



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

ALISSON DOUGLAS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CHORUME DO RESÍDUO DA
GRAVIOLA (*Annona muricata* L.) NA PRODUÇÃO DO MILHO VERDE**

Marechal Deodoro
2025

Alisson Douglas da Silva

**Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola (*Annona muricata*
L.) na produção do milho verde**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Tecnologias Ambientais
(Modalidade Mestrado Profissional)
como requisito para a obtenção do título
de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Calcante
Coorientador: Prof. Dr. Stoécio Maia

Marechal Deodoro – AL
Março de 2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

633.15

S586c

Silva, Alisson Douglas da.

Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.) na produção do milho verde / Alisson Douglas da Silva. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 1,85 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Cavalcante.

Coorientação: Prof. Dr. Stoécio Maia.

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Marechal Deodoro*, Marechal Deodoro, 2025.

1. *Zea mays*. 2. Compostagem. 3. Bioinsumo. 4. Componentes de produção. I. Cavalcante, Marcelo. II. Maia, Stoécio. III. Título.

Andreia Gomes de Azevedo | Bibliotecária – CRB-4/AL-2164

ALISSON DOUGLAS DA SILVA

Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.) na produção do milho verde

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Aprovado em 08 de julho de 2025.

Orientador:

 Documento assinado digitalmente
MARCELO CAVALCANTE
Data: 14/07/2025 18:45:30-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Marcelo Cavalcante - IFAL/Campus Maragogi

Banca examinadora:

 Documento assinado digitalmente
RODRIGO GOMES PEREIRA
Data: 15/07/2025 09:45:21-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Rodrigo Gomes Pereira – UFAPE/Campus Garanhuns

 Documento assinado digitalmente
KLEBSON SANTOS BRITO
Data: 14/07/2025 18:59:41-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Klebson Santos Brito – IFAL/Campus Maragogi

**Marechal Deodoro, AL
2025**

*Ao meu orientador pela paciência e por todos
os conselhos e instrução que me deu, o meu
profundo e eterno agradecimento.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais José Osvaldo e Maria Lúcia, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis. Sou grato também pelo meu amigo Wisnner Franklin pela parceria no decorrer do curso. Obrigado a minha esposa Patrícia Batista, aos meus filhos Aleksya Patricia e Alisson Filho que me estimularam durante todo o período e compreensão da minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos. Meus agradecimentos ao meu irmão, amigos e familiares que de alguma forma também contribuíram para que o sonho do mestrado se tornasse realidade.

Por fim, agradeço imensamente a Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer o mestrado e o trabalho de conclusão do curso. Sem Ele, nada disso seria possível.

SILVA, Alisson Douglas **Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.) na produção do milho verde**. 57f. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2025.

RESUMO

O descarte e a compostagem são as principais alternativa que vêm sendo adotadas aos subprodutos da fabricação de polpa de frutas. Porém, o chorume, resíduo líquido, rico em minerais e substâncias orgânicas, gerado no processo de decomposição da matéria orgânica, é descartado. É possível, a partir do chorume, produzir biofertilizante líquido com potencial econômico para geração de emprego e renda. Portanto, esta pesquisa objetivou avaliar a composição química do chorume do resíduo da graviola e o efeito de diferentes concentrações sobre os componentes de produção do milho verde. O estudo foi realizado em duas fases: 1ª) produção do biofertilizante, a partir da compostagem e avaliação da composição química; 2ª) avaliação de quatro concentrações do biofertilizante (0% - controle, 5, 10, 15 e 20% de biofertilizante diluído em água), em nível de campo, sobre o milho verde, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A composição química do chorume de graviola apresentou valores de alta magnitude para os macros (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Mn, Cu, Fe, Zn), matéria orgânica total (44.154 mg/L), carbono orgânico total (4.191,7 mg/L) e ácidos húmicos (10,77 mg/L) e fúlvicos (1.054,4 mg/L). Quando aplicado na cultura do milho, não houve efeito ($p>0,05$) das concentrações sobre os componentes de produção e teor de clorofila. A altura média das plantas foi inferior a 1,0 m e o florescimento precoce (60 dias após o plantio) podem indicar a ausência de adaptação do cultivar ao local da pesquisa, influenciando nos tratamentos aplicados.

Palavras-chave: *Zea mays*; compostagem; bioinsumo; componentes de produção.

SILVA, Alisson Douglas. **Characterization and evaluation of leachate from soursop (*Annona muricata* L.) residue in green corn production.** 57f. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2025.

ABSTRACT

Discarding and composting are the main alternatives that have been adopted for by products of fruit pulp production. However, leachate, a liquid residue rich in minerals and organic substances, generated in the decomposition process of organic matter, is discarded. It is possible to produce liquid biofertilizer from leachate with economic potential for generating employment and income. Therefore, this research aimed to evaluate the chemical composition of leachate from soursop residue and the effect of different concentrations on the production components of green corn. The study was carried out in two phases: 1) production of biofertilizer from composting and evaluation of the chemical composition; 2) evaluation of four concentrations of biofertilizer (0% - control, 5, 10, 15 and 20% of biofertilizer diluted in water), at field level, on green corn, in a randomized block design, with four replications. The chemical composition of soursop leachate showed high magnitude values for macro (N, P, K, Ca, Mg) and micronutrients (Mn, Cu, Fe, Zn), total organic matter (44,154 mg/L), total organic carbon (4,191.7 mg/L) and humic (10.77 mg/L) and fulvic acids (1,054.4 mg/L). When applied to corn crops, there was no effect ($p>0.05$) of the concentrations on the production components and chlorophyll content. The average height of the plants was less than 1.0 m and the early flowering (60 days after planting) may indicate the lack of adaptation of the cultivar to the research site, influencing the treatments applied.

Keywords: *Zea mays*; composting; bioinput; production components.

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução	6
2 Material e Métodos	7
3 Resultados e Discussão	8
4 Conclusões	9
5 Referências	10
6 Considerações Finais	11
7 Apêndice I – Produto Técnico-Tecnológico	38

1 INTRODUÇÃO

A agroindústria brasileira é responsável por 5,9% do produto interno bruto (PIB), com atuação nas áreas de beneficiamento, na transformação dos produtos e no processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária (Embrapa, 2025). Contribuiu para este cenário o aumento do consumo per capita de frutas, *in natura* ou processada, e das exportações (Levy et al., 2022). Apesar do sucesso, o desafio para o setor da fruticultura é a redução de perdas, a menor geração de resíduos orgânicos e de impactos ambientais (Costa Neta et al., 2020).

Em 2018, estimou-se em 37 Mt de resíduos orgânicos descartados no Brasil, dos quais 0,34% foram compostados e, todo o resto, dispostos em aterros sanitários (73,3%), aterros controlados (11,8%) e em lixões (15,0%) (MIDR, 2021), causando danos ambientais (MMA, 2022). O setor de produção de sucos e polpas de frutas gera anualmente entre 30 e 40% de resíduo (casca, sementes, bagaço e fibras em base úmida), correspondendo a milhões de toneladas, os quais são descartados ou subutilizados (Nascimento Filho & Franco, 2015).

A decomposição de resíduos orgânicos gera gases e lixiviados poluentes da atmosfera, do solo e da água (Iravanian & Ravari, 2020). Apesar de os aterros sanitários serem a opção menos poluente, sua função primária é receber resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin et al., 2022). Esta premissa se enquadra nos conceitos de sustentabilidade da Economia Circular, que propõe a eliminação de resíduos, ao utilizar, de maneira integral, tudo o que compõe um produto finalizado, sem geração de resíduos (Lara et al., 2022). Portanto, os resíduos orgânicos da agroindústria, classificados como não perigosos (Lei nº 12.305/2010), podem ser introduzidos em processos produtivos, objetivando a redução de custos, ao transformar materiais descartáveis e poluentes em co-produtos de valor agregado, que preservam os recursos naturais (Silva et al., 2022).

A forma mais comum de uso de resíduos orgânicos vegetais é na compostagem, produzindo composto orgânico para uso agrícola como biofertilizante sólido ou na composição de substratos para produção de mudas (Silva et al., 2019). Porém, devido a concentração de compostos com alto valor nutricional, com propriedades antioxidantes, têm potencial para uso na alimentação humana (Nascimento Filho & Franco, 2015) e de animais ruminantes (Pazdiora et al., 2019) e de não ruminantes (Lana et al., 2020), além da produção de biocombustíveis (biogás, etanol, briquetes), segundo Campos et al. (2023).

Durante o processo de decomposição da matéria orgânica, ocorre a liberação do chorume, líquido citoplasmático que contém substâncias organominerais que controlam uma variedade de processos relacionados ao crescimento da planta, incluindo a absorção de macro e micronutrientes (Čabilovski et al., 2023). Segundo Morozesk et al. (2017), os compostos húmicos liberados, além de apresentar altos níveis de carbono e nitrogênio, aumentam a atividade enzimática e a ação da H-ATPase, proteína integral da membrana mitocondrial ligada a produção de energia. Resultados obtidos para diferentes espécies indicaram concentração de chorume variando entre 5 e 25% (Lopes et al., 2019; Silva et al., 2020).

Em Alagoas existem 10 agroindústrias de processamento de polpa de frutas. A Coopeagro S/A (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados), localizada em Maragogi, região do Litoral Norte, atua na comercialização e beneficiamento de frutas produzidas por agricultores familiares, em que 80% da receita, aproximadamente, é obtida da produção de polpa de frutas de diferentes espécies. Anualmente são processadas, em média, 200 Mg de graviola (*Annona muricata* L.), gerando, aproximadamente, 80 Mg de resíduos que são descartados no aterro sanitário.

Com a produção de biofertilizante líquido, a partir de resíduos agroindustriais, poderá reduzir a dependência da agricultura por insumos importados, escassos devido as interrupções na cadeia de suprimentos causadas pela pandemia da Covid-19 e, mais recentemente, devido a guerra entre Rússia e Ucrânia (Hassen & Bilali, 2022). Poderá vir a ser uma alternativa aos sistemas sustentáveis de produção (Agroecológico e Orgânicos), os quais não dependem de insumos sintéticos. Além desses aspectos, os biofertilizantes poderão reduzir os problemas ambientais associados, além de agregar valor aos produtos, gerar emprego e renda, podendo aumentar a vida útil dos aterros e ainda, reduzir custos para as prefeituras.

