



Revista
Técnico-Científica



USO DA MANIPUEIRA COMO FERTILIZANTE ALTERNATIVO NO CULTIVO DE COUVE-MANTEIGA (*BRASSICA OLERACEA*): EFEITOS SOBRE O RENDIMENTO DA CULTURA

Carlos Davi Santos e Silva¹; Joeliton Chagas Silva²; Guilherme Roberto Passos Pinto³; Laercio Gustavo Fontes Oliveira⁴; Renan Andrade Santos⁵

¹Doutor em Fisiologia Vegetal, Secretaria de Estado da Educação de Sergipe - SEDUC/SE, carlosdavi_santos@yahoo.com.br;

² Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Secretaria de Estado da Educação de Sergipe – SEDUC/SE; joelitoncs@hotmail.com;

³ Bolsista de Iniciação Científica Jr., Secretaria de Estado da Educação de Sergipe – SEDUC/SE, guilhermeroberto@gmail.com;

⁴ Bolsista de Iniciação Científica Jr., Secretaria de Estado da Educação de Sergipe – SEDUC/SE, gustavofontes750@gmail.com;

⁵ Bolsista de Iniciação Científica Jr., Secretaria de Estado da Educação de Sergipe – SEDUC/SE, renandradesantos9@gmail.com

RESUMO: Este estudo avaliou o uso da manipueira como fertilizante alternativo no cultivo de *Brassica oleracea* var. *acephala*, visando reduzir impactos ambientais e custos na agricultura familiar. O experimento foi conduzido em vasos, em delineamento inteiramente casualizado, com seis doses de manipueira (0 a 500 mL) e cinco repetições. A manipueira foi previamente fermentada por 15 dias e diluída (1:1). Após o transplante das mudas, foram avaliados o diâmetro do caule e a massa fresca das folhas. Os resultados indicaram efeito positivo das doses crescentes de manipueira sobre as variáveis analisadas, com tendência linear de aumento da biomassa foliar e do diâmetro do caule. Os coeficientes de determinação evidenciaram bom ajuste dos modelos, indicando relação direta entre a adubação e o desenvolvimento das plantas. Conclui-se que a manipueira apresenta potencial como fertilizante sustentável, desde que utilizada em doses diluídas de 400 a 500 mL por vaso de uma só vez, evitando efeitos fitotóxicos e contribuindo para a produtividade agrícola e o manejo correto de resíduos agroindustriais.

Palavras-chave: biofertilizante; resíduos agroindustriais; agricultura sustentável; nutrição vegetal.

USE OF CASSAVA WASTEWATER AS AN ALTERNATIVE FERTILIZER IN THE CULTIVATION OF KALE (*BRASSICA OLERACEA*): EFFECTS ON CROP YIELD

ABSTRACT: *This study evaluated the use of cassava wastewater as an alternative fertilizer in the cultivation of Brassica oleracea var. acephala, aiming to reduce environmental impacts and production costs in family farming. The experiment was carried out in pots under a completely randomized design, with six cassava wastewater doses (0 to 500 mL) and five replications. The residue was fermented for 15 days and diluted (1:1) before application. After transplanting, stem diameter and fresh leaf mass were measured. Results showed a positive effect of increasing doses on plant development, with a linear trend in both leaf biomass and stem diameter. Determination coefficients indicated a strong relationship between fertilization and growth variables. It is concluded that cassava wastewater has potential as a sustainable fertilizer when properly managed, contributing to crop productivity, waste reuse, and environmentally sound agricultural practices.*

Keywords: *biofertilizer; agro-industrial waste; sustainable agriculture; plant nutrition.*

INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades agroindustriais associadas à cultura da mandioca tem gerado, paralelamente aos benefícios econômicos, desafios relevantes no manejo de resíduos. No município de São Domingos, localizado na região Agreste do estado de Sergipe, destaca-se a expressiva produção de farinha de mandioca, sustentada por aproximadamente uma centena de casas de farinha em funcionamento contínuo. Contudo, esse cenário produtivo resulta na geração significativa de manipueira, resíduo líquido oriundo da prensagem da mandioca, cujo descarte inadequado tem sido associado a impactos ambientais negativos, sobretudo em ecossistemas aquáticos (CEREDA, 2000; CARDOSO et al., 2005).

A manipueira apresenta características físico-químicas complexas, sendo constituída por uma suspensão aquosa rica em compostos orgânicos e inorgânicos, como açúcares, proteínas, sais minerais e substâncias cianogênicas, especialmente a linamarina. Quando lançada diretamente no ambiente, pode provocar contaminação de solos e corpos hídricos, redução do oxigênio dissolvido e efeitos tóxicos à biota, comprometendo a qualidade ambiental e a saúde pública (CEREDA, 2000; FIETZ;

SALDANHA, 2012). Nesse contexto, estratégias de reaproveitamento desse resíduo tornam-se fundamentais para a mitigação de impactos ambientais e para a promoção de sistemas produtivos mais sustentáveis.

