–1067. 2023. John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/bbb.2475>

SHAH, R. U., ABID, M., QAYYUM, M. F., & ULLAH, R. Dynamics of chemical changes through production of various composts/vermicompost such as farm manure and sugar industry wastes. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, 4, 1, p. 39–51. 2015. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0083-5>

SILVEIRA, E. B., VIVIANE,; RODRIGUES, J. L. B., ANDRÉA,; GOMES, M. A., MARIANO, R. L. R., JÚLIO,; & MESQUITA, C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 20, 2, p. 211-216. 2002.

SOUZA, F. E. C. DE, NATALE, W., BRAGA, M. D. M., MESQUITA, R. O., & DA COSTA, R. S. Growth And Accumulation Of Nutrients In Papaya Tree Seedlings Grown On Organic Substrates1. **Revista Ceres**, 68, 4, 267–275. 2021.  
<https://doi.org/10.1590/0034-737X202168040003>

SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, 35, 3, p. 554-559, jun. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542011000300017>

TAEPORAMAYSAMAI, O., & RATANATAMSKUL, C. Co-composting of various organic substrates from municipal solid waste using an on-site prototype vermicomposting reactor. **International Biodeterioration and Biodegradation**, 113, 357–366. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.05.009>

TEO, C.K.H; TAN, E.H. Tomato production in cocopeat. **Planter**, 69, p.239-24. 1993.

TRAN, T., THI, V., PHUONG, T. T. B., HO, L. H., & HONG, L. T. A. Study on evaluating the effectiveness of compost fertilizer from jackfruit peel and fiber with



various local agricultural materials on Green Mustard (*Brassica juncea*). **E3S Web of Conferences**, 332, p. 07001. 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202133207001>