Apesar das vantagens do aproveitamento de resíduos orgânicos, não se conhece a composição química e o efeito do chorume de resíduos do processamento de polpa da graviola sobre a qualidade dos atributos produtivos da cultura do milho, tornando a pesquisa pioneira e inovadora. Portanto, esta pesquisa objetivou avaliar a composição química do chorume do resíduo da graviola, bem como avaliar o efeito de diferentes concentrações sobre o desenvolvimento do milho.

2 Objetivos

2.1 Geral

Conhecer as características oranominal do chorume de graviola e seus efeitos sobre o milho verde.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Avaliar caracteres morfoagronômicos do milho verde;

2.2.2 Avaliar caracteres fisiológicos.

3 Revisão de Literatura

3.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, é uma espécie de metabolismo fotossintético C₄, cultivada em uma ampla faixa de agroecossistemas, considerando temperatura, altitude, fotoperíodo e precipitação pluviométrica (Gavilanes et al., 2019). Os países com maiores produções mundiais são os Estados Unidos da América, China e Brasil, respectivamente (FAO, 2023), sendo uma das principais *commodities* cultivadas.

Por apresentar uma ampla versalidade de usos, podendo ser consumido como minimilho (*baby corn*) em conserva, milho verde, grãos secos e como forragem (Arcanjo Júnior et al., 2016), o milho é cultivado em todos os Estados brasileiros, destacando-se Mato Grosso, Paraná e Goiás com as maiores produções de grãos e, Minas Gerais, com a produção de milho forrageiro (IBGE, 2020a). Em relação ao milho verde, Minas Gerais, Alagoas e Espírito Santo apresentam as maiores produções (IBGE, 2020b).

O milho apresenta duas fases de desenvolvimento (Magalhães & Durães, 2006): a fase vegetativa, compreendendo à emergência (VE), estádios V1 a V_n, diferenciando-se pela formação visível do colar na inserção da bainha na folha com o colmo, até o pendoamento (VT); e fase reprodutiva, caracterizada pelo desenvolvimento e formação dos grãos na espiga, variando entre os estádios R1 (embonecamento e polinização) a R6 (maturação fisiológica dos grãos).

O minimilho e o milho verde são colhidos nos estádios R3 (grão leitoso) e R4 (grão pastoso), respectivamente, e seu uso na alimentação humana é diversificado, podendo ser consumido em conserva (enlatado), congelado na forma de espigas ou em grãos, desidratado, ou consumido *in natura* (Oliveira Júnior et al., 2006). A região Nordeste é a maior produtora Nacional, responsável por 40,6% da produção (63,4 mil toneladas), com cultivos predominantemente (80,2%) de base familiar (IBGE, 2020a), gerando emprego e renda na região. A biomassa verde remanescente mais as espigas não comerciais, atingindo 17,1 t matéria seca/ha, tem potencial para fornecimento de forragem de qualidade para alimentação animal (Carvalho et al., 2018), triturada no cocho ou na forma de silagem, apresentando-se como uma importante estratégia alimentar, principalmente na região semiárida, no período de déficit hídrico (Cavalcante Filho et al., 2022).

Os programas de melhoramento genético do milho têm desenvolvido cultivares para consumo *in natura*, considerando a produção de espigas, a maciez dos grãos, acidez e o teor de sólidos solúveis (podendo atingir 17° Brix), por estarem diretamente ligados a

aceitação dos consumidores (Perfeito et al., 2017). Neste sentido, Oliveira Júnior et al. (2006) selecionaram o híbrido comum Uenf506-8 em Viçosa/MG. Do mesmo modo, Grigulo et al. (2011) e Rodrigues et al. (2018) selecionaram os híbridos PL6882 e 30F35HR, 30F53YH e BRS3061, considerando desempenho produtivo e precocidade, com experimentos em Tangará da Serra/MT e Ipameri/GO, respectivamente. Em Alagoas, o cultivar PV3 Majestoso foi desenvolvido e vem sendo recomendado para o cultivo na região do SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia), com múltiplas aptidões (grão, milho verde e forragem).

A variabilidade genética observada na cultura do milho permitiu o desenvolvimento de cultivares de polinização livres, adaptadas aos sistemas extensivos, e híbridos (incluindo transgênicos), voltados aos sistemas intensivos de produção. Permitiu também o cultivo em uma ampla faixa de ambientes, possibilitando o cultivo, tanto na agricultura familiar e agroecológica, quanto em sistemas convencionais de produção, tornando-se uma tecnologia socioeconômica que gera emprego e renda, que contribui expressivamente para soberania alimentar da população.

3.2 Compostagem

Os resíduos sólidos urbanos descartados no Brasil em 2018 foram estimados em 37 Mt (MIDR, 2021), em que os resíduos orgânicos predominam, com 45,3% (MMA, 2025). Em regiões onde agroindústrias de polpa de frutas atuam, por descartarem entre 30 e 40% de resíduos (casca, sementes, bagaço e fibras em base úmida), correspondendo a milhões de toneladas (Nascimento Filho & Franco, 2015), contribuem para potencializar o problema. Segundo MIDR (2021), do total de resíduos gerados no Brasil, 0,34% foram compostados e, todo o resto, dispostos em aterros sanitários (73,3%), aterros controlados (11,8%) e em lixões (15,0%). A decomposição de resíduos orgânicos gera gases (CO_2 , H_2S , CH_4) e lixiviados (NH_3 , compostos orgânicos xenobióticos) poluentes da atmosfera, do solo e da água (Iravanian & Ravari, 2020).

A compostagem de resíduos orgânicos é um processo que ocorre naturalmente no ambiente, por meio de macro e microrganismos, em que a matéria passa por uma série de transformações físicas e bioquímicas, resultando no húmus, material estável, de cor escura (Souza & Moreno, 2020), que contribui para ciclagem de nutrientes, liberação de substâncias húmicas e estoques de carbono, atuando como fonte de energia para biomassa microbiana, com reflexos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Ribeiro et al., 2019).

A forma mais comum de uso de resíduos orgânicos vegetais é na compostagem aeróbica, cujo processo é definido pela temperatura do composto (Carvalho et al., 2013), dividindo-se nas fases mesofílica, em que fungos intolerante à altas temperaturas (<42°C) predominam e estão associados a decomposição de açúcares, aminoácidos e materiais ligno-celulósicos (Zygomycetes, Ascomycetes e Basidiomycetes); termofílica, fase caracterizada pela presença de bactérias do grupo filogenético Actinomycetes termotolerantes (45 a 80°C); e maturação, caracterizada pela estabilização/humificação (Insam & Bertoldi, 2007). Sob condições controladas, a decomposição da matéria orgânica poderá levar alguns meses até a estabilização, sendo essenciais para qualidade final do produto a granulometria do material, composição química (relações C/N e lignina/N, pH), umidade, aeração e a temperatura, exigindo monitoramento em todo o processo (Lima et al., 2023).

A composição química do húmus varia conforme a matéria prima e o manejo adotado durante o processo de compostagem, podendo ser utilizado na agricultura como biofertilizante sólido ou na composição de substratos para produção de mudas (Silva et al., 2019). Freitas et al. (2018) observaram que o composto de resíduos vegetais aplicados ao solo promoveu maior desenvolvimento da raiz e da parte aérea de alface. Já na produção de substrato, Ferreira et al. (2015) observaram que a compostagem de casca de banana foi eficiente na produção de mudas de pau pereira (*Platygyamus regnellii* Benth.).

Uma das grandes vantagens das agroindústrias na produção de húmus são os grandes volumes de resíduos gerados de cada espécie frutífera processada, com periodicidade, que garante a produção anual de substrato. Por serem os resíduos classificados como não perigosos (Lei nº 12.305/2010), é possível sua aplicação industrial (requisito para registro de patente), podendo o substrato ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009 (MAPA, 2009), gerando emprego e renda, além de contribuir com a preservação de recursos naturais, ao transformar materiais descartáveis e poluentes em co-produtos de valor agregado (Silva et al., 2022), enquadrando a empresa nos conceitos da Economia Circular e nos Objetivos 6 (Água Potável e Saneamento), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) do Desenvolvimento Sustentável 2030 (ONU, 2025).

Portanto, o uso da compostagem como alternativa ao descarte de resíduos em aterros sanitários, torna-se uma estratégia sustentável para as agroindústrias, que poderá gerar emprego e renda, além de aumentar a vida útil dos aterros, reduzir custos para produtores (com importação de substratos) e para prefeituras (com transporte), a

dependência por insumos não renováveis dos substratos (turfa e fertilizantes sintéticos) e, quando aplicados no solo, promove benefícios às suas propriedades, com reflexos na produtividade agrícola.

3.3 Biofertilizante líquido

A função primária dos aterros sanitários é receber resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin et al., 2022). Portanto, os resíduos orgânicos classificados como não perigosos sob a Lei nº 12.305/2010 poderão ser processados e transformados em matéria prima a ser introduzida em processos produtivos (Silva et al., 2022), como na agricultura (compostagem), biocombustíveis (Alves et al., 2022), alimentação humana (Saraiva et al., 2018) e animal (Giordani Júnior et al., 2014).

Na agricultura, a compostagem tem se mostrado eficiente em transformar matéria orgânica em húmus, em pequenos espaços ou em nível industrial (Lima Júnior et al., 2017). Nas fases mesofílica e termofílica ocorre o aumento da temperatura do composto, devido à respiração da biomassa microbiana, processo que aumenta a umidade devido a liberação de água nas mitocôndrias. Ainda, com a morte da célula e rompimento da membrana plasmática, todo conteúdo citoplasmático é liberado no meio. Ao se acumular, juntamente com água dos tecidos, dão origem ao chorume, líquido que contém moléculas organominerais (Čabilovski et al., 2023).

