

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - CAMPUS MARAGOGI
GRADUAÇÃO TECNOLÓGICA EM HORTICULTURA

ADRIELLY CABRAL DANTAS

**PRODUÇÃO E USO DE BIOESTIMULANTE LÍQUIDO DO RESÍDUO DA
GRAVIOLA NO DESEMPENHO DA ALFACE EM MARAGOGI - ALAGOAS**

MARAGOGI - AL

2026

ADRIELLY CABRAL DANTAS

PRODUÇÃO E USO DE BIOESTIMULANTE LÍQUIDO DO RESÍDUO DA GRAVIOLA
NO DESEMPENHO DA ALFACE EM MARAGOGI - ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior Tecnológico em Horticultura
do Ifal/Campus Maragogi como requisito para
a obtenção do título de Tecnóloga em
Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cavalcante

MARAGOGI

2026



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maragogi
Biblioteca Prof^a. Terezinha Ferreira Xavier

631.875

D192p Dantas, Adrielly Caral.

Produção e uso de bioestimulante líquido do resíduo da graviola no desempenho da alface em Maragogi - Alagoas / Adrielly Cabral Dantas. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 800 KB). – 2026.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Cavalcante.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior Tecnológico em Horticultura) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Maragogi*, Maragogi, 2026.

1. *Annona muricata*. 2. *Lactuca sativa*. 3. Agroindústria
4 Bioinsumo. 5 Chorume. I. Título.

ADRIELLY CABRAL DANTAS

PRODUÇÃO E USO DE BIOESTIMULANTE LÍQUIDO DO RESÍDUO DA GRAVIOLA
NO DESEMPENHO DA ALFACE EM MARAGOGI - ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior Tecnológico em
Horticultura, do Instituto Federal de Alagoas,
Campus Maragogi, como requisito parcial para
a obtenção de grau de Tecnólogo em
Horticultura.

Aprovado em 14 de Janeiro de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Cavalcante (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas - Ifal

Prof. Dr. Klebson Santos Brito
Instituto Federal de Alagoas - Ifal

MSc. José Luís Tavares da Silva
Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados - Coopeagro

*Dedico este trabalho à Joene Cabral e a
Moisés Santos, meus pais, amigos, porto
seguro, incentivadores e impulsionadores, que
sempre torceram e rezaram por mim ao longo
desta jornada, recebam esta homenagem como
forma de gratidão, carinho, respeito e muito
amor.*

AGRADECIMENTOS

Ao autor do princípio meio e fim, a esperança que nunca decepciona, Nosso Senhor Jesus Cristo e a sua Santa Mãe, que me concederam a graça de realizar o presente trabalho e de ser instrumento útil a serviço dos outros por meio da minha formação.

Ao cabra arretado que tive a honra de tê-lo como orientador, Dr. Marcelo Cavalcante, pela oportunidade, paciência, paternidade, carinho, respeito, amizade, confiança e acima de tudo por acreditar em mim e apostar no meu desempenho acadêmico enquanto aluna do Curso Superior Tecnológico em Horticultura. Sou grata por sua vida e por ter me guiado com grande maestria neste lindo caminho trilhado até aqui, assim como a missão em assumir o compromisso de orientar, ensinar e inspirar pessoas com a nobre função de docente do Instituto Federal de Alagoas.

Aos meus pais, Joene Coelho Cabral Silva, Almir José Ramos e Moisés Santos, pelo exemplo de vida, valores, dignidade e amor pela profissão e para com o próximo.

Aos colegas voluntários, Jobson Taylor Buarque, Jackson Alves, Tamires Vitória Souza, José Fábio dos Santos, Yasmim Vitória Dias e a Gabrielly Guimarães, pelo esforço, comprometimento e dedicação em realizar com êxito as atividades relacionadas ao presente trabalho.

A Cooperativa de Pequenos Agricultores Organizados (Coopeagro), na pessoa do Sr. José Luiz Tavares e Marcos Reis que, enquanto gestores, disponibilizaram o resíduo da graviola para preparação das composteiras e produção do biofertilizante líquido.

Ao CNPq pela concessão da bolsa concessão de bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em nível de Graduação, assim como Instituto Federal de Alagoas, Campus Maragogi, pela estrutura, financiamento para a realização do projeto e para minha permanência no curso.

A toda a minha família e amigos em especial a Sra. Maria Nazaré Ferreira de Lima, Maria do Carmo Lima de Oliveira Cavalcante, Edilene dos Santos, Edvane do Nascimento, Danielle Nascimento, Risely Nascimento, Lislely Caetano, Chrislayne Buarque, Mirelly dos Santos, Marcos Paulo dos Santos, Luís Fernando Cabral, Joana Darca Coelho Cabral, Flavio Cavalcante, Erick Pimentel, Maria Nadege dos Santos, Andrea Maria da Silva, Danielle Costa e Márcio Cruz pelo carinho, amizade, apoio, suporte, orações, palavras de conforto, pelo incentivo constante e muito amor e respeito durante toda minha trajetória acadêmica, a vocês meu muito obrigada.

“Sábio é aquele que ensina o que sabe e pratica o que se ensina.” Pois bem, a todos os docentes, em especial Alexandre Nascimento, Vanessa Melo, Klebson Brito, Izonaldo Dias,

Francisco Xavier e Anne Francially, por tanto zelo, amor e cuidado em ensinarem com grande maestria seus conhecimentos, que foram fundamentais para a minha formação acadêmica e pessoal.

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma...”

(Antoine Laurent Lavoisier, 1789)

RESUMO

As agroindústrias de polpas de frutas geram, anualmente, expressivo volume de resíduos sólidos orgânicos que, na maioria das vezes, são descartados em aterros sanitários, causando impactos ao meio ambiente. A compostagem é a principal alternativa que vem sendo adotada ao descarte, gerando o chorume, líquido com composição química que poderá favorecer o desenvolvimento de espécies agrícolas, portanto, com potencial uso na agricultura, com reflexos econômicos, sociais e ambientais. Portanto, esta pesquisa objetivou determinar a composição química e a concentração do chorume (biofertilizante líquido), proveniente de resíduos do processamento da graviola, que promova o desempenho produtivo e fisiológico da alface cv. Veneranda. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (0% - controle, 10, 20, 30 e 40% de biofertilizante diluído em água) e quatro blocos. A composição química do chorume indicou 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). A aplicação promoveu efeito linear ($p < 0,05$) sobre a altura da planta, número de folhas, área foliar, clorofila total e massa da parte aérea. Efeito quadrático foi observado para o índice de 'clorofila a' ($X_{\text{máx.}} = 15,58\%$; $\hat{Y}_{\text{máx.}} = 22,31$), 'clorofila b' ($X_{\text{máx.}} = 25,10\%$; $\hat{Y}_{\text{máx.}} = 5,66$), massa seca da parte aérea ($X_{\text{máx.}} = 24,98\%$; $\hat{Y}_{\text{máx.}} = 5,77\text{g/planta}$) e da raiz ($X_{\text{máx.}} = 22,67\%$; $\hat{Y}_{\text{máx.}} = 0,80\text{g/planta}$), indicando que 22% de chorume apresenta propriedades promotoras de crescimento das plantas. A composição química do chorume obtido do processo de compostagem do resíduo da graviola e serragem apresenta concentrações de macro e micronutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico e substância húmicas de alta magnitude, exercendo influência positiva sobre os componentes biométricos e fisiológicos da alface, podendo portanto ser utilizado como biofertilizante líquido, sendo uma forma alternativa sustentável e economicamente viável tanto para a agricultura orgânica quanto para a agricultura familiar.

Palavras-chave: *Annona muricata*, *Lactuca sativa*, agroindústria, bioinsumo, chorume.

ABSTRACT

Fruit pulp processing industries generate a significant volume of organic solid waste annually, which is mostly disposed of in landfills, causing environmental impacts. Composting is the main alternative being adopted for disposal, generating leachate, a liquid with a chemical composition that can favor the development of agricultural species, therefore having potential use in agriculture, with economic, social and environmental impacts. Therefore, this research aimed to determine the chemical composition and concentration of leachate (liquid biofertilizer), from soursop processing waste, that promotes the productive and physiological performance of lettuce cv. Veneranda. The experiment was set up in a randomized block design, with five treatments (0% - control, 10, 20, 30 and 40% biofertilizer diluted in water) and four blocks. The chemical composition of the slurry indicated high 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 (1,054.4 mg/L) acids. The application promoted a linear effect ($p < 0.05$) on plant height, number of leaves, leaf area, total chlorophyll, and shoot mass. A quadratic effect was observed for the index of 'chlorophyll a' ($X_{\max.} = 15.58\%$; $\hat{Y}_{\max.} = 22.31$), 'chlorophyll b' ($X_{\max.} = 25.10\%$; $\hat{Y}_{\max.} = 5.66$), shoot dry mass ($X_{\max.} = 24.98\%$; $\hat{Y}_{\max.} = 5.77\text{g/plant}$) and root dry mass ($X_{\max.} = 22.67\%$; $\hat{Y}_{\max.} = 0.80\text{g/plant}$), indicating that 22% of slurry has plant growth-promoting properties. The chemical composition of the slurry obtained from the composting process of soursop residue and sawdust presents high concentrations of macro and micronutrients, organic matter, organic carbon, and humic substances, exerting a positive influence on the biometric and physiological components of lettuce. Therefore, it can be used as a liquid biofertilizer, representing a sustainable and economically viable alternative for both organic and family farming.

