

Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola na produção do milho verde

Characterization and evaluation of leathage from graviola residue in green corn production

Caracterización y evaluación del lixiviado de residuos de guanábana en la producción de maíz verde

DOI: 10.54033/cadpedv22n7-082

Originals received: 4/8/2025
Acceptance for publication: 5/1/2025

Alisson Douglas da Silva

Mestrando em Tecnologias Ambientais
Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Endereço: Marechal Deodoro, Alagoas, Brasil
E-mail: ads10@aluno.ifal.edu.br

Adrielly Cabral Dantas

Graduanda em Horticultura
Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Endereço: Maragogi, Alagoas, Brasil
E-mail: acd2@aluno.ifal.edu.br

Eric Ferreira de Oliveira

Doutor em Física
Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Endereço: Maragogi, Alagoas, Brasil
E-mail: eric.oliveira@ifal.edu.br

Klebson Santos Brito

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Endereço: Maragogi, Alagoas, Brasil
E-mail: klebson.brito@ifal.edu.br

Marcelo Cavalcante

Doutor em Zootecnia
Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Endereço: Maragogi, Alagoas, Brasil
E-mail: marcelo.cavalcante@ifal.edu.br

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: 1^a) produção do biofertilizante, a partir da compostagem e avaliação da composição química; 2^a) 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 fulvicos (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: *Annona muricata*. *Zea mays*. Compostagem. Bioinsumo. Componentes de Produção.

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: *Annona muricata*. *Zea mays*. Composting. Bioinput. Production Components.

RESUMEN

La disposición final y el compostaje son las principales alternativas que se han adoptado para los subproductos de la producción de pulpa de fruta. Sin embargo, el lixiviado, un residuo líquido rico en minerales y sustancias orgánicas, generado en el proceso de descomposición de la materia orgánica, se desecha. Es posible, a partir de lixiviados, producir biofertilizante líquido con potencial económico para generar empleo e ingresos. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la composición química del lixiviado de residuos de guanábana y el efecto de diferentes concentraciones sobre los componentes de producción del maíz verde. El estudio se realizó en dos fases: 1^a) producción de biofertilizante, a partir del compostaje y evaluación de la composición química; 2do) evaluación de cuatro concentraciones de biofertilizante (0% - control, 5, 10, 15 y 20% de biofertilizante diluido en agua), a nivel de campo, sobre maíz verde, en un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas. La composición química del lixiviado de guanábana mostró valores altos de magnitud para macro (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Mn, Cu, Fe, Zn), materia orgánica total (44,154 mg/L), carbono orgánico total (4,191.7 mg/L) y ácidos húmicos (10.77 mg/L) y fulvicos (1,054.4 mg/L). Cuando se aplicó al cultivo de maíz, no hubo efecto ($p>0,05$) de las concentraciones sobre los componentes de producción y el contenido de clorofila. La altura promedio de las plantas fue menor a 1,0 m y la floración temprana (60 días después de la siembra) puede indicar la falta de adaptación del cultivar al sitio de investigación, influyendo en los tratamientos aplicados.

Palabras clave: *Annona muricata*. *Zea mays*. Compostaje. Bioinsumo. Componentes de Producción.

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). 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.*, 2022a).

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). 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 inorgânicas (minerais) e orgânicas, como aminoácidos, auxinas, giberelinas,

citocininas 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 biofertilizante líquido (Čabilovski *et al.*, 2023). Segundo Morozesk *et al.* (2017), os compostos húmicos, 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).

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).

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 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em nível de campo, na cidade de Campo Alegre, Distrito de Luziápolis – 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 precipitação pluvial foi de 98, 117 e 103 mm, respectivamente.

A pesquisa foi realizada em duas etapas: 1^a) produção de chorume, provenientes da compostagem de resíduo da produção de polpa de graviola, e avaliação da composição química; 2^a) 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 foi a espécie escolhida devido a expressivo volume de resíduo gerado a partir do processamento da fruta pela agroindústria Coopeagro S/A.

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) 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 rea- lização 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 (mé- todo 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 hú- micas, 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 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 (Anexo I). As aplicações do chorume foram realizadas duas vezes/semanais, 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 estádio fenológico V4 (aproxi- madamente 20 dias após o plantio), deixando-se uma planta por cova. O controle de plantas daninhas foi manual. Na adubação de fundação, foram aplicados 30 kg N/ha (sulfato de amônio), 30 kg P₂O₅/ha (superfosfato triplo) e 30 K₂O/ha (clo- reto de potássio). Aos 40 dias após o plantio foi realizada a adubação em cober- tura, com a aplicação de 40 kg N/ha, seguindo as recomendações de Cavalcanti (2008).

As variáveis analisadas, no estádio fenológicos R1, foram: altura da planta (cm, com auxílio de uma trena), comprimento da folha (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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 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
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 (mg/L)	1,31
Matéria orgânica total (mg/L)	44.154,0
Carbono orgânico total (mg/L)	4.191,70
Ácido húmico (mg/L)	10,77
Ácido fúlvico (mg/L)	1.054,40

Fonte: os 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 (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, consequentemente, 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 Mg²⁺, 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.

3.2 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	1,36	1,15	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: os autores.

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 clorofila 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 podem 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).

4 CONCLUSÃO

A composição química do chorume de graviola apresenta concentrações de macro e micronutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico total e substâncias 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.

Esta pesquisa, pioneira, que busca dar soluções aos resíduos orgânicos do processamento da graviola gerados do processo de produção de polpa de frutas, tem potencial para escala comercial, fornecendo importantes informações para empresas de processamento de frutas, que descartam os resíduos em aterros sanitários, podendo vir a ser um novo nicho de negócio, dentro dos conceitos da sustentabilidade.

Pesquisas futuras deverão focar em testes, buscando conhecer a concentração máxima de chorume que promova a máxima resposta biológica, em diferentes espécies da Horticultura.

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.

REFERÊNCIAS

- 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 Agronômica**, 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)
- ČABILOVSKI, R.; MANOJLOVIĆ, M.S.; POPOVIĆ, B.M.; RADOJČIN, M.T.; MAGAZIN, N.; PETKOVIĆ, K.; KOVAČEVIĆ, D.; LAKIČEVIĆ, 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>.
- CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2008. 212p.
- 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 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>.

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>.

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.

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/10.1590/1983-40632020v50e63661>.

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

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.

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.

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=recuperarTextoAtoTematica-Portal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em: 14 Jun. 2023.

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/legisacao/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/snisl/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.; MITSUMOTO, 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>.

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.; 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.
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10706>.

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.

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 Brasilian savannah soils. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 4, p. 302-308, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0306>.

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, 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, 2022a.
<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, 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.; 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>.

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