A decomposição da matéria orgânica sob condições não controladas promove a perda do chorume por percolação e lixiviação (Gouveia & Prado, 2010). Dependendo do volume compostado, como observado em lixões clandestinos, poderá atingir o lençol freático e leitos de rios, promovendo contaminação ambiental por matéria orgânica dissolvida, alumínio (neurotóxico), metais pesados (As, Pb, Cd e Ni) e patógenos (Soares et al., 2024), podendo promover a eutrofização da água e a proliferação de vetores (Lima et al., 2012), comprometendo o meio ambiente e a saúde humana.

As agroindústrias geram, anualmente, grandes volumes de resíduos orgânicos, geralmente descartados em aterros sanitários. A partir da compostagem aeróbica, sob condições controladas, poderão ser obtidos os biofertilizantes líquido (chorume) e sólido (húmus). O chorume contém substâncias (minerais, hormônios e substâncias húmicas) que controlam uma variedade de processos relacionados ao crescimento da planta, incluindo a absorção de macro e micronutrientes, podendo, portanto, ser utilizado como fertilizante (Čabilovski et al., 2023). Segundo Morozesk et al. (2017), os compostos

húmicos, além de apresentarem expressivos níveis de carbono e nitrogênio, aumentam a atividade enzimática e a ação da H-ATPase, proteína integral da membrana ligada a produção de energia.

Pesquisas foram conduzidas para avaliar a viabilidade do uso de chorume sobre plantas, com resultados promissores. Silva et al. (2020), a partir de chorume obtido de resíduos domésticos e esterco caprino vermicompostados, indicaram que 5% promovem maior desenvolvimento de mudas de quiabeiro. Na produção de porta-enxertos de limoeiro Cravo, Silva et al. (2023) observaram que até 20% de chorume obtido da vermicompostagem aplicados a cada 7 dias promovem as melhores respostas, quanto ao comprimento e área da raiz, área foliar e massa seca da parte aérea. Para a cultura da alface, Bohn et al. (2017) observaram que 15% de chorume obtido da decomposição de vegetais aumentou a germinação e o crescimento inicial das plântulas.

A legislação brasileira (IN nº 25/2020) classifica o chorume como bioinsumo (biofertilizante), pois apresenta compostos bioativos capazes de promover respostas em plantas e microorganismos (MAPA, 2020). A partir do Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto nº 10.375/2020) e de linhas de crédito (Plano Safra e BNDES AGRO), é prevista a produção e comercialização, desde que atendidas a legislação de rotulagem (IN nº 61/2020) e do enquadramento da empresa como produtora e comercializadora do bioinsumo (Decreto nº 4.954/2004).

A produção e uso do biofertilizante líquido, obtido da compostagem de resíduos orgânicos, poderá vir a ser uma fonte de renda adicional à produção do húmus. Em agroindústrias de polpa de frutas, o processamento de frutas específicas permitirá a padronização de produtos (biofertilizantes de graviola, manga, maracujá, por exemplo), evitando-se contaminação de recursos naturais, da fauna e da flora, e os impactos negativos sobre os aterros sanitários.

4 Material e Métodos

O estudo foi conduzido em nível de campo, na cidade de Luziápolis Município de Campo Alegre – AL, em propriedade de agricultura familiar sob as coordenadas 9° 53' 25" S e 36° 13' 24" W, a 121 m de altitude. O clima da região é do tipo 'Aw', clima tropical com inverno seco, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa do ar de 27°C, 1.200 mm e 80%, respectivamente (Climate-Data, 2025). Durante o período experimental, abril a junho, houve um volume de precipitação pluvial de 318 mm correspondendo a 98, 117 e 103 mm, respectivamente.

A pesquisa foi realizada em duas etapas: 1ª) produção de chorume, provenientes da compostagem de resíduo da produção de polpa de graviola, e avaliação da composição química; 2ª) avaliação, em nível de campo, das concentrações de biofertilizante sobre o milho, cultivar proveniente do Programa Planta Alagoas da Secretaria Estadual de Agricultura (SEAGRI). A graviola (*Annona muricata* L.) foi a espécie escolhida devido a expressivo volume de resíduo gerado a partir do processamento da fruta pela agroindústria Coopeagro.

O biofertilizante foi obtido utilizando-se caixas d'águas de 1000 L (com tampa), com torneira acoplada na base, em que os resíduos de graviola (sementes, cascas, fibras e bagaço) ficaram dispostos em camadas alternadas com serragem, seguindo as recomendações de Coelho et al. (2022). O revolvimento do composto foi semanal, com o auxílio de uma enxada, acrescentando-se serragem (evitando a decomposição anaeróbica) ou água. Semanalmente, durante o período de compostagem, o chorume foi recolhido e armazenado em bombas de 100 L.

Amostra de 500 mL de chorume foi encaminhada ao laboratório para realização das análises químicas pH (água), a partir de um pHmetro de bancada; condutividade elétrica (dS/m), com o auxílio de um condutivímetro portátil; nitrogênio total e carbono orgânico total (COT), determinados por combustão seca, em analisador automático, modelo Flash 2000 (Sato et al., 2014); fósforo (método fotométrico vanadomolibdico), potássio (método fotômetro de chama), cálcio, magnésio, cobre, ferro, zinco e manganês (método de absorção atômica); matéria orgânica total (método de titrimetria); fracionamento de substâncias húmicas, realizado segundo a técnica de solubilidade diferencial, de acordo com os termos estabelecidos pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas, separando-se as frações do ácido húmico e ácido fúlvico (Benites et al., 2003).

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (0% - controle, 5, 10, 15 e 20% de biofertilizante diluído em água), com quatro blocos. A área total da parcela foi de 24 m² (4,0 x 6,0 m), contendo seis linhas de plantio com 4,0 m cada. A área útil da parcela foi formada pelas quatro fileiras centrais e, as demais, consideradas bordadura. As aplicações do chorume foram realizadas duas vezes/semana, escalonada a cada três dias, pela manhã, utilizando-se 5,0 L da solução/parcela.

O preparo do solo foi manual e, antes do plantio, foi aplicado o equivalente a 3,0 Mg calcário/ha. O plantio foi em sequeiro, realizado no dia 06 de abril de 2024, no espaçamento de 1,0 x 0,2 m (50.000 plantas/ha), colocando-se três sementes por cova. O desbaste foi realizado no estágio fenológico V4 (aproximadamente 20 dias após o plantio), deixando-se uma planta por cova. O controle de plantas daninhas foi manual.

Foi realizada a análise de solo (0-20 cm), em que os resultados foram: pH (água): 5,5; P (Mehlich-1): 5 mg dm⁻³; H + Al, K, Ca + Mg e T apresentaram, respectivamente, 3,9; 0,141; 2,5; e 6,63 cmol_c dm⁻³, e saturação por bases de 41,2%. Na adubação de fundação, foram aplicados 30 kg N/ha (sulfato de amônio), 30 kg P₂O₅/ha (superfosfato triplo) e 30 K₂O/ha (cloreto de potássio). Aos 40 dias após o plantio foi realizada a adubação em cobertura, com a aplicação de 40 kg N/ha, seguindo as recomendações de Cavalcanti (2008).

As variáveis analisadas, no estágio fenológicos R1, foram: altura da planta (cm, com auxílio de uma trena), comprimento da folha + 3 (cm, com auxílio de uma trena), largura da folha (cm, com auxílio de um paquímetro digital), massa verde de folhas, colmo e total (utilizando balança digital), em cinco plantas aleatórias da área útil da parcela.

O índice de clorofila (CHL) e os teores de CHL a, CHL b e CHL total foram obtidos por meio do equipamento clorofilômetro portátil (Clorofilog CFL 2060, Falker[®]), em oito plantas/parcela, realizando-se medições na região central da folha (livrando a nervura principal), em três folhas/planta.

Na análise dos dados, inicialmente foram testadas as pressuposições da análise de variância (Anova), aplicando-se os testes de Tukey, Durbin Watson, Bartlett e Shapiro-Wilk para a não aditividade, a independência dos resíduos, a homocedasticidade e a normalidade dos erros, respectivamente. Em seguida, foi aplicada a Anova, utilizando-se regressão polinomial para as concentrações de chorume. A análise, foi feita pelo pacote easyanova, versão 8.0 (Arnhold, 2013), do software R (R Core Team, 2022).

5 Resultados e Discussão

5.1 Caracterização química do biofertilizante

A caracterização química do biofertilizante líquido da graviola revelou que o pH do chorume, que indica a concentração de íons hidrogênio na solução, está próximo a neutralidade (Tabela 1), não evidenciando problemas de desordem nutricional quando fornecido às plantas (Cavalcanti, 2008). Este valor está próximo aos obtidos por Avancini et al. (2019), que variaram de 6,42 a 7,11, para chorumes obtidos com torta de tungue e esterco de gado, respectivamente.

Tabela 1. Composição química do chorume da graviola.

Parâmetros Chorume	mg/L	kg/ha
pH	6,53	6,53
Condutividade elétrica (dS/m)	14,7	14,7
Nitrogênio total	1.314,0	2628
Fósforo	668,0	1336
Potássio	2.006,0	4012
Cálcio	142,0	284
Magnésio	181,0	362
Cobre	2,39	4,78
Ferro	21,4	42,8
Zinco	19,1	38,2
Manganês	1,31	2,62
Matéria orgânica total	44.154,0	88.308
Carbono orgânico total	4.191,70	8.383,4
Ácido húmico	10,77	21,54
Ácido fúlvico	1.054,40	2.108,8

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A condutividade elétrica é indicadora da concentração de íons na solução capazes de conduzir corrente elétrica (Cruz et al., 2019), podendo ser uma medida indireta da concentração de nutrientes na solução (Helbel Júnior et al., 2008). Em geral, as culturas agrícolas têm o potencial produtivo afetado por condutividades elétricas superiores a 4,0 dS/m (Cavalcanti, 2008). Portanto, o valor observado (Tabela 1) justifica a necessidade de diluição antes da aplicação nas plantas, evitando desbalanço nutricional devido a

redução do potencial osmótico da solução (Costa et al., 2001).