Key words: *Annona muricata*, *Lactuca sativa*, agroindustry, bioinput, slurry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Tabela 1. Composição química do composto orgânico líquido da graviola.	13
Tabela 2. Avaliação de concentrações de chorume do resíduo do processamento da graviola compostado.	14

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Resíduos orgânicos	4
2.2 Compostagem	5
2.3 Biofertilizante líquido	7
2.4 Alfaca	8
3 OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo geral	10
3.2 Objetivos específicos	10
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1 Caracterização química do chorume	13
5.2 Efeito do chorume sobre caracteres biométricos e fisiológicos da alfaca	15
6 CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
ANEXOS	28

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, 2023). 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, da 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 e, de forma inadequada, em lixões, 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). Do mesmo modo, em cidades praianas, Dias *et al.*, (2019), estimaram que 70% do lixo é composto por casca de coco que, ao serem descartados de forma inadequada, atraem e contribuem com a proliferação de vetores de doenças.

A função primária do aterro sanitário é aceitar resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin *et al.*, 2022), considerando que a presença de resíduos orgânicos gera gases (CO_2 , H_2S , CH_4) e lixiviados (NH_3 , metais pesados, compostos orgânicos xenobióticos) poluentes da atmosfera, solo e água (Iravanian & Ravari, 2020). 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 poderão ser insumos que, quando introduzidos em processos produtivos, reduzem custos, transformam materiais descartáveis e poluentes em co-produtos de valor agregado, que preservam os recursos naturais (Silva J., *et al.*, 2022).

A forma mais comum de uso de resíduos orgânicos vegetais é na compostagem, produzindo composto orgânico para uso agrícola como fertilizante ou na composição de substratos para produção de mudas (Silva *et al.*, 2019), podendo ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009 (MAPA, 2009). 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 animal (Pazdiora *et al.*, 2019), 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 escuro que contém substâncias inorgânicas (minerais) e orgânicas, como a auxina, giberelinas, citocininas e ácidos húmicos que controlam uma variedade de processos relacionados ao crescimento da planta, incluindo a absorção de macro e micronutrientes, podendo, portanto, ser utilizado como biofertilizante líquido (Čabilovski *et al.*, 2023). Resultados obtidos para diferentes espécies indicaram concentração de chorume variando entre 5 e 25% (Lopes *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020).

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 produto (Decreto nº 4.954/2004).

Na mesma linha, há um crescimento exponencial no uso e registros de bioinsumo com o crescimento médio de 26% nas safras de 2024/2025, nos segmentos de controle biológico, bioestimulante e biofertilizantes (Blink/Crope life Brasil, 2025). De acordo com pesquisas divulgada no ano de 2023 pela CropLife e S&P Global estima-se que até 2030 o valor projetado será de 17 bilhões para o mercado de bioinsumos, consolidando o Brasil como um dos principais países que utilizam tecnologias sustentáveis no agronegócio (Embrapa, 2023).

A gravioleira (*Annona muricata* L.), pertencente à família Annonaceae, é originária da América Tropical (São José *et al.*, 2014), com produção concentrada na região Nordeste do Brasil (85,7%). Em Alagoas, 64,6% da produção (374 mil frutos) ocorre no município de Maragogi, por agricultores familiares (IBGE, 2020), sendo comercializada in natura ou processada na forma de polpa de frutas pela Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados (Coopeagro S/A). Anualmente são processadas, em média, 200 toneladas de graviola, gerando, aproximadamente, 80 toneladas de resíduos (casca, sementes e fibras) que são descartados no aterro sanitário.

Com a produção de biofertilizante líquido, a partir dos resíduos da graviola, é possível reduzir os problemas ambientais associados, agregar valor ao produto, gerar emprego e renda,

aumentar a vida útil dos aterros e ainda, reduzir custos para as prefeituras (com coleta, transporte e valor pago ao consórcio responsável pela administração do aterro).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos orgânicos

Em 2022, o Brasil chegou a gerar cerca de 81 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em que 40% deste material foi descartado em aterros sanitários irregulares e de forma inadequada em lixões em que aproximadamente entre 3 a 4% foram compostados (ABRELP, 2022). De acordo com o MMA (2025), os resíduos orgânicos correspondem a 45% do valor total dos resíduos sólidos urbanos, gerados principalmente de atividades agropecuárias e industriais.

A agroindústria brasileira é um dos destaques no agronegócio, a qual é responsável pelo processamento, transformação e beneficiamento dos produtos de origem animal e vegetal (Maciel *et al.*, 2024). Os resíduos agroindustriais são aqueles gerados através de processos do setor industrial e, pela Lei nº 12.305/2010 que dispõe sobre a periculosidade, são classificados como não perigosos, permitindo e incentivando o aproveitamento, processamento e a transformação destes resíduos em subprodutos sustentáveis (bioinsumos) com potenciais para uso agrícola e na alimentação humana e animal (Souza *et al.*, 2023).

As agroindústrias de polpas de frutas geram 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). O descarte inadequado destes resíduos (lixões) resulta em danos gravíssimos ao meio ambiente e a sociedade, tendo em vista que durante o processo de decomposição de resíduos orgânicos ocorre a liberação de 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), contribuindo com o aumento do efeito estufa, proliferação de vetores e disseminação de doenças (Silva *et al.*, 2025).

É válido ressaltar que, apesar do aterro sanitário ser a opção menos poluente de descarte, devido aos volumes expressivos de resíduos orgânicos é considerado a terceira maior fonte de emissões antropogênicas de metano (Markgraf & Kaza, 2016), gás de elevado potencial de aquecimento global (Abreu *et al.*, 2024). Além disso, a presença destes resíduos reduz o espaço e a vida útil dos aterros e geram custos (administração, coleta e transporte do material) para as prefeituras (Reis & Freitas, 2024).

De acordo com a lei 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) capítulo II, Art 7 propõem que a gestão e o funcionamento dos resíduos sólidos devem atender às seguintes prioridades: não geração, redução, reutilização, reciclagem e

tratamento dos resíduos sólidos, assim como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. No capítulo V da mesma, estabelece a responsabilidade aos estabelecimentos comerciais e não comerciais a elaboração de um planejamento para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Além disso, é mencionada a instituição de linhas de financiamento visando o fomento ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas à gestão ambiental e ao reaproveitamento dos resíduos (Art 42).

2.2 Compostagem

A Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados (Coopeagro S/A) é responsável pelo processamento e beneficiamento de polpas de frutas. Anualmente, processa, em média, cerca de 200 toneladas de graviola, gerando, aproximadamente, 80 toneladas de resíduos (cascas, sementes e fibras) que são descartados em aterro sanitário. Tendo em vista o expressivo volume gerado e diante dos problemas socioambientais causados pelo descarte inadequado destes resíduos, surge a necessidade de buscar alternativas que visem a reciclagem dos resíduos orgânicos gerados no processo produtivo de polpa de frutas.

A compostagem surge como uma solução ambientalmente correta (Amaral *et al.*, 2024), sendo a forma mais econômica e simples, justificando o fato de ser o método mais utilizado no tratamento de resíduos orgânicos, podendo ser uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos produzidos pela agroindústria de polpa de frutas. No processo ocorre a decomposição biológica dos resíduos orgânicos, realizado por macro e microrganismos, que em condições aeróbicas e termofílicas realizam transformações físicas e bioquímicas do material orgânico, transformando em húmus, material bioestabilizado que contribui com a liberação das substâncias húmicas que além de aumentarem o rendimento das plantas (Ercan & Kose, 2022), atuam na ciclagem de nutrientes e na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológico do solo (Soares *et al.*, 2025; Höfig *et al.*, 2021).

Os microrganismos que atuam no processo de degradação dos resíduos são fungos (leveduras), bactérias e actinomicetos, em que uma diversidade destes atuam em diferentes etapas da compostagem (Santos *et al.*, 2022). A compostagem é definida pela temperatura, tendo em vista que é fator de aparecimento e predominância dos microrganismos (Silva M., *et al.*, 2022). O processo é dividido nas fases mesofílica onde se encontram fungos resistentes a 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); onde ocorre reações bioquímicas de oxidação intensas (Lins *et al.*, 2025) e a maturação, caracterizada pela estabilização/humificação (Insam & Bertoldi., 2007).