A concentração de N-total no chorume de graviola foi de alta magnitude, considerando que, para a cultura da alface hidropônica, Ávila et al. (2010) avaliaram até 400 mg/L, observando efeito quadrático, com massa seca da parte aérea máxima de 161,8 g obtida com a concentração de 297,2 mg/L. Os teores de macro e micronutrientes foram de alta magnitude, tendo-se como referência a composição química padrão para cultivo do milho hidropônico, sendo superior 21,2 vezes ao N 75,1 vezes para o P 40,4 vezes para o K e 29,2 vezes para o magnésio (Paula et al., 2011).

Elevadas concentrações de matéria orgânica total e, conseqüentemente, carbono orgânico total, também foram observadas (Tabela 1). Estas concentrações variam de acordo com a composição da matéria orgânica a ser compostada. Na pesquisa desenvolvida por Avancini et al. (2019), observou-se valores variando de 582,2 até 5.993,9 mg COT/L, quando se utilizou esterco de gado e torta de tungue, respectivamente.

As substâncias húmicas funcionam como biomoléculas, interagem com as plantas por meio da liberação de fitormônios, principalmente a auxina que vão até o interior da célula em busca dos receptores hormonais da célula, tendo como efeito direto o aumento do comprimento, desenvolvimento da área foliar, raízes laterais, pelos radiculares e na interceptação de nutrientes (García et al., 2018). Ácidos húmicos e fúlvicos, de compostos complexos de alto peso molecular, apresentaram valores de 10,77 e 1.054,40 mg/L, respectivamente. A aplicação de soluções com concentrações desses ácidos em plantas está relacionada a maior absorção de nutrientes via efeito enzimático, por intermédio da proteína ATPase dependente de K^+ e Mg^{2+} , além de promover maior permeabilidade da membrana plasmática (Silva et al., 2016).

O chorume apresenta carga orgânica expressiva que, ao ser destinada a agricultura, reduz a concentração de contaminantes no ambiente. Amostras foram conduzidas ao laboratório para análises químicas de fertilidade.

5.2 Componentes de produção do milho

A análise de variância revelou ausência de efeito ($P>0,05$) das concentrações de biofertilizante líquido sobre todas as variáveis analisadas (Tabela 2). Em média, a altura máxima das plantas variou de 76 a 95,8 cm, para os tratamentos 25 e 0%, respectivamente, aos 60 dias após o plantio, período em que mais de 50% das plantas floresceram precocemente. A altura de variedades de milho cultivados em Rio Largo/AL, apresentou média de 259,47 cm (Silva et al., 2015). Portanto, é possível que o cultivar de milho

utilizado nesta pesquisa não tenha se adaptado ao ambiente de cultivo, refletindo em menor ciclo de produção.

Tabela 2. Avaliação dos caracteres fisiológicos e componentes de produção do milho em função da aplicação de biofertilizante.

Variáveis	Tratamentos (%)					P-valor	CV (%)	Média geral
	0	5	10	15	20			
Altura (cm)	95,8	90,8	84,0	91,7	77,6	0,54	4,5	87,9
Comprimento foliar (cm)	76,5	81,7	75,9	79,7	75,8	0,24	5,4	77,9
Largura foliar (cm)	6,8	6,9	7,0	7,6	7,0	0,47	4,7	7,0
Massa colmo (Mg/ha)	7,25	5,53	5,99	8,48	7,93	0,12	12,9	7,04
Massa foliar (Mg/ha)	3,28	2,78	3,65	5,14	3,55	0,15	33,5	3,68
Massa total (Mg/ha)	10,53	8,31	9,64	13,6	11,5	0,62	16,9	10,72
CHLa	31,9	29,9	31,5	32,8	29,9	0,41	6,45	31,2
CHLb	9,9	8,8	9,7	10,4	9,3	0,49	13,70	9,62
CHL _{Total}	41,9	38,7	41,3	43,3	40,4	0,44	8,27	41,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O comprimento e largura foliar, diretamente ligados a área foliar e capacidade fotossintética (Silva et al., 2020), apresentaram valores médios de 77 e 7,0 cm, respectivamente. É possível que a ocorrência de baixas concentrações de auxinas nos biofertilizantes não tenham exercido influência sobre estas características, tendo em vista que se trata de um hormônio ligado ao alongamento e expansão celular (Taiz et al., 2017). Estes resultados são semelhantes aos obtidos Lins et al. (2017), ao avaliarem cultivares de milho em Rio Largo/AL, obtendo-se médias 80,2 e 5,7 cm, respectivamente.

As produtividades de folha, colmo e massa total não foram influenciadas pelas concentrações de chorume, apresentando valores médios de 7,04, 3,68 e 10,72 Mg/ha, respectivamente. Estas médias estão inferiores aos obtidos por Silva Júnior et al. (2017), em Rio Largo/AL, em que as médias dos genótipos foram de 58,4 e 65,2 Mg/ha, cultivados nos espaçamentos 0,8 x 0,2 e 0,6 x 0,2, respectivamente. Do mesmo modo, Crevelari et al. (2019) também observaram produtividades superiores entre 24 genótipos

de milho, com médias variando de 23,3 até 39,6 Mg/ha, para os híbridos UENF 506-11 e UENF-2209, respectivamente. Estas informações evidenciaram a baixa produtividade na presente pesquisa devido, provavelmente, a baixa adaptação do cultivar ao ambiente experimental.

Observou-se que os teores de clorofila a, b e total apresentaram valores médios de 31,2, 9,62 e 41,1 unidades de clorofila. A ausência de efeito das concentrações de biofertilizantes sobre estas variáveis pode estar relacionada a baixa absorção de N, pelo baixo crescimento, por ser componente estrutural desses pigmentos (Fornari et al., 2020) e pela produção de citocininas, hormônio responsáveis pelo desenvolvimento dos plastídios (Taiz et al., 2017).

6 CONCLUSÃO

A composição química do chorume de graviola apresenta concentrações de macro e micronutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico e substância húmicas de alta magnitude, podendo ser um promotor de crescimento em plantas. Porém, quando aplicado no milho, as concentrações não exercem influência sobre os componentes de produção e fisiológicos. É provável que a falta de adaptação do cultivar ao ambiente experimental tenha exercido influência sobre os resultados.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Alagoas – Campus Maragogi, pelo auxílio financeiro referente ao Edital nº 13/2023. Ao CNPq pela concessão de bolsa de Iniciação Científica em nível de Graduação.

8 REFERÊNCIAS

ALVES, M.B.F.; CANDEIA, B.A.; LEITE, J.C.A.; SANTOS, A.F. Produção e caracterização de biocombustível sólido a partir de resíduos orgânicos sem tratamento térmico. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 8925-8945, 2022. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n2-034>.

ARCANJO JÚNIOR, H.G.; NASCIMENTO, W.G.; MACEDO, I.M.; RODRIGUES, C.B.; SOARES, G.S.C.; PEREIRA, R.G.; SANTOS, L.C.; SANTANA, A.V.S. Características químicas bromatológicas de plantas remanescentes a cultura do minimilho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 344-354, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402016000300002>.

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 50, n. 6, p. 488-492, 2013. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v50i6p488-492>.

AVANCINI, AB.; MATOSO, E.S.; CERQUEIRA, V.S.; SILVA, S.D.A. Caracterização química dos compostos líquidos oriundos da compostagem de resíduos agroenergéticos. In: V Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFSM, 2019.

ÁVILA, F.W.; BALIZA, D.P.; FAQUIN, V.; ARAÚJO, J.L.; RAMOS, S.J. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000200003>.

BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P.L.O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 7p. (Comunicado Técnico, 16).

BOHN, F.M.L.Z.; PHILIPPSEN, A.S.; OLIVEIRA, D.L.; GARCETE, L.H.T.; BERTOLA, P.B.; BOHN, P.A.F. Emergência e crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a substratos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 348-352, 2017. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4859>.

ČABILOVSKI, R.; MANOJLOVIĆ, M.S.; POPOVIĆ, B.M.; RADOJČIN, M.T.; MAGAZIN, N.; PETKOVIĆ, K.; KOVAČEVIĆ, D.; LAKIĆEVIĆ, M.D. Vermicompost and vermicompost leachate application in strawberry production: impact on yield and fruit quality. **Horticulturae**, v. 9, n. 3, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030337>.

CAMPOS, K.D.; FARIA, L.J.G.; JOELE, M.R.S.P. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais como prática sustentável para geração energia renovável. **Revista PARAONDE**, v. 17, n. 1, p. 1-16, 2023. <https://doi.org/10.22456/1982-0003.129913>.

CARVALHO, A.P.V.; CARVALHO, I.D.E.; FERREIRA, P.V.; FERREIRA, D.S.; PEREIRA, M.G. Potencial forrageiro de genótipos de milho com e sem espiga primária em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Ciência Agrícola**, v.16, n. 1, p. 43-53, 2018. <https://doi.org/10.28998/rca.v16i1.3459>.

CARVALHO, J.C.; SANCHUKI, C.E.; LETTI JÚNIOR, L.A.; WOICIECHOWSKI, A.L.; WALTER, A.; SOCCOL, C.R. Compostagem de Resíduos Agroindustriais. In: PASTORE, G.M.; BICAS, J.L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M.R. (Org.). **Biotecnologia de Alimentos**. Vol. 12. São Paulo: Editora Atheneu, 2013. p. 91-118.

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 212p.

CAVALCANTE FILHO, H.A.; HELCIAS, R.P.; PEREIRA, R.G.; CAVALCANTE, M.; MEDEIROS, P.V.K.; ANDRADE, A.R.S. Performance of maize cultivars for the production of sweet corn, baby corn, and fodder. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 4, p. 449-455, 2022. <https://doi.org/10.5965/223811712142022449>.

CLIMATE-DATA. **Clima Maragogi**. 2025. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/maragogi-43113>. Acesso em: 01 Fev. 2025.

COELHO, A.F.F.; VILHENA, A.C.S.; TAVARES, B.P.; ALMEIDA, M.R. A compostagem como prática de educação ambiental e inovação social. **Revista Brasileira**

de **Educação Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 92-109, 2022.
<https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.13357>.

COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 595-597, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000300023>.

COSTA NETA, C.M.; MARTINS, A.K.V.; AMORIM, D.J. Perdas pós-colheita e destinação final de frutas em segmentos comerciais de Teresina (PI). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 440-453, 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0034>.

CREVELARI, J.A.; DURÃES, N.N.L.; SANTOS, P.R.; AZEVEDO, F.H.V.; BENDIA, L.C.R.; PREISIGKE, S.C.; GONÇALVES, G.M.B.; FERREIRA JÚNIOR, J.A.; PEREIRA, M.G. Canonical correlation for morphoagronomic and bromatological traits in silage corn genotypes. **Bragantia**, v. 78, n. 3, p. 337-349, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20180146>.

CRUZ, R.F.; GERUDE NETO, O.J.A.; FREITAS, S.J.N.; RODRIGUES, J.B.; SILVA, D.L.L. A aplicabilidade do chorume oriundo do processo de compostagem biofertilizante orgânico para agricultura sustentável. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 3, p. 37-48, 2019. <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2019.003.0005>.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ciência que transforma: Agroindústria**. 2025. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>>. Acesso em: 14 Fev. 2025.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops and livestock products**. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 17 Maio. 2025.

FERREIRA, M.C.; COSTA, S.M.L.; PASIN, L.A.A. Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau pereira. **Nativa**, v.

3, n. 2, p. 120-124, 2015. <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n02a08>.

FORNARI, E.Z.; GAVIRAGH, L.; BASSO, C.J.; PINHEIRO, M.V.M.; VIAN, A.L.; SANTI, A.L. Relationship between photosynthetic pigments and corn production under nitrogen sources. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e63661, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5063661>.

FREITAS, N.B.; BARBOSA, C.S.; PAZ, A.A.; NUNES, B.L.V.; STIEVEN, A.C. Eficiência de resíduos orgânicos escolares na produção de alface. **Disciplinarum Scientia**, v. 19, n. 2, p. 201-218, 2018.

GARCÍA, A.C.; TAVARES, O.C.H.; BALMORI, D.M.; ALMEIDA, V.S.; CANELLAS, L.P.; GARCÍA-MINA, J.M.; BERBARA, R.L.L. Structure-function relationship of vermicompost humic fractions for use in agriculture. **Journal of Soils and Sediments**, v. 18, p. 1365-1375, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1521-3>.

GAVILANES, F.Z.; ANDRADE, D.S.; SILVA, H.R.; ZAMORA, R.B.; PALACIOS, C.C. A cultura do milho: nitrogênio e inoculação com bactérias promotoras de crescimento. **UNESUM-Ciencias.Publicación cuatrimestral**, v. 3, n. 3, p. 17-26, 2019.

GIORDANI JÚNIOR, R.; CAVALI, J.; PORTO, M.O.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014. <https://doi.org/10.47209/2317-5729.v.3.n.1.p.93-104>.

GOUVEIA, N.; PRADO, R.R. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 5, p. 859-866, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010005000029>.

GRIGULO, A.S.M.; AZEVEDO, V.H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P.H. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo *in natura* em Tagará da Serra, MT, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 603-608, 2011.

HASSEN, T. B.; BILALI, H. E. Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: Towards More Sustainable and Resilient Food Systems? **Foods**, v. 11, n. 15, e2301, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>.

HELBEL JÚNIOR, C.; REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, A.C.A.; FRIZZONE, J.A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1142-1147, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000400016>.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro: Tabela 6953**. 2020a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953>>. Acesso em: 15 Maio. 2025.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro: Tabela 6957**. 2020b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6957>>. Acesso em: 15 Maio. 2025.

INSAM, H.; BERTOLDI, M. Microbiology of the Composting Process. In: DIAZ, L.F.; BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. (Org.). **Compost Science and Technology**. Vol. 8. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 25-48. [https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80006-6).

IRAVANIAN, A.; RAVARI, S.O. Types of contamination in landfills and effects on the environment: a review study. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 614, p. e012083, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012083>.

KAMARUDDIN, M.A.; NORASHIDDIN, F.A.; YUSOFF, M.S.; HANIF, M.H.M.; WANG, L.K.; WANG, H.S. Sanitary landfill operation and management. **Solid Waste Engineering and Management**, v. 23, p. 525–575, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_8.

LIMA, F.T.S.; PEREIRA, C.S.S.; PEREIRA, A.R.; CÂNDIDA, F.F.S. Projeto de implementação de sistema de fossa séptica biodigestora e clorador no sítio Rio Manso/RJ. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, v. 2, n. 2, p. 11-26, 2012.

LIMA, J.G.P.; MUNIZ, M.C.; COSTA, M.E.A.; SILVA, A.B. Compostagem: interface com o meio ambiente e agricultura. **Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, v. 1, n. 3, p. 464-494, 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10275222>.

LIMA JÚNIOR, R.G.S.; MAHLER, C.F.; DIAS, A.C.; LUZ JÚNIOR, W.F. Avaliação de novas práticas de compostagem em pequena escala com aproveitamento energético. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 361-370, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016159687>.

LANA, S.R.V.; SILVA, L.C.L.; LANA, G.R.D.; LEÃO, A.P.A.; BARROS JÚNIOR, R.F.; SANTOS, T.M.C.; SANTOS, D.S. Resíduo da polpa de goiaba em dietas para codornas. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 266, p. 132-139. 2020. <https://doi.org/10.21071/az.v69i266.5107>.

LARA, A.C.; MARQUES, V.; GODOI, L.R.; SEHNEM, S. Princípios e práticas de economia circular na cadeia de suprimentos de hortifrutis no oeste de Santa Catarina. **Revista Gestão Organizacional**, v. 15, n. 2, p. 256-176, 2022. <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v15i2>.

LEVY, R.B.; ANDRADE, G.C.; CRUZ, G.L.; RAUBER, F.; LOUZADA, M.L.C.; CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Três décadas da disponibilidade domiciliar de alimentos segundo a NOVA – Brasil, 1987–2018. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 8, p. 1-20, 2022. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004570>.

LINS, F.J.A.; FERREIRA, P.V.; ASSUNÇÃO, M.C.; SANTOS, D.F.; CARVALHO, A.P.V.; SANTOS, N.E.A. Crescimento de genótipos experimentais de milho em função de doses crescentes de nitrogênio. **Revista Ciência Agrícola**, v. 15, n. 2, p. 19-27, 2017.

LOPES, K.A.L.; SILVA, T.F.; SANTOS, J.F.; SOUZA, A.P.A.; SILVA-MATOS, R.R.S.S. Crescimento inicial de couve-folha em função de diferentes concentrações de chorume de vermicompostagem. **Global Science & Technology**, v. 12, n. 3, p. 79-89, 2019.

MAGALHÃES, P.C.; DURÕES, F.O.M. **Fisiologia da Produção do Milho**. Sete

Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 10p. 2006.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009**. 2009. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recupera_rTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>. Acesso em: 14 Abr. 2025.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 61/2020**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>>. Acesso em: 14 Fev. 2025.

MIDR: Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/rs>>. Acesso em: 02 Fev. 2025.

MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022. 209p.

MMA: Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática. **Resíduos Sólidos Urbanos – RSU**. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/residuos-solidos-urbanos>>. Acesso em: 19 Maio. 2025.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; SOUZA, I.C.; ROCHA, L.D.; DUARTE, I.D.; MARTINS, I.O.; DOBBS, L.B.; CARNEIRO, M.T.W.D.; FERNANDES, M.N.; MTSUMOTO, S.T. Effects of humic acids from landfill leachate on plants: An integrated approach using chemical, biochemical and cytogenetic analysis. **Chemosphere**, v. 118, p. 309-317, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.007>.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>.

OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipo de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 159-165, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100026>.

ONU: Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2025. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br>>. Acesso em: 19 Maio. 2025.

PAULA, L.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E.; SOARES, T.M.; PEDROSA, E.M.R.; SILVA, E.F.F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 9, p. 931-936, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000900009>.

PAZDIORA, R.D.; PAZDIORA, B.R.C.N.; FERREIRA, E.; MUNIZ, I.M.; ANDRADE, E.R.; SIQUEIRA, J.V.S.; SHERER, F.; VENTUROSOS, O.J.; SOUZA, P.J. Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 6, p. 2093-2102, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10706>.

PERFEITO, D.G.A.; LOPES, M.C.M.; SALOMÃO, L.C.; SOUZA, M.L.C.; BENETT, C.G.S.; LIMA, B.P. Caracterização pós-colheita de milho doce submetido ao parcelamento de fertirrigação nitrogenada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016140, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.14016>.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 Dez. 2024.

RIBEIRO, J.M.; FRAZÃO, L.A.; CARDOSO, P.H.S.; OLIVEIRA, A.L.G.; SAMPAIO, R.A.; FERNANDES, L.A. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio sob sistemas agroflorestais no Cerrado Mineiro. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 913-923,

2019. <https://doi.org/10.5902/1980509825310>.

RODRIGUES, F.; MELO, P.G.S.; RESENDE, C.L.P.; MROJINSKI, F.; MENDES, R.C.; SILVA, M.A. Aptidão de híbridos de milho para o consumo *in natura*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 484-492, 2018.

SARAIVA, B.R.; VITAL, A.C.P.; ANJO, F.A.; CESARO, E.; PINTRO, P.T.M. Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. **Revista PubSaúde**, v. 1, p. a009, 2018. <https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude1.a007>.

SATO, J.H.; FIGUEIREDO, C.C.; MARCHÃO, R.L.; MANDARI, B.E.; BENEDITO, L.E.C.; BUSATO, J.G.; SOUZA, D.M. Methods of soil organic carbon determination in Brazilian savannah soils. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 4, p. 302-308, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0306>.

SILVA, J.L.T.; CAVALCANTE, M.; BARROS, J.A.S.; COSTA, J.G.; SANTOS, M.A.L. Technical feasibility of the use of sludge from the water treatment plant in lettuce production. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3886, 2022. <https://doi.org/10.14295/CS.v14.3886>.

SILVA, J.P.; FERREIRA, P.V.; CARVALHO, I.D.E.; OLIVEIRA, F.S. Desempenho de genótipos alagoanos de milho em diferentes densidades de semeadura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 82-90, 2015. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3407>.

SILVA JÚNIOR, A.B.; FERREIRA, P.V.; CUNHA, J.L.X.L.; LIRA, R.C.; CARVALHO, I.D.E. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob diferentes arranjos espaciais para a produção de silagem. **Revista Ciência Agrícola**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

SILVA, L.G.F.; SALES, R.A.; ROSSINI, F.P.; VITÓRIA, Y.T.; BERILLI, S.S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 1, p. 18-27, 2019.

<http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n1p18-27>.

SILVA, L.R.; GUIMARÃES, M.G.; FREITAS, R.J.; PELA, A.; CARVALHO, D.D.C. Ácidos húmicos para obtenção de maior massa fresca inicial em plantas de feijão comum ‘Pérola’. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 6-10, 2016. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i2.3936>.

SILVA, R.S.; CAMPOS, H.D.; RIBEIRO, L.M.; BRAZ, G.B.P.; MAGALHÃES, W.B.; BUENO, J.N. Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 313-319, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/216539>.

SILVA, T.F.; PONTES, S.F.; COSTA, R.M.; SANTOS, J.F.; SILVA-MATOS, R.R.S.; MORAES, L.F. Produção de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem. **Scientia Plena**, v. 19, n. 7, p. e070202, 2023. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.070202>.

SILVA, T.F.; SANTOS, E.J.; LOPES, K.A.L.; SILVA, M.S.; ALMEIDA, E.I.B.; SILVA-MATOS, R.R.S.S. Produção de mudas de quiabeiro sob doses crescentes de chorume de vermicompostagem. **Research, Society and Development**, v. 9, n.9, e291996937, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6937>.

SOARES, R.C.O.; DEUS, R.J.A.; SILVA, M.M.C.; FAIAL, K.R.; MEDEIROS, A.C.; MENDES, R.A. Comprehensive assessment of the relationship between metal contamination distribution and human health risk: case study of groundwater in Marituba landfill, Pará, Brazil. **Water**, v. 16, n. 15, p. e2146, 2024. <https://doi.org/10.3390/w16152146>.

SOUZA, C.E.B.; MORENO, B.M.G. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos e suas contribuições para educação ambiental no espaço escolar. In: BRITO, D.M.C.; SILVA, E.A.C.; LANDIM NETO, F.O. (Org.). **Educação Ambiental no Ambiente Escolar**. Macapá: UNIFAP, 2020. p. 65-84.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

APÊNDICE I: PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO

**PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES A PARTIR DO
RESÍDUO DA GRAVIOLA (*Annona muricata* L.): UMA
OPÇÃO SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS
PARA AGROINDÚSTRIAS DE POLPA DE FRUTAS**

Produção de biofertilizantes a partir do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.): uma opção sustentável ao descarte de resíduos para agroindústrias de polpa de frutas

Alisson Douglas da Silva



Instituto Federal de Alagoas
Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais
Mestrado Profissional

**Produção de biofertilizantes a partir do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.):
uma opção sustentável ao descarte de resíduos para agroindústrias de polpa de
frutas**

Autor

Alisson Douglas da Silva – Mestrado em Tecnologias Ambientais PPGTEC/Ifal -
Campus Marechal Deodoro

Orientador

Dr. Marcelo Cavalcante – PPGTEC/Ifal - Campus Marechal Deodoro

Coorientador

Dr. Stoécio Malta Ferreira Maia – PPGTEC/Ifal - Campus Marechal Deodoro

Bolsista

Adrielly Cabral Dantas – Graduação Tecnológica em Horticultura/Ifal - Campus
Maragogi

Colaboradores

Dr. Rodrigo Gomes Pereira – UFAPE/Campus Garanhuns

Dr. Kleber Santos Brito – Ifal/Campus Maragogi

Tipo de Produto Técnico ou Tecnológico

Manual/Protocolo

Linha de Pesquisa

Tecnologias e Inovações Ambientais

**Produção de biofertilizantes a partir do resíduo da graviola (*Annona muricata* L.):
uma opção sustentável ao descarte de resíduos para agroindústrias de polpa de
frutas**

**Ministério da Educação
Instituto Federal de Alagoas**

Reitor
Carlos Guedes de Lacerda

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Eunice Palmeira da Silva

Coordenador do Mestrado em Tecnologias Ambientais
Joabe Gomes de Melo

Autores:
Alisson Douglas da Silva
Marcelo Cavalcante
Stoécio Malta Ferreira Maia
Adrielly Cabral Dantas
Rodrigo Gomes Pereira
Kleber Santos Brito

Diagramação e Projeto Gráfico
XXX

Direitos autorais

É permitido que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.





Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

631.8

P964 Produção de biofertilizantes a partir do resíduo da graviola [*Annona muricata* L.] : uma opção sustentável ao descarte de resíduos para agroindústrias de polpa de frutas / Alisson Douglas da Silva... [et al.]. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 40,4 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Produto Técnico Educacional (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2025.

1. Produção de biofertilizantes. 2. Resíduo. 3. Compostagem. 4. *Annona muricata* L. I. Cavalcante, Marcelo. II. Maia, Stoécio Malta Ferreira. III. Dantas, Adrielly Cabral. IV. Pereira, Rodrigo Gomes. V. Brito, Kleber Santos. VI. Título

Andreia Gomes de Azevedo | Bibliotecária – CRB-4/AL-2164

SUMÁRIO EXECUTIVO

As agroindústrias de processamento de frutas atuantes na produção de polpa localizadas no Estado de Alagoas geram, anualmente, toneladas de resíduos orgânicos que são descartados em aterros sanitários, causando sobrecarga nos sistemas de coleta de lixo e nos aterros, além de impactos associados ao ambiente. Por esta razão, em parceria com a Cooperativa dos Agricultores Organizados (Coopeagro S/A), localizada em Maragogi/AL, buscou-se dar solução ao descarte de resíduos orgânicos, a partir do método da compostagem aeróbica.

Os produtos gerados da compostagem, biofertilizantes sólido (húmus) e líquido (chorume), devido sua composição organomineral, têm potencial para uso na agricultura, como adubo, podendo vir a ser um nicho de negócio que poderá trazer benefícios à região, por meio da geração de emprego e renda, tornando-se uma **Tecnologia Social**, de baixo custo de investimento inicial.

A partir de uma pesquisa iniciação tecnológica, vinculada ao PPGTEC/Ifal – Campus Marechal Deodoro (**aderência**), gerou-se este manual contendo as etapas e os utensílios/ferramentas para obtenção dos bioinsumos, tornando a **pesquisa inovadora** e aplicada neste segmento. A técnica de compostagem apresenta baixo nível de **complexidade** mesmo em nível industrial, permitindo sua **aplicabilidade** em agroindústrias, acarretando redução de impactos ambientais associados ao descarte de grandes volumes de resíduos orgânicos.

SUMÁRIO

1 Introdução	8
2 O que é Biofertilizante?	9
3 Quais as vantagens?	9
4 Como Fazer?	10
5 Considerações Finais	18
6 Referências	19

Apresentação

Este material foi cuidadosamente elaborado com o objetivo de aproveitar, a partir do método da compostagem aeróbica, os resíduos de graviola (*Annona muricata* L.) provenientes do processamento dos frutos, gerando o húmus e o chorume, aqui definidos como biofertilizantes sólido e líquido, respectivamente. Para este manual, buscou-se parceria com a agroindústria de fabricação de polpas de frutas Coopeagro (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados S/A), localizada na região do Litoral Norte de Alagoas, município de Maragogi. A partir de um variado portfólio de frutas (acerola, cajá, maracujá, abacaxi e goiaba) produzidas por seus cooperados (agricultores familiares), além de extratos importados (uva, manga, açaí), atuam no processamento, beneficiamento e comercialização de polpas nos Estados de Alagoas e Pernambuco.

Com as informações apresentadas, tem-se nas agroindústrias de processamento de frutas o público-alvo, tendo em vista os grandes volumes de resíduos orgânicos gerados anualmente, que são comumente descartados em aterros sanitários. Com a iniciativa proposta, inovadora, permitirá gerar um novo nicho de negócio, sustentável, dentro de conceitos da Economia Circular e de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovidos pela Organização das Nações Unidas.

Os produtos finais do processo de compostagem (biofertilizantes sólido e líquido), têm potencial para uso agrícola em diferentes segmentos, como na adubação orgânica direta, componente de substrato comercial ou na forma de adubo orgânico líquido, com benefícios para a produtividade do solo e das plantas. Adicionalmente, promove a economia de gastos com combustível e transporte pelas Prefeituras, a emissão de gases do efeito estufa, o aumento da vida útil de aterros sanitários, evita a contaminação do solo, água e da atmosfera, a proliferação de vetores e a contaminação humana.

Neste Manual, buscou-se trazer informações necessárias para obtenção do biofertilizantes a partir dos resíduos descartados do processamento da graviola, que é a espécie mais produzida e processada pela agroindústria Coopeagro, gerando grandes volumes de resíduos por ano, motivo pelo qual a empresa foi selecionada como parceira para construção do Produto Técnico-Tecnológico.

1 Introdução

A agroindústria brasileira é responsável por 5,9% do produto interno bruto (PIB), com atuação nas áreas de beneficiamento, na transformação dos produtos e no processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária (Embrapa, 2025). Contribuiu para este cenário o aumento do consumo per capita de frutas, in natura ou processada, e das exportações (Levy et al., 2022). Apesar do sucesso, o desafio para o setor da fruticultura é a redução de perdas, a menor geração de resíduos orgânicos e de impactos ambientais (Costa Neta et al., 2020).

Em 2018, estimou-se em 37 Mt de resíduos orgânicos descartados no Brasil, dos quais 0,34% foram compostados e, todo o resto, dispostos em aterros sanitários (73,3%), aterros controlados (11,8%) e em lixões (15,0%) (MIDR, 2021), causando danos ambientais (MMA, 2022). O setor de produção de sucos e polpas de frutas gera anualmente entre 30 e 40% de resíduo (casca, sementes, bagaço e fibras em base úmida), correspondendo a milhões de toneladas, os quais são descartados ou subutilizados (Nascimento Filho & Franco, 2015).