O início do processo de compostagem é caracterizado pela fase mesofílica acompanhada pelo aumento da temperatura em função da biodegradação, em que os microrganismos reduzem e os termófilos por serem sempre ativos aceleram a degradação da matéria orgânica, ocasionando o aumento gradativo da temperatura e consequentemente a morte de patógenos (Piveta *et al.*, 2024). É válido ressaltar que para que o êxito do processo depende do controle da temperatura, umidade, relação carbono/nitrogênio (C/N), concentração de oxigênio da composteira, granulometria do material e do pH (Oliveira *et al.*, 2024).

A composição química e física do húmus depende do tipo de material orgânico utilizado, do tipo de composteira e do manejo utilizado (Ribeiro *et al.*, 2025), a qual apresenta grande potencial de produção de substrato para a produção de mudas (Rodrigues *et al.*, 2024). Rivera & Souza (2021), avaliando a eficiência do húmus e do chorume de resíduos orgânicos sobre a produção de alface crespa, observaram que os maiores crescimentos das plantas foram associados ao uso do composto orgânico, o qual ofereceu melhores condições de disponibilidade de nutrientes e água para a cultura.

Diante do expressivo volume de resíduos orgânicos gerados anualmente para diferentes espécies durante o processamento da polpa da fruta, com frequência, é possível produzir e escalonar a produção de substrato o ano todo. Por serem os resíduos caracterizados 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 J., *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).

Dessa forma, o uso de compostagem surge como alternativa de tratamento dos resíduos orgânicos que são destinados aos aterros sanitários, tornando-se uma opção sustentável para as agroindústria de processamento de polpa, que além de gerar emprego e renda, possibilitará o aumento da vida útil dos aterros, redução dos custos para produtores (na aquisição de substratos comerciais importados) e para prefeituras (com transporte), a dependência por insumos não

renováveis dos substratos (turfa e fertilizantes sintéticos) e, quando aplicados no solo, promovem benefícios às suas propriedades, com aumento da produtividade agrícola.

2.3 Biofertilizante líquido

A função primária dos aterros sanitários é receber resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin *et al.*, 2022). Tendo em vista que os resíduos orgânicos classificados como não perigosos sob a Lei nº 12.305/2010 podem ser processados e transformados em matéria prima é permitido o uso em processos produtivos (Silva J., *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). Sendo assim a necessidade de envolver resíduos de frutas em um processo de reutilização positiva, tanto para o meio ambiente quanto para o comércio, surgindo como um novo nicho de mercado tanto para agroindústrias quanto para produtores que normalmente descartam esses resíduos em aterros sanitários.

Tanto em pequenos espaços quanto a nível industrial, o processo de compostagem demonstra-se eficaz no tratamento e na transformação da matéria orgânica em húmus ou composto orgânico (Lima Júnior *et al.*, 2017). Através das fases que aumenta (mesofílica e termofílica) a umidade em decorrência da liberação de água das mitocôndrias, devido à respiração da biomassa microbiana, ocorre um aumento na temperatura do composto. Todo conteúdo citoplasmático é liberado no meio com a morte das células e o respectivo rompimento de suas membranas plasmáticas (Čabilovski *et al.*, 2023). O chorume, portanto, nada mais é que o acúmulo da água dos tecidos celulares juntamente com o conteúdo citoplasmático que é liberado nesse processo de morte das células, possuindo moléculas orgânicas e inorgânicas.

Sob condições não controladas, como é o caso do descarte da matéria orgânica realizado nos aterros sanitários, esse material se perde pelo solo, por meio de lixiviação ou percolação (Gouveia & Prado., 2010). Em lixões torna-se possível observar uma probabilidade alta do alcance desse líquido com tanto potencial, em rios, ou lençóis freáticos o que pode acarretar contaminação ambiental, que compromete a saúde humana e o meio ambiente (Soares *et al.*, 2024).

Biofertilizantes líquidos (chorume) e sólidos (húmus) são obtidos em condições controladas a partir da compostagem, utilizando-se do reaproveitamento de resíduos orgânicos que inicialmente seriam descartados nos aterros sanitários pelas agroindústrias em

consideráveis volumes, e que utilizados de maneira mais produtiva podem controlar uma grande variedade de atividades no processo de crescimento de plantas, pois apresentam níveis relevantes de nitrogênio e carbono, aumentam a atividade da proteína integral da membrana que está diretamente ligada a produção de energia (H-ATPase) além de aumentar também a atividade enzimática, podendo então serem utilizados como fertilizante uma vez que proporcionam, além de tudo isso, macro e micronutrientes ao crescimento de diversas culturas (Morozesk *et al.*, 2017).

Biofertilizantes específicos poderão ser obtidos através da padronização de produtos, através do processamento de frutas específicas como manga, caju ou graviola por exemplo, pelas agroindústrias de polpas de frutas, sendo uma provável nova fonte de renda adicional. A produção de húmus e biofertilizantes específicos advindos da compostagem controlada dos resíduos orgânicos gerados na produção das polpas poderá apresentar inúmeras vantagens comerciais e ambientais.

2.4 Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) originária do mediterrâneo, pertencente à família Asteraceae (Wei *et al.*, 2024), destaca-se entre as olerícolas por sua importância socioeconômica (Gonçalves & Almeida., 2025), sendo classificada como a hortaliça folhosa mais cultivada e consumida no mundo em função da facilidade de plantio, ciclo curto e adaptabilidade às condições edafoclimáticas, assim como por sua importância nutricional e facilidade de acesso pela população, respectivamente (Mota *et al.*, 2021). A hortaliça é consumida in natura, sendo uma fonte rica em vitaminas (A, B1 e B2), vitamina C e sais minerais, possui baixo valor calórico e conta com a presença de compostos de ação antioxidante, que auxiliam no combate aos radicais livres do corpo e na regulação de açúcar no sangue (Cunha *et al.*, 2024).

No Brasil a espécie está presente em diversos estados e ocupa uma área de cerca de 35 mil hectares, caracterizada pela produção intensiva, principalmente por agricultores familiares, contribuindo com a geração de emprego e renda, com fortalecimento e valorização da agricultura familiar, bem como na permanência do homem no campo (Prado *et al.*, 2025).

A alface é a hortaliça mais consumida e produzida no país, com destaque para a variedade crespa (Figura 1.) que ocupa 70% do mercado consumidor, seguida dos grupos americana (15%) e lisa (10%), respectivamente (Suinaga *et al.*, 2013). O ciclo da espécie é considerado curto, varia entre 45 e 60 dias, a depender da cultivar (Athahydes *et al.*, 2023), característica

que além de ter possibilitado o cultivo em qualquer época do ano, proporciona ao produtor uma fonte de renda relativamente rápida. É válido ressaltar que o sucesso (produtividade) da cultura está diretamente ligado a adubação, tendo em vista as exigências nutricionais principalmente, potássio e nitrogênio, pois ambos atuam no crescimento vegetativo, acúmulo de fotoassimilados e no aumento da área foliar (Lima Neto *et al.*, 2024).

A nutrição equilibrada além de aumentar o rendimento e a qualidade final do produto, contribui para o aumento da resistência das plantas ao ataque de patógenos (Santiago *et al.*, 2025). Apesar da aplicação de fertilizantes químicos na produção de alface ser positiva e com melhorando a produtividade, vale ressaltar que o uso indiscriminado destes minerais pode afetar a qualidade do produto, podendo até causar danos à saúde humana, além de aumentar os custos de produção (Santos *et al.*, 2024).

Tendo em vista a crescente demanda por alimentos saudáveis, a busca por eficiência sustentável na produção agrícola e a preocupação com o meio ambiente e o bem das gerações futuras (Maciel *et al.*, 2025) , assim como reduzir a dependência dos agricultores a insumos importados, surge a tendência nítida de valorização da qualidade dos produtos de origem vegetal, justificando a necessidade de se buscar estratégias que minimizem os impactos causados pelas práticas realizadas no plantio convencional (Linhares *et al.*, 2025), o que impulsiona o desenvolvimento de pesquisas que visam o uso de bioinsumos como alternativa na produção orgânica e agroecológica da alface.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Esta pesquisa objetivou a caracterização química do chorume proveniente de resíduos do processamento da graviola e seu efeito sobre o desempenho produtivo e fisiológico da alface cv. Veneranda.

3.2 Objetivos específicos

1. Realizar a caracterização química do bioestimulante;
2. Avaliar o efeito das concentrações de chorume sobre caracteres morfoagronômicos e fisiológicos da alface cv. Veneranda.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em ambiente protegido no Ifal/Campus Maragogi no biênio 2024/2025. A área encontra-se sob as coordenadas 8° 56' 42" S e 35° 10' 25" W, a 27 m ao nível do mar. O clima da região é do tipo 'As', quente com chuva de inverno, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa do ar de 27°C, 1.144 mm e 80%, respectivamente (Climate-Data, 2024).