A decomposição de resíduos orgânicos gera gases (CO_2 , H_2S , CH_4) e lixiviados (NH_3^+ , compostos orgânicos xenobióticos) poluentes da atmosfera, do solo e da água (Iravanian & Ravari, 2020). Apesar de os aterros sanitários serem a opção menos poluente, sua função primária é receber resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin et al., 2022).

A forma mais comum de uso de resíduos orgânicos vegetais é na compostagem, produzindo composto orgânico para uso agrícola como biofertilizante sólido ou na composição de substratos para produção de mudas (Silva et al., 2019), podendo ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009 (MAPA, 2009).

A Coopeagro S/A (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados), aproximadamente 80% da sua receita é obtida a partir da produção de polpa de frutas de diferentes espécies. Anualmente são processadas, em média, 200 toneladas de graviola (*Annona muricata* L.), gerando, aproximadamente, 80 toneladas de resíduos que são descartados no aterro sanitário.

2 O que é Biofertilizante?

Os microrganismos decompositores (fungos e bactérias) obtêm na matéria orgânica a fonte de energia necessária para sua sobrevivência. O processo de compostagem aeróbica, sob condições controladas, permite que os produtos finais da decomposição (húmus e chorume), aqui conceituados como biofertilizantes, possam ser coletados e utilizados na agricultura.

Durante o processo de decomposição ocorre uma série de transformações, físico-químicas, no material compostado, gerando a produção de calor e água. A fração líquida, denominada chorume, tem sua origem no processo de respiração celular, do citoplasma celular (após o rompimento da membrana plasmática) e da água presente nos tecidos. Dissolvido no chorume é possível encontrar substância inorgânicas (minerais) e orgânicas, como aminoácidos, hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas) e substâncias húmicas, que controlam uma variedade de processos relacionados ao crescimento da planta, incluindo a absorção de macro e micronutrientes (Čabilovski et al., 2023). Portanto, tem potencial para uso em plantas, como adubo foliar, na fertirrigação ou em sistemas hidropônicos.

O húmus, biofertilizante sólido, de cor escura, rico em carbono orgânico e nutrientes, corresponde ao produto final da decomposição da matéria orgânica. Trata-se de um produto estável (pela falta de compostos energéticos que alimenta a biomassa microbiana), que poderá ser utilizada como adubo orgânico e na composição de substratos, reduzindo a importação desses insumos em estabelecimentos de produção de mudas.

3 Quais as vantagens

Com a produção de biofertilizante líquido, a partir de resíduos agroindustriais, poderá reduzir a dependência da agricultura por insumos importados, escassos devido as interrupções na cadeia de suprimentos causadas pela pandemia da Covid-19 e, mais recentemente, devido a guerra entre Rússia e Ucrânia (Hassen & Bilali, 2022). Poderá vir a ser uma alternativa aos sistemas sustentáveis de produção (Agroecológico e Orgânicos), os quais não dependem de insumos sintéticos. Além desses aspectos, os biofertilizantes poderão reduzir os problemas ambientais associados, além de agregar valor aos produtos, gerar emprego e renda, podendo aumentar a vida útil dos aterros e ainda, reduzir custos para as prefeituras.

4 Como Fazer?

4.1 Atenção

Equipamentos de proteção individual (luvas, máscaras) deverão ser utilizados em todo o processo, para evitar o contato com os compostos, pois sendo ricos em ácidos orgânicos, podem gerar irritação na pele e desconforto ao inalar.

4.2 Preparo da composteira

Neste Manual, utilizou-se caixas d'águas de 1000 L com tampa (para evitar água da chuva), com torneira acoplada na base (Figura 1A). Para facilitar a coleta do chorume e evitar entupimentos da torneira, colocou-se um cano de 100 mm com tela na parte superior (Figura 1B), dentro da caixa d'água.

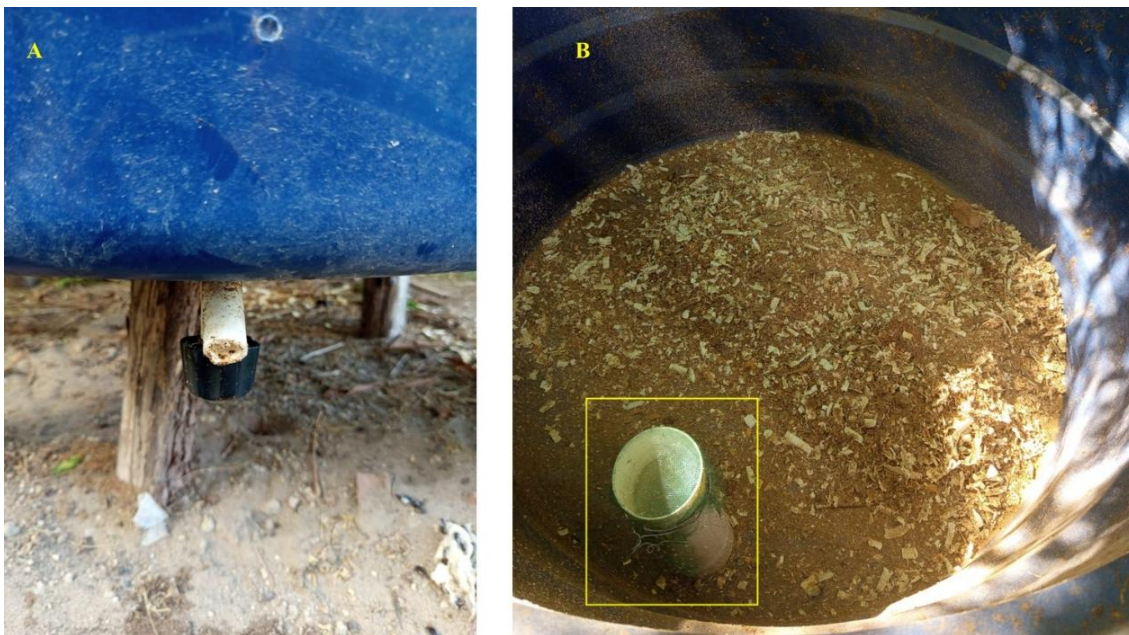


Figura 1. Disposição da torneira, para coleta do chorume (A) e disposição do cano com tela para evitar entupimento (B).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Recomenda-se que as composteiras estejam suspensas, com uma leve inclinação no sentido da torneira, para facilitar a coleta do chorume (Figura 1A; Figura 3B).

4.3 Preparo do composto

Para a produção do composto orgânico, utilizou-se resíduos de graviola (sementes, cascas, fibras e bagaço) os quais foram dispostos em camadas alternadas com serragem, na proporção

de 1:1 (v:v) (Figura 2A, Figura 2B) (*usar máscara e luvas*). Recomenda-se adicionar material humificado (material já compostado ou camada superficial de mata nativa) como forma de inocular fungos e bactérias decompositores (Figura 2C), para acelerar o processo.



Figura 2. Camadas alternadas de serragem (A) e resíduo da graviola (B), e material compostado para inoculação (C).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após o completo preenchimento da caixa d'água, cobre-se todo o composto com serragem (Figura 3A) e finaliza com o fechamento da caixa com a tampa (Figura 3B), para evitar a presença de insetos, que são atraídos pelo cheiro da fruta, além de evitar a água da chuva.



Figura 3. Cobertura do composto com serragem (A) e cobertura da caixa com tampa (B).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Semanalmente o composto precisa ser revolvido, com auxílio de uma enxada (Figura 4A), com cuidado para não danificar a caixa d'água, para que promova a oxigenação no interior do composto, além de impedir que a temperatura ultrapasse o limite máximo de 70°C. Do mesmo modo, o chorume deverá ser recolhido (*usar máscara e luvas*) e armazenado em bombonas abertas, em local ventilado (Figuras 4B e 4C), para que ocorra a decomposição dos resíduos orgânicos diluídos. Estas práticas evitarão que ocorra a decomposição anaeróbica, responsável pelo mau cheiro e a presença de larvas no composto, além de reduzir a qualidade final dos produtos.



Figura 4. Prática de revolvimento da composteira (A), coleta do chorume (B) e armazenamento (C). Fonte:
Elaborado pelos autores (2025).

Após, aproximadamente, 60 dias após o fechamento da composteira, os resíduos já estarão compostados. Porém, será observado que as sementes estarão intactas (Figura 5A). Por esta razão, torna-se necessário que o composto seja seco ao sol e triturado em máquina forrageira ou moinho martelo (Figura 5B), com peneira de 5,0 mm (*usar máscaras e luvas*), para expor o conteúdo interno das sementes, não acessados pelos microrganismos. Em seguida, todo material é levado a composteira, para um novo período de compostagem, período que leva, aproximadamente, 30 dias. É possível que sementes de menor tamanho, como a da goiaba, não necessite dessa etapa.



Figura 5. Composto após 60 dias, com a presença de sementes intactas (A) e trituração do composto seco (B).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.4 Produtos da compostagem

Aproximadamente 90 dias de compostagem, são obtidos o húmus (Figura 6A) e o chorume (Figura 6B), biofertilizantes estabilizados que poderão ser utilizados em práticas agrícolas.



Figura 6. Biofertilizantes sólido (húmus, A) e líquido (chorume, B) obtidos da compostagem de resíduo da graviola.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.5 Usos dos biofertilizantes

4.5.1 Biofertilizante sólido

O húmus apresenta propriedades organominerais (Silva et al., 2025) que conferem a propriedade de biofertilizante que poderá atuar como adubo ou condicionador do solo, aumentando os estoques de carbono, com reflexos nas propriedades químicas, físicas e biológicas. Outra possibilidade é explorar a produção de substrato, podendo ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009, gerando emprego e renda, além de contribuir com a preservação de recursos naturais (turfa, fertilizantes minerais), ao transformar materiais descartáveis e poluentes em co-produtos de valor agregado (Silva et al., 2022).