A pesquisa foi realizada em duas etapas: 1ª) produção dos biofertilizante líquido, a partir da compostagem de resíduos da produção de polpa da graviola, tendo em vista o expressivo volume processado anualmente pela agroindústria Coopeagro S/A, juntamente com maravalha de serraria (resíduo sólido gerado da produção de móveis); 2ª) avaliação das concentrações do biofertilizante líquido sobre o cultivar de alface Veneranda.

O biofertilizante foi obtido utilizando-se caixas d'água de 1000 L (com tampa), com torneira acoplada na base, em que os resíduos de graviola (sementes, cascas, fibras e bagaço) foram 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. Semanalmente, durante o período de compostagem, o chorume foi recolhido e armazenado em bombas de 100 L.

Na fase 2, o experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizado, com cinco tratamentos (0% - controle, 10, 20, 30 e 40% de biofertilizante diluído em água) com quatro blocos. A parcela foi formada por 16 plantas, considerando as quatro centrais como área útil e, as demais, bordadura, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m, com densidade de 50 mil plantas/ha (Barros & Cavalcante, 2022).

O preparo do solo foi manual e, antes do plantio, foi realizada a análise química do solo, descrita a seguir: pH (água), 6,3; P, 7,9 mg/dm³; K, 0,09 cmol_c/dm³; H + Al, 1,1 cmol_c/dm³. Foi realizada a adubação de fundação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), sendo aplicado o equivalente a 30 kg N/ha (ureia); 120 kg de P₂O₅/ha (superfosfato simples) e 90 kg K₂O/ha (cloreto de potássio). Aos 15 dias após o plantio foi realizado adubação em cobertura, aplicando-se 40 kg N/ha (Cavalcanti, 2008). O plantio foi realizado no dia 13 de fevereiro de 2025. O controle das plantas daninhas foi feito manualmente. A irrigação foi realizada com o auxílio de um sistema de irrigação por microaspersão, com vazão de 58 L/h, três vezes ao dia, por um período de 20 minutos. Aplicou-se 50 mL da solução de cada tratamento por planta, na área de projeção da copa, três vezes por semana, às 10h.

Amostra de 500 mL de chorume foi conduzida ao laboratório para caracterização química, para determinação do pH (água), utilizando-se 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 200022; 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.

As variáveis analisadas foram a altura da planta e o diâmetro da cabeça (cm, com auxílio de uma trena graduada), comprimento (C) e largura (L) da folha (cm, com auxílio de uma trena), massa fresca e massa seca da parte aérea da raiz (utilizando balança digital e estufa de circulação forçada a 65°C até massa constante) em quatro plantas da área útil da parcela. A partir da Equação 1, foi estimada a área foliar da alface (cm²)²⁴:

$$AF = C \times L \times 0,7458$$

Avaliou-se ainda o índice de clorofila (CHL) ‘CHL a’ e ‘CHL Total’, obtidos por meio do equipamento clorofilômetro portátil (Clorofilog CFL 2060, Falker®), em quatro 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, aplicando-se regressão polinomial. A análise foi feita pelo pacote *easyanova*, versão 8.0 (Arnhold, 2013), do software R (R Core Team, 2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização química do chorume

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 observaram valores médios variando de 6,42 a 7,11 para chorumes obtidos com torta de tungue e esterco de gado, respectivamente.

Tabela 1. Composição química do biofertilizante líquido da graviola.

Parâmetros	Chorume
pH	6,53
Condutividade elétrica (dS/m)	14,7
Nitrogênio total (mg/L)	1.314,0
Fósforo(mg/L)	668,0
Potássio (mg/L)	2.006,0
Cálcio (mg/L)	142,0
Magnésio (mg/L)	181,0
Cobre (mg/L)	2,39
Ferro (mg/L)	21,4
Zinco (mg/L)	19,1
Manganês	1,31
Matéria orgânica total (MOT) (mg/L)	44.154,0
Carbono orgânico total (COT) (mg/L)	4.191,70
Substâncias húmicas	mg/L
Ácido húmico	10,77
Ácido fúlvico	1.054,40

Fonte: Autores

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 (Helber Júnior *et al.*, 2019). 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 da alface hidropônica, sendo superior 3,61 vezes ao N, 8,35 vezes para o P e 5,97 vezes para o K (Costa *et al.*, 2001).

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 chegam até o interior da célula e são reconhecidas por seus receptores, tendo como efeito direto o aumento do comprimento, desenvolvimento da área foliar, raízes laterais, pelos radiculares e na interceptação de nutrientes (Garcia *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 à 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).

5.2 Efeito do chorume sobre caracteres biométricos e fisiológicos da alface

A aplicação de diferentes concentrações de chorume evidenciou a presença de efeito significativo ($p < 0,01$) sobre caracteres biométricos e fisiológicos da alface (Tabela 2). O coeficiente de variação variou de 1,45% para o índice de clorofila total até 14,56% para a massa seca da raiz, indicando ótima precisão experimental (Ferreira, 2018).

Tabela 2. Avaliação de concentrações de chorume do resíduo do processamento da graviola compostado.

Variáveis	Tratamentos (%)				R ²	CV (%)
	0	20	30	40		
Altura da planta (cm)		$\hat{Y} = 9,5395 + 0,0558x^{**}$			0,91	5,08
Diâmetro (cm)		$\hat{Y} = 28,20^{ns}$			--	2,62
Cobertura do solo		$\hat{Y} = 65,74^{ns}$			--	14,16
Número de folhas		$\hat{Y} = 10,9875 + 0,0577x^{**}$			0,73	3,47
Área foliar (cm ²)		$\hat{Y} = 133,2330 + 1,0608x^{**}$			0,65	7,02
Clorofila a		$\hat{Y} = 21,877 + 0,0561x + 0,0018x^{2**}$			0,96	2,05
Clorofila total		$\hat{Y} = 25,5214 + 0,1353x - 0,0015x^{2**}$			0,71	1,45
Massa da parte aérea (g)		$\hat{Y} = 50,2245 + 0,7488x^{**}$			0,91	4,37
Massa da raiz (g)		$\hat{Y} = 6,0316 + 0,1079x - 0,0018x^{2**}$			0,86	4,13
Matéria seca da parte aérea (g)		$\hat{Y} = 4,1449 + 0,1299x - 0,0026x^{2**}$			0,95	11,38
Matéria seca da raiz (g)		$\hat{Y} = 0,4938 + 0,0272x - 0,0006x^{2**}$			0,83	14,56
Produtividade (kg/ha)		$\hat{Y} = 207,2429 + 6,4927x - 0,1312x^{2**}$			0,95	11,38

******, *****, **ns** significativo a $p < 0,01$ e $0,05$ e não significativo ($p > 0,05$) pelo teste F. R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação.

Efeito linear foi observado para as variáveis altura da planta, número de folhas (Figura 2), área foliar, clorofila total e massa verde da parte aérea. Por outro lado, observou-se efeito quadrático para o índice de clorofila a ($X_{máx.} = 15,58\%$; $\hat{Y}_{máx.} = 22,31$), massa seca da parte aérea ($X_{máx.} = 24,98\%$; $\hat{Y}_{máx.} = 5,77g$) e da raiz ($X_{máx.} = 22,67\%$; $\hat{Y}_{máx.} = 0,80g$). Canto *et al.* (2016), observaram que a concentração de 25% de chorume sobre variáveis ligadas ao desenvolvimento de Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) promoveu os melhores resultados.

O presente resultado é similar a pesquisa desenvolvida por Crivelare *et al.* (2021) que, ao avaliarem o efeito da aplicação do biofertilizante a base de extrato de algas sob o desenvolvimento de mudas de alface e de rúcula, observaram efeito positivo (25% do extrato de algas) sobre as características altura da planta, número de folhas, área foliar e massa fresca da parte aérea quando comparado ao tratamento controle. A altura da planta e o número de folhas de alface estão relacionadas a função físico-química e biológica que o biofertilizante exerce no solo, atuando diretamente no aumento da capacidade de troca de cátions, auxiliando na disponibilidade de nutrientes a planta e na tolerância ao estresse hídrico (Haroun *et al.*, 2023;

Oliveira *et al.*, 2018). Destaca-se ainda que a presença do Ca^{2+} e do Mg^{2+} no chorume da graviola (Tabela 1.), que estão diretamente ligados ao crescimento e desenvolvimento da planta, contribuem na estruturação da parede celular, biossíntese, ativação enzimática e na formação de pigmentos (Ahmed *et al.*, 2023; Rios *et al.*, 2022).

A área foliar (Figura 3) e a produtividade estão positivamente correlacionadas com o número de folhas da alface, de modo que, quanto maior a quantidade de folhas maior será a área foliar e consequentemente a produtividade (Farias *et al.*, 2015). Brasil *et al.*, (2021), avaliando a aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos na cultura da alface também observaram o efeito linear positivo para estas variáveis, resultados similares aos encontrados na Tabela 2.

Os índices de clorofila a e total foram ajustados ao modelo quadrático em que obtiveram valores máximos de 22,3 e -45,1 nas concentrações de 15,6 e 22,5% de chorume, respectivamente (Figura 4 e Tabela 2.). Este efeito se deve provavelmente ao efeito de super adubação, causado por concentrações excessivas de zinco, por apresentar efeito antagônico, inibindo a assimilação de manganês e translocação de ferro, micronutrientes estes, essenciais à fotossíntese. (Ferreira *et al.*, 2023). A resposta para este fenômeno é explicada pela maior absorção de nitrogênio, crescimento da planta, por se tratar de um componente estrutural da clorofila (Fornari *et al.*, 2020), e $\hat{Y} = 133,2330 + 1,0608x^{**}$ o hormônio ligado ao desenvolvimento dos plastídeos (Taiz e $R^2 = 0,65$

A massa fresca (Figura 5 e 6, respectivamente) e seca da parte aérea e da raiz estão diretamente relacionadas a capacidade fotossintética e a disponibilidade de nitrogênio no solo, tendo em vista que este é o nutriente mais exigido pela planta e está ligado ao acúmulo de massa e no aumento da área foliar (Prado & Cecílio Filho, 2016).

A presente pesquisa revelou efeito quadrático para as variáveis matéria seca da parte aérea e da raiz (Figuras 7 e 8) que obtiveram máxima de 5,77 e 0,80 g, nas concentrações 24,98 e 22,67%, respectivamente. Na mesma ordem, o valor mínimo para estas variáveis variou entre 5,23 e 0,75 g, ambas na concentração de 10% do chorume. A média entre os valores máximos para estas variáveis é de 23,8%, portanto a aplicação de doses acima deste valor pode promover a redução da massa. Isto se deve provavelmente ao efeito fitotóxico do nitrogênio, tendo em vista que o excesso deste elemento acarreta a redução das atividades de enzimas como glutamina e glutamato sintetase, superóxido dismutase e peroxidase (Lemos *et al.*, 2022).

O efeito positivo da aplicação do biofertilizante do resíduo da graviola sob os aspectos produtivos e fisiológicos da alface se deve provavelmente à presença de hormônios como a

citocinina, auxina e giberelina, tendo em vista o modo de ação e suas respectivas funções na planta, como no aumento da divisão celular, controle do crescimento do caule e expansão celular, elasticidade e plasticidade da célula (Taiz *et al.*, 2017). Assim como a presença das substâncias húmicas que de acordo com Morozesk *et al.* (2017), os compostos húmicos, além de apresentar expressivos níveis de carbono e nitrogênio, aumentam a atividade enzimática e a ação da H-ATPase, proteína integral da membrana ligada à produção de energia.

6 CONCLUSÕES

A composição química do chorume obtido do processo de compostagem do resíduo da graviola e serragem apresenta concentrações de macro e micronutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico e substância húmicas de alta magnitude, em que a concentração de 22% exercem influência positiva sobre os componentes biométricos e fisiológicos da alface.

REFERÊNCIAS

ABREU, N.L.; RIBEIRO, E.S.C.; SOUZA, C.E.S.; MORAES, L.M.; OLIVEIRA, J.V.C.; FARIA, L.A.; RUGGIERE, A.C.; CARDOSO, A.S.; FATURI, C.; RÊGO, A.C.; SILVA, T.C. Land use change and greenhouse gas emissions: an explanation about the main emission drivers. **Brazilian Animal Science**, v. 25, p. 77646, 2024. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-77646P>.

ABRELPE: Associação brasileira das empresas de limpeza pública e resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em 2 Out. 2025.

AHMED, N.; ZHANG, B.; BOZDAR, B.; CHACHAR, S.; RAI, R.; LI, J.; LI, Y.; HAYAT, F.; CHACHAR, Z.; TU, P. The power of magnesium: unlocking the potential for increased yield, quality, and stress tolerance of horticultural crops. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1285512, 2023. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1285512>.

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>.

AMARAL, B.C.; OLIVEIRA, C.H.R.; CALDEIRA, M.V.W.; FREITAS, W.S.; MARQUES, J.A.; CONCEIÇÃO, M.E.M.; ZUCOLOTO, M.Z. Gestão de resíduos sólidos orgânicos na agricultura e silvicultura sustentável: a compostagem como solução. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 13, p. 1-17, 2024. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n13-168>.

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>.

ATHAHYDES, J.P.S.; COSTA, M.K.; TONHATI, R. Utilização de urina de vaca como biofertilizante e repelente de lagarta rosca (agrotis ipsilon) na cultura da alface (lactuca sativa). **Revista científica da fafipe-funepe**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2023.

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 Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000200003>.

BARROS, J.A.S.; CAVALCANTE, M. Estimate of the number of experiments and importance of morphoagronomic characters in lettuce. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 65, p. 1-7, 2022. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2022.3508>.

BRASIL, N.M.Q.X.; FERREIRA, C.P.; BRASIL FILHO, A.B.; NASCIMENTO, J.T.; SILVEIRA, J.M.Q.X. Evaluation of biogas and application of biofertilizer from bovine waste

in the cultivation of lactuca sativa. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 9, p.226-232, 2021. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0018>.

BLINK/CROPLIFE BRASIL. **Dados de mercado de bioinsumos – safra 2024/2025**. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/>>. Acesso em: 17 Jan. 2026.

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.

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.

CANTO, A.C.; FREITAS, D.V.; OLIVEIRA, A.T.; MACHADO, M.R.F.; PANJOJA-LIMA, J.; SANTOS, S.M.; ARIDE, P.H.R. Crescimento de Vetiver submetidos a diferentes concentrações de chorume. **Scientia Amazonia**, v. 5, n. 3, p. 25-30, 2016.

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

CLIMATE-DATA. Clima Maragogi. 2024. Disponível em: <<https://pt.climate data.org/americado-sul/brasil/alagoas/maragogi-43113>>. Acesso em: 01 Jun. 2024.

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.

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.

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

CRIVELARI, A.D.; CORRÊA, J.S.; SILVA, C.P. Evaluation of the development of lettuce and rucula seedlings treated with algae extract biofertilizer. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2021v8i1.5652>.

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>.

CUNHA, N.A.; DOMINGOS, L.M.; CHAVES, H.R.P.F.; CABRAL NETO, O. Control with bordalesa syrup in lettuce cultivation. **Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro**, v. 9, n. 1. <https://doi.org/10.61164/rmm.v9i1.2904>.

DIAS, N.B.; SCHNEIDER, P.Z.; CHAVES, G.L.D.; CELESTE, W.C. Aproveitamento da casca de coco para uso energético. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 5, n. 3, p. 179-195, 2019.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioinsumos: Tendência de crescimento no Brasil**. 2023. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/85620702/bioinsumos-tendencia-de-crescimento-no-brasil> >. Acesso em: 17 Jan. 2024.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ciência que transforma: Agroindústria**. 2023. Disponível em: < [Agroindústria - Portal Embrapa](#) >. Acesso em: 14 Jun. 2024.

ENRIQUEZ, E.A.E.; LEÓN, L.; Lóor, L.; PACHECO, L. Nutritional macronutrient deficiency in pepper plants (*capsicum annum linneo*) grown in nutrient solution. **Revista de Investigación Talentos**, v. 9, n. 1, p. 69-82, 2022. <https://doi.org/10.33789/talentos.9>.

ERKAN, E.; KÖSE, M.A. Effects of humus and humic acid on plant growth and nutritional uptake of lettuce (*lactuca sativa l.*). **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 20, n. 3, p. 2264-2269, 2022. https://www.doi.org/10.15666/aecr/2003_22612269.

FARIAS, M.F.; MENESES, K.C.; SOARES, F.A.; SANTOS, R.A.; DIAS, R.M.; BOMFIM, M.A.D. Produtividade de cultivares de alface sob adubação nitrogenada e boratada. **Acta Iguazu**, v. 4, n. 3, p. 116-125, 2015.

FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada às Ciências Agrárias**. 1º Ed. Viçosa: UFV, 2018. 588p.

FERREIRA, E.T.; BARROCHELO, S.C.; MELO, S.P.M.; ARAÚJO, T.; XAVIER, A.C.C.; CECHIN, I.; SILVA, G.H.R. Biofertilizers from wastewater treatment as a potential source of mineral nutrients for growth of amaranth plants. *PLoS ONE*, v. 18, n. 12, e0295624, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295624>.

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>.

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>.

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 e m 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>.

GONÇALVES, L.O.; ALMEIDA, C.B. Tipos de adubação com ênfase em orgânicos na cultura da alface (*Lactuca sativa*). **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 2, 2025.

GUO, D.; SUN, Y. Estimation of leaf area of stem lettuce (*Lactuca sativa* var. *Angustana*) from linear measurements. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 71, n. 7, p. 483-486, 2001.