Sabe-se que o Estado de Alagoas não tem registrada nenhuma empresa ligada a produção de substratos orgânicos para produção de mudas. Portanto, considerando que as agroindústrias produzem grandes volumes de resíduos orgânicos, com periodicidades, permitirá a produção de composto em volume para fomentar o registro de patente e a comercialização, permitindo a redução de custos com este insumo, principalmente com frete dos substratos importados.

Diferentes concentrações de substratos contendo composto da graviola como principal matéria prima foram testadas (Figura 6), em que pôde-se observar efeito positivo sobre o índice de qualidade da muda (dados não publicados), indicando que o composto apresenta propriedades organomineral, promovendo crescimento radicular, parte aérea e formação de torrão, apresentando potencial para produção de substratos para mudas.

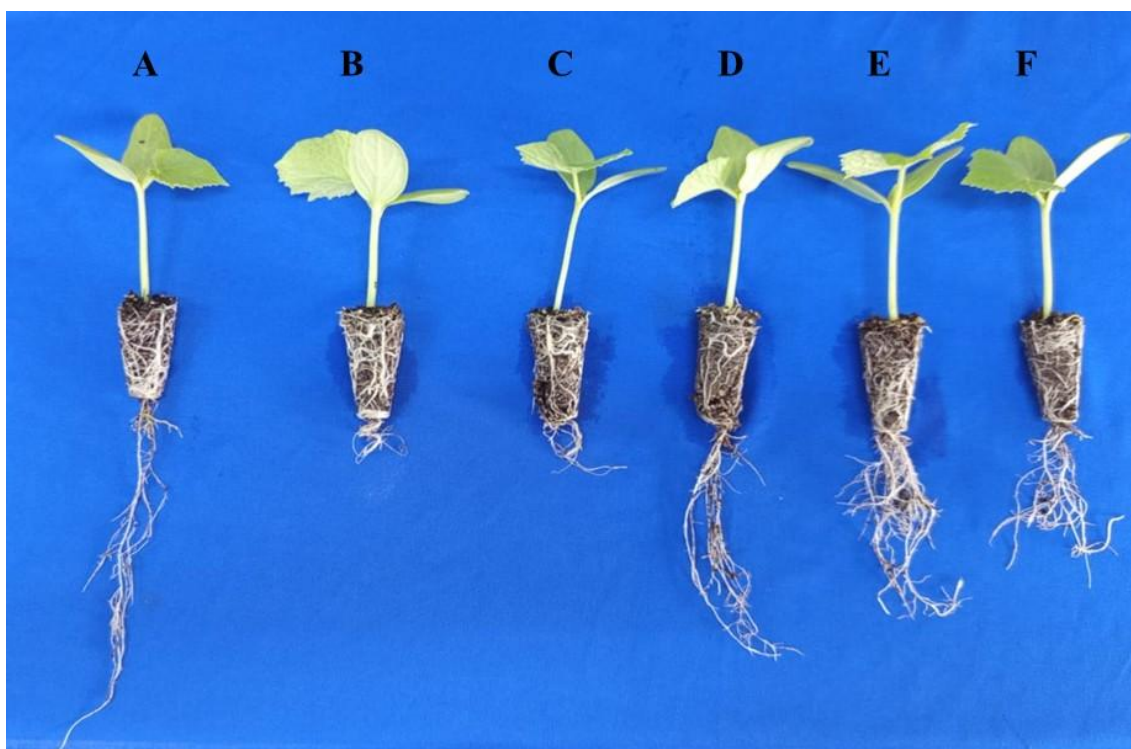


Figura 6. Composição de substratos na cultura do pepino: A a E) diferentes substratos com composto da graviola; F) substrato comercial Carolina Soil®.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após o processo de compostagem, o húmus poderá ser e utilizado na produção de húmus de minhoca, considerando a ausência de compostos tóxicos, promovendo aumento na qualidade nutricional do produto final.

4.5.2 Biofertilizante líquido

O chorume obtido durante o processo de compostagem apresenta propriedades organominerais, como a presença de substâncias húmicas e hormonais (Silva et al., 2025) capazes de controlar uma série de processos metabólicos nas plantas, incluindo a absorção de nutrientes (Čabilovski et al., 2023).

A aplicação de diferentes concentrações de chorume sobre o desempenho da alface cv.

Veneranda (Figura 7), conduzidas em condições de campo indicaram efeito positivo do chorume sobre a altura da planta, número de folhas, área foliar, teores de clorofila A, B e total, massas secas da parte aérea, das raízes e sobre a produtividade (dados não publicados), indicando que este bioinsumo tem potencial para uso na horticultura.



Figura 7. Avaliação preliminar de concentrações de chorume sobre alface (30 dias após o plantio): A) sem chorume; B) 40% de chorume diluído em água.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A legislação brasileira (IN nº 25/2020) classifica o chorume como bioinsumo (biofertilizante), pois apresenta compostos bioativos capazes de promover respostas em plantas e microorganismos (MAPA, 2020). A partir do Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto nº 10.375/2020) e de linhas de crédito (Plano Safra e BNDES AGRO), é prevista a produção e comercialização, desde que atendidas a legislação de rotulação (IN nº 61/2020) e do enquadramento da empresa como produtora e comercializadora do bioinsumo (Decreto nº 4.954/2004). Portanto, trata-se de um bioinsumo que potencial para uso agrícola, podendo vir a ser usado em aplicações foliares (diluído em água), na fertirrigação ou em sistemas hidropônicos.

5 Considerações Finais

Os resíduos sólidos orgânicos consistem em problema em nível global, considerando os grandes volumes gerados diariamente e as poucas iniciativas para reduzir, tanto sua produção quanto seu uso em processos produtivos.

Neste Manual, buscou-se apresentar a compostagem como alternativa ao descarte de resíduos da agroindústria da polpa de fruta, tomando como referência a graviola. Trata-se de uma tecnologia de baixo custo de implementação, amparada nos conceitos da Economia Circular, que recomenda a reciclagem dos resíduos, a partir da produção de novos produtos e da agregação de valor a materiais com alto potencial de poluição.

Os biofertilizantes sólido e líquido poderão ser utilizados como insumos agrícolas, considerando suas propriedades organominerais. O húmus poderá ser aplicado diretamente no solo, na adubação (fundação ou cobertura) ou como condicionador do solo (atuando nos estoques de carbono), mas também, poderá ser empregado na produção de substratos para produção de mudas. Do mesmo modo, o chorume poderá ser empregado em adubações foliares, em sistemas de fertirrigação ou hidroponia.

A adoção da compostagem como alternativa ao descarte, em agroindústrias de polpa de frutas poderá vir a ser um nicho de negócio sustentável, que apresenta demanda do setor produtivo, podendo desenvolver a região, gerando emprego e renda, além de reduzir custos, atuando de forma direta na mitigação de impactos sociais, econômicos e ambientais.

6 Referências

ČABILOVSKI, R.; MANOJLOVIĆ, M.S.; POPOVIĆ, B.M.; RADOJČIN, M.T.; MAGAZIN, N.; PETKOVIĆ, K.; KOVAČEVIĆ, D.; LAKIĆEVIĆ, M.D. Vermicompost and vermicompost leachate application in strawberry production: impact on yield and fruit quality. **Horticulturae**, v. 9, n. 3, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030337>.

COELHO, A.F.F.; VILHENA, A.C.S.; TAVARES, B.P.; ALMEIDA, M.R. A compostagem como prática de educação ambiental e inovação social. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 92-109, 2022. <https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.13357>.

COSTA NETA, C.M.; MARTINS, A.K.V.; AMORIM, D.J. Perdas pós-colheita e destinação final de frutas em segmentos comerciais de Teresina (PI). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 440-453, 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0034>.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ciência que transforma: Agroindústria**. 2025. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>>. Acesso em: 14 Fev. 2025.

HASSEN, T. B.; BILALI, H. E. Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: Towards More Sustainable and Resilient Food Systems? **Foods**, v. 11, n. 15, e2301, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>.

IRAVANIAN, A.; RAVARI, S.O. Types of contamination in landfills and effects on the environment: a review study. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 614, p. e012083, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012083>.

KAMARUDDIN, M.A.; NORASHIDDIN, F.A.; YUSOFF, M.S.; HANIF, M.H.M.; WANG, L.K.; WANG, H.S. Sanitary landfill operation and management. **Solid Waste Engineering and Management**, v. 23, p. 525–575, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_8.

LEVY, R.B.; ANDRADE, G.C.; CRUZ, G.L.; RAUBER, F.; LOUZADA, M.L.C.; CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Três décadas da disponibilidade domiciliar de alimentos segundo a NOVA – Brasil, 1987–2018. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 8, p. 1-20, 2022. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004570>.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 25/2009**. 2009. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em: 14 Abr. 2025.

MIDR: Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/rs>>. Acesso em: 02 Fev. 2025.

MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022. 209p.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; SOUZA, I.C.; ROCHA, L.D.; DUARTE, I.D.; MARTINS, I.O.; DOBBSS, L.B.; CARNEIRO, M.T.W.D.; FERNANDES, M.N.; MTSUMOTO, S.T. Effects of humic acids from landfill leachate on plants: An integrated approach using chemical, biochemical and cytogenetic analysis. **Chemosphere**, v. 118, p. 309-317 2017. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.007>.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>.

SILVA, A.D.; DANTAS, A.C.; OLIVEIRA, E.F.; BRITO, K.S.; CAVALCANTE, M. Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola na produção do milho verde. **Caderno Pedagógico**, v. 22, p. 1-17, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n7-082>.

SILVA, J.L.T.; CAVALCANTE, M.; BARROS, J.A.S.; COSTA, J.G.; SANTOS, M.A.L. Technical feasibility of the use of sludge from the water treatment plant in lettuce production. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3886, 2022. <https://doi.org/10.14295/CS.v14.3886>.

SILVA, L.G.F.; SALES, R.A.; ROSSINI, F.P.; VITÓRIA, Y.T.; BERILLI, S.S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 1, p. 18-27, 2019. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n1p18-27>.