HAROUN, M.; XIE, S.; AWADELKAREEM, W.; WANG, J.; QUIAN, X. Influence of biofertilizer on heavy metal bioremediation and enzyme activities in the soil to revealing the potential for sustainable soil restoration. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 20684, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44986-8>.

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, v. 4, p. 1142-1147, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000400016>.

HÖFIG, P.; MARTINS, E.S.; BROETTO, T.; GIASSON, E.; SILVA, G.M.F. Evaluation of quality of fertilizer produced with compostage comprising organic materials and ground rock. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, v. 15, n. 3, e9820, 2021. <https://www.doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n3e9820>

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabela 6955 – **Lavouras permanentes**: atualização em 06/08/2020. <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955>>. Acesso em: 26 Jun. 2024.

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.

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).

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.

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.

LEMOS, P.S.; PEREIRA, R.G.; CAVALCANTE, M.; ANDRADE, A.R.S.; MEDEIROS, P.V.Q. Sunflower response to nitrogen doses. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 4, pág. 516–523, 2022. <https://doi.org/10.5965/223811712142022516>.

LINHARES, M.G.E.; LUCENA, M.C.C.; COSTA, L.D.N.; COSTA, L.C.A.; LEITE, M.J.H.; SILVA, E.C.A.; PEREIRA, J.W.L.; CAMPELO, I.P.F.; ALMEIDA, A.B.M. Natural Inputs as a Sustainable Alternative in the Initial Cultivation of *Lactuca sativa* L. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 16, n. 8, p. 01-11, 2025. <http://doi.org/10.7769/gesec.v16i8.5217>.

LINS, E.A.M.; PEREIRA, I.M.S.N.; ARRUDA, I.L.A.; TELLES, P.V.M.; SILVA, C.B.L.; MARINHO, M.E.; COSTA, I.V.L.; PEDROZA, D.L.O. Uso da compostagem no tratamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Caderno Pedagógico**, v.22, n. 11, e19619., 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n11-058>.

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>.

LIMA NETO, C.B.P.; LÉLIS, A.T.; MEDEIROS, J.G.S.; DIAS, J.D.S.; SILVA, A.P.S.; NAUAR, L.A.M.; SILVA, A.L.P.; SENA, W.L. Relação K:Mg e aplicação de nitrogênio na solução nutritiva para cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa*) cv. Jade. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 3018–3032, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-159>.

LIU, Q.; PANG, Z.; YANG, Z.; NYUMAH, F.; HU, A.; LIN, W.; YUAN, Z. Bio-fertilizer Affects Structural Dynamics, Function, and Network Patterns of the Sugarcane Rhizospheric Microbiota. **Microbial Ecology**, v. 84, n. 1, p. 1.195-1211, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00248-021-01932-3>.

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.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009**. 2009. Disponível:< [Sistema Integrado de Legislação](#)>. Acesso em: 14 Jun. 2024.

MARKGRAF, C.; KAZA, S. Financing Landfill Gas Projects in Developing Countries. Urban development Series Knowledge papers. World Bank. 2016. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e8c294be-126e-5d17910d87b185c07cba>>;. Acesso em 01 Out. 2025.

MACIEL, C.M.; MAGALHÃES, C.L.E.; WAUGHON, T.G.M.; FIGUEIREDO, E.L. Microbiological evaluation and study of sanitation efficiency for the microbiological quality of lettuces (*Lactuca sativa* L.). **Revista aracê**, v. 7, n. 9, p.1-23, 2025. <http://doi.org/10.56238/arev7n9-012>.

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 Jun. 2023.

MIGUEIS, D.; RODRIGUES, P.; TRINDADE, H.; OLIVEIRA, P.; COIMBRA, A.; ROBOREDO, M.; SOUSA, J.R. Efeito da aplicação de lamas tratadas e vermicompostadas nas propriedades químicas de um Cambissolo distríco. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. especial, p. 142-147, 2023. <https://doi.org/10.19084/rca.33907>.

MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022. 209p. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/plano-nacional-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 16 Set. 2025.

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.; 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.

MOTTA, J.M.F.; SANTOS, T.L.; TONIN, A.A. Frequência de ovos de endoparasitas em alface crespa (*Lactuca sativa*) comercializada em mercados, feiras livres e restaurantes em Manaus – Amazonas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e410101321303, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21303>.

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.

OLIVEIRA, V.; RODRIGUES, E.; PATO, R.L.; MINGUES, M.F.; SANTOS, D. Monitoring of water hyacinth composting process. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 1, p. 54-159, 2024. <https://doi.org/10.19084/rca.33406>.

OLIVEIRA, R.C.; SILVA, J.E.R.; AGUILAR, A.S.; PERES, D.; LUZ, J.M.Q. Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. **ACSA**, v. 14, n. 1, p.1-6, 2018. <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i1.811>.

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

PAZDIORA, R.D.; PAZDIORA, B.R.C.N.; FERREIRA, E.; MUNIZ, I.M.; ANDRADE, E.R.; SIQUEIRA, J.V.S.; SHERER, F.; VENTUROSO, 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.

PIVETA, J.V.; BACHEGA, J.P.V.; ARRUDA, J.S.; CECÍLIO, D.S.Q.; TAVARES, M.; BALDOTTO, L.A.B.; CARDIM, D.; OLIVEIRA, V.A.M.B.

Acceleration of composting of organic waste with bacterial inoculation in relation to temperature, ph and nitrogen availability. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 4445-4467, 2024. <https://doi.org/10.56083/RCV4N1-241>.

PRADO, T.N.B.; PEREIRA, J.L.; JAKELAITIS, A.; TELES, J.B.Q.; CAIXETA, K.S.; SANTOS, F.A.; Productivity of lettuce varieties (lactuca sativa) cultivated in plastic and cardboard mulching/productividade de variedades de alface (lactuca sativa) cultivadas em mulching de plastico e papelao/productividad de variedades de lechuga (lactuca sativa) cultivadas en mulching de plastico y carton. **Revista Foco**, v. 18, n. 2, 2025.

PRADO, R.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. 1º Ed. Jaboticabal, SP: FCAV/ CAPES, 2016. 600p.

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

RAMOS, S.A utilização da vinhaça de alambique como biofertilizante. **Revista Processando o Saber**, v. 17, n. 01, p. 279-295, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15499102>.

REIS, C.V.G.; FREITAS, L. O uso da compostagem na educação ambiental: uma alternativa para redução do descarte de resíduos orgânicos. **Revista Científica da Faculdade De Educação e Meio Ambiente**, v. 14, n. 12, p. 539-557, 2024. <https://doi.org/10.31072/rcf.v14i2.1383>.

RIOS, C.V.; SOUZA, G.V.D.; BRITO, E.P.; PAGILOSA, M.; SILVA, C.P. Effect of calcium, boron and potassium on the initial growth of *Mentha spicata* (L.) in nutrient solution. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2022. <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2022v9i1.5945>.

RIVERA, I.A.G.; SOUZA, L.S.; Efficiency of compounding organic waste on the production of lettuce (lactuca sativa var. crispa). *Revista Unimar Ciências*, 2021. <https://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/1681>.

RIBEIRO, S.A.; ANTUNES, L.F.S.; SILVA, B.C.; PERRUT, J.E.; RICCI, M.S.F.; CORREIA, M.E.F. Compostagem Tradicional, Vermicompostagem e Gongocompostagem: Uma Análise Comparativa de Métodos e Aplicações na Agricultura. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, n. 3, p. 278-294, 2025. <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2025v14i3.8012>.

RODRIGUES, E.G.; SOUZA, K.S.M.; RODRIGUES, A.M.S.L. Uso de bioativador orgânico-revisão bibliográfica. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 12, p. 8254-8254, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-152>.

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>.

SANTOS, E.L.; FARIAS, M.T.P.; PINHEIRO, F.C.; NUNES, G.R.P.; BARROS, E.P.M.; SILVA, D.M.R.; SILVA, J.V. Impactos causados pelo uso excessivo de agroquímicos na

agricultura familiar: uma revisão. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 3, e3746, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n3-113>.

SANTOS, P.C.O.; SOUZA, F.R.C.; OLIVEIRA, D.K.; FLORENTINO, L.A.; BIANCHINI, A.C. Utilização de microrganismos eficazes no processo de compostagem no cultivo de alface. *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil*, v. 3, p. 190-197, 2022. <https://dx.doi.org/10.37885/220207888>.

SANTOS, A. G., MESQUITA, J.B., PESSOA, A.M. S., SILVA, L.M. Productivity of *Lactuca sativa* L. grown under doses of organic compost and biofertilizer. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 8481-8496, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-575>.

SANTIAGO, C.A.; BELAN, L.L.; SILVA, E.V.; SOARES, M.V.B.; SILVA, K.G. Influência das fontes de nutrientes na intensidade de doenças fúngicas foliares em plantas de alface. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 9, p. e9276, 2025. <https://doi.org/10.55905/cuadv17n9-012>.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M.M.; FREITAS, A.L.G.E.; RIBEIRO, D.P.; PEREZ, L.A.A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 86-93, 2014.

SELZLEIN, F.; LOPES, F.G.; TOVO, R.P. Resposta do capim brachiaria brizantha cv. marandu à adubação orgânica de esterco ovino em Itanhangá-MT. **Revista Diálogo e Interação**, v. 18, n. 1, p. 496-512, 2024.

SOARES, I.A.; MOURA, A.C.; RETUCI, V.C.; FRANCO, G.M.S. Do laboratório à comunidade: a extensão universitária como eixo formativo do pibid. Editora Impacto Científico, p.12-20, 2025.

SILVA, Y.R.; ARAÚJO, D.M.S.; LIMA, M.C.P.; SILVA, V.F. Relação entre poluição ambiental e doenças transmitidas por vetores. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 1, p. 1-14, 2025. <https://www.doi.org.10.55905/oelv23n1-140>.

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.

SILVA, M.T.; SOARES, C.A.; MOTA, P.K.A.; SILVA, E.A.; MELO, S.A.; SARAIVA, E.S.S.; LACERDA, J.D.A.; MENDES, A.C.A.; BARBOSA, R.F.S.; SOUZA, A.E.I.A.F. Evaluation of the thermal behavior of agro-industrial and agroforestry waste composting. *Evaluación del comportamiento térmico del compostaje de residuos agroindustriales y agroforestales*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, e8211628857, 2022. <https://doi.org/10.14295/CS.v14.3886.org/10.33448/rsd-v11i6.28857>.

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. <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6937>.

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>.

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.F.; SILVA, J. O.; LACERDA, S.M.P.; ROCHA, F.A.; SILVA, A.L.; SILVA, M.B.C; SILVEIRA, D.S. Produção e caracterização química de biofertilizante com esterco bovino fresco e casca de café. **Cuadernos de Educacióny Desarrollo**, v.15, n. 12, p. 17423-17443, 2023. <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-123>.

SUINAGA, F.A.; BOITEUX, L.S.; CABRAL, C.S.; RODRIGUES, C. da S. **Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p. 4. 2013. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 89).

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

WEI, J.; ZHANG, Q.; ZHANG, Y.; YANG, L.; ZENG, Z.; ZHOU, Y.; CHEN, B. Advance in the Thermoinhibition of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Seed Germination. *Plants*, v. 13, n. 15, p. 2051, 2025. <https://doi.org/10.3390/plants13152051>.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da problemática ambiental e econômica causada pelo volume expressivo do resíduo da graviola e pela busca incansável de insumos eficientes e sustentáveis na agricultura, a aplicação do chorume da graviola na concentração de 22% apresentou resultados promissores sobre os caracteres morfoagronômicos e produtivos da alface. Faz-se necessário a realização de mais experimentos, testando mais de uma variedade. Embora as diferentes concentrações do biofertilizante tenham efeito sobre a alface cv. Veneranda, faz-se necessário o estudo do efeito da aplicação do chorume da graviola em outras espécies, seja hortaliça ou frutífera, assim como nas características físico-químicas e biológicas do solo.

ANEXOS

Anexo A - Altura da planta em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

Anexo B – Número de plantas em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

Anexo C – Área foliar em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

Anexo D - Clorofila a e total em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

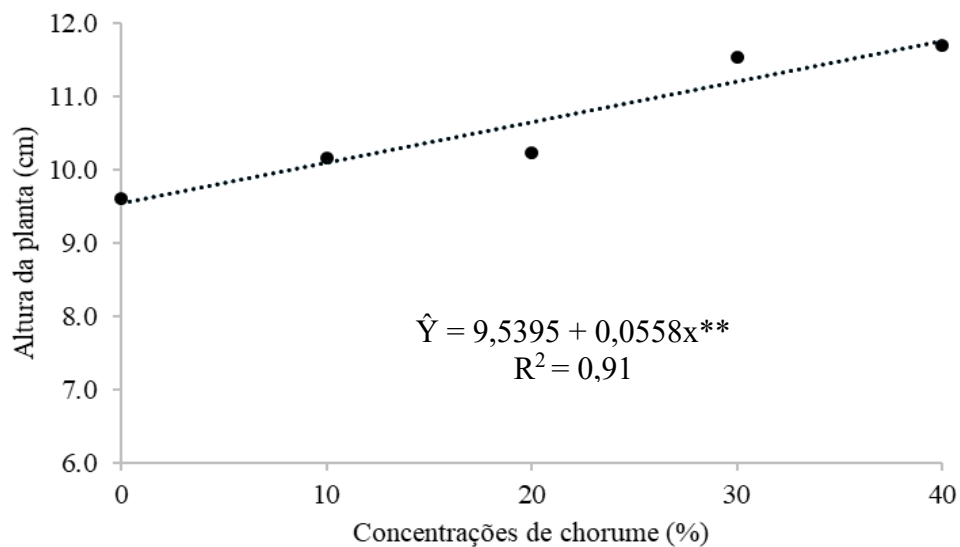
Anexo E - Massa da parte aérea em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

Anexo F - Massa da raiz em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

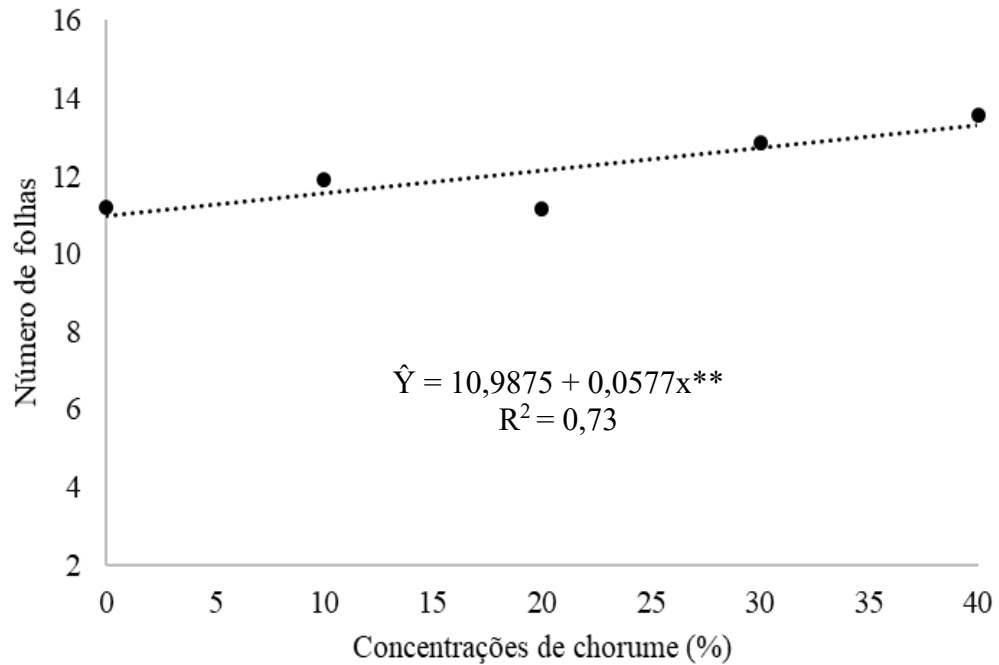
Anexo G - Massa seca da parte aérea em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

Anexo H - Massa seca da raiz em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

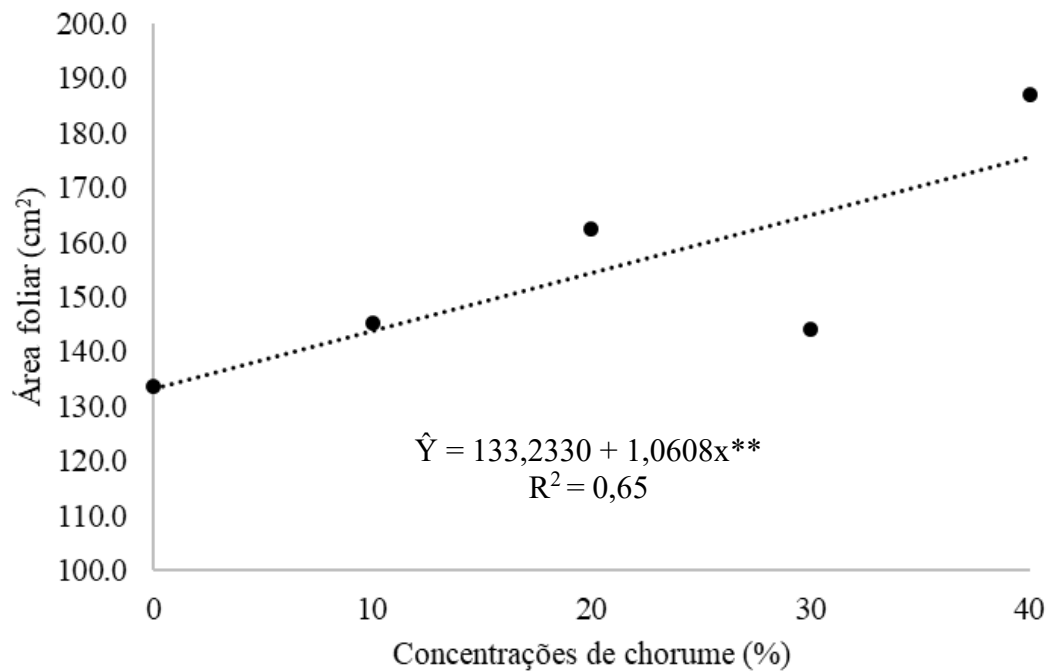
a. Altura da planta em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



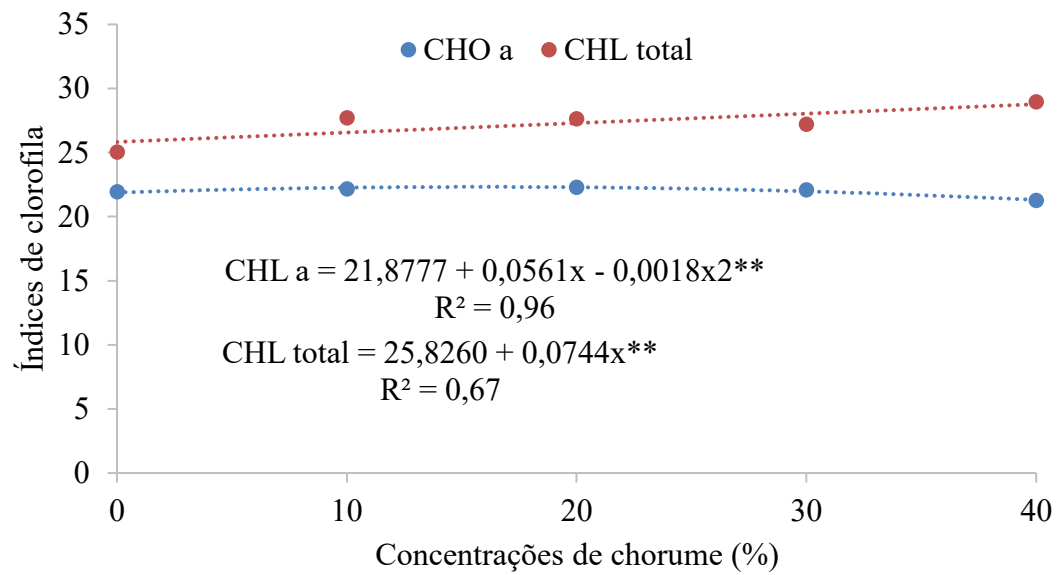
b. Número de plantas em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



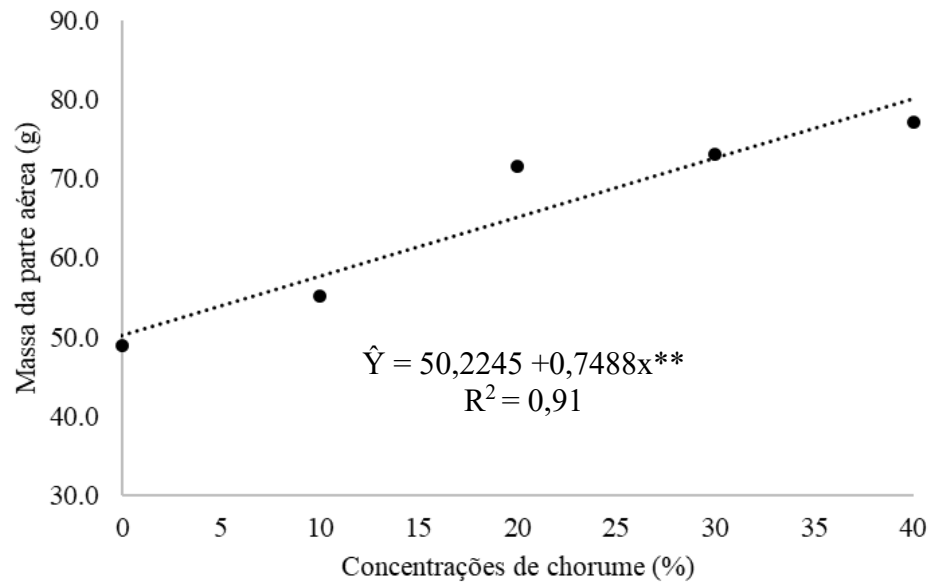
c. Área foliar em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



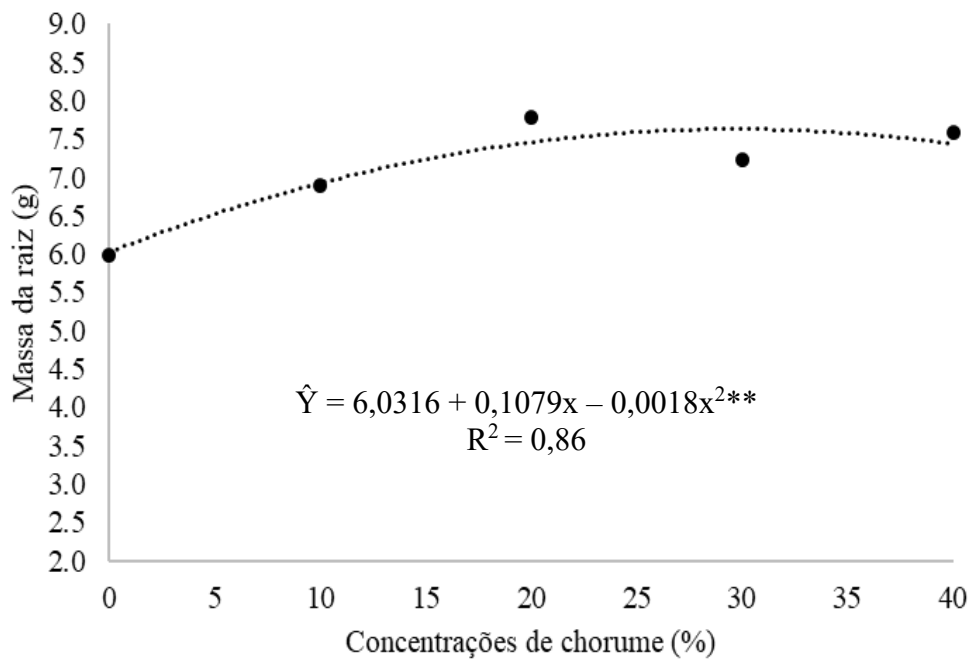
d. Clorofila a e total em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



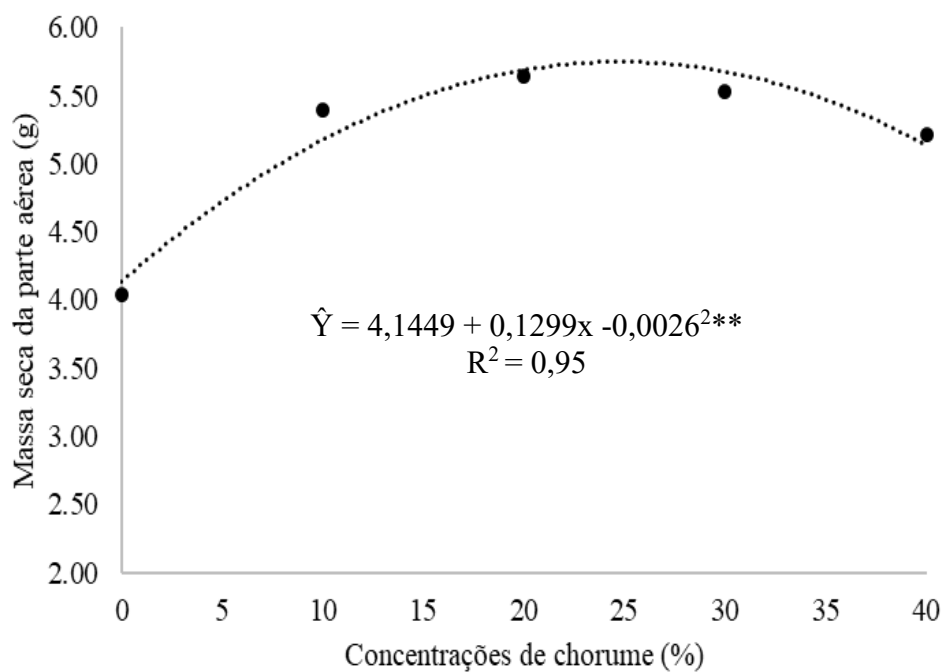
e. Massa da parte aérea em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



f. Massa da raiz em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



g. Massa seca da parte aérea em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.



h. Massa seca da raiz em função de diferentes concentrações do chorume do resíduo da graviola.