Por outro lado, a manipueira apresenta elevado potencial agrônômico devido à sua riqueza em nutrientes essenciais às plantas, como potássio, nitrogênio e fósforo. Estudos indicam que, quando devidamente tratada, pode ser utilizada como fertilizante alternativo, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e reduzindo a dependência de insumos químicos sintéticos (PONTE, 2006; SOUZA et al., 2014). Essa abordagem está alinhada aos princípios da agricultura sustentável, ao promover o aproveitamento de resíduos agroindustriais e minimizar os impactos ambientais decorrentes de seu descarte inadequado.

No contexto da agricultura familiar predominante em São Domingos, caracterizada pelas pequenas propriedades rurais conhecidas como “malhadas”, o uso de insumos alternativos de baixo custo representa uma estratégia importante para a manutenção da produção e da subsistência das famílias. Entre as culturas cultivadas, destaca-se a couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), hortaliça amplamente difundida devido à sua adaptabilidade, facilidade de cultivo e elevado valor nutricional. Rica em vitaminas, minerais e fibras, a couve desempenha papel fundamental na segurança alimentar e nutricional das famílias, além de representar uma fonte complementar de renda (FILGUEIRA, 2013).

Diante desse cenário, a utilização da manipueira como fertilizante no cultivo da couve apresenta-se como uma alternativa promissora, ao integrar a gestão adequada de resíduos agroindustriais com o fortalecimento da agricultura de subsistência. Tal estratégia pode contribuir para o aumento da produtividade agrícola, redução de custos de produção e promoção da sustentabilidade ambiental, especialmente em regiões com forte dependência da cultura da mandioca.

Adicionalmente, a inserção de estudantes do ensino médio em projetos de pesquisa voltados para essa temática amplia o alcance social da investigação científica, promovendo a formação de sujeitos críticos e engajados com as questões socioambientais locais. A aproximação entre escola, ciência e comunidade favorece

a construção de soluções contextualizadas, reforçando o papel da pesquisa como instrumento de transformação social e desenvolvimento regional (FREIRE, 1996).

Assim, este estudo propôs investigar o potencial da manipueira como fertilizante alternativo no cultivo da couve, considerando sua viabilidade agrônômica e seus impactos ambientais e socioeconômicos, especialmente no contexto da agricultura familiar no município de São Domingos, Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de ambiente a céu aberto, em área pertencente à antiga quadra poliesportiva do Centro de Excelência Emiliano Ribeiro, localizado no município de São Domingos, estado de Sergipe.

Previamente à instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo na camada de 0–20 cm, em área distante de currais, situada em propriedade rural no mesmo município, a fim de evitar possíveis interferências de matéria orgânica oriunda de dejetos animais. O solo coletado foi submetido à secagem ao ar, destorroamento, peneiramento em malha de 4 mm e posterior homogeneização. Em seguida, foi retirada uma amostra composta para análise de fertilidade. Posteriormente, o solo foi acondicionado em 30 vasos com capacidade volumétrica de 13 L, conforme metodologia adaptada de Richart et al. (2021).

A manipueira foi coletada fresca em casa de farinha localizada no município de São Domingos e acondicionada em recipientes plásticos de 5 L, mantidos com tampa não vedada, para permitir a fermentação natural sem agitação, durante um período de 15 dias, conforme descrito por Ferreira et al. (2001). Após o período de fermentação, o material foi filtrado e diluído em água na proporção de 1:1 (v/v), visando reduzir sua concentração e potencial fitotóxico.

A manipueira apresenta elevada fitotoxicidade devido à sua composição química rica em compostos cianogênicos, principalmente a linamarina e a lotaustralina, que, ao sofrerem hidrólise, liberam ácido cianídrico (HCN), substância altamente tóxica para organismos vivos. Além disso, a manipueira possui altas concentrações de matéria orgânica, sais minerais, potássio, nitrogênio e elevada

carga bioquímica de oxigênio, fatores que podem causar desequilíbrios no solo e danos às plantas quando descartada inadequadamente ou aplicada em excesso. A presença desses compostos interfere no metabolismo celular, na respiração e na germinação vegetal, justificando seu potencial fitotóxico e poluente ambiental (CEREDA, 2000).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes volumes de manipueira por vaso: T1 (0 mL – controle), T2 (100 mL), T3 (200 mL), T4 (300 mL), T5 (400 mL) e T6 (500 mL). A aplicação da manipueira foi realizada em dose única diretamente no solo dos vasos e, após um período de incubação de oito dias, procedeu-se ao transplântio das mudas.

Foram utilizadas mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), cultivar 'Manteiga', com 21 dias após a germinação, apresentando padrão uniforme de desenvolvimento, com aproximadamente três folhas completamente expandidas. As mudas foram obtidas de viveiro comercial localizado no povoado Serra Comprida, no município de Areia Branca, SE.

Durante a condução do experimento, a irrigação foi realizada manualmente, duas vezes ao dia (no período da manhã e da tarde), com fornecimento de água até atingir a capacidade de campo do solo em cada vaso. O controle fitossanitário foi realizado por meio de manejo manual e aplicação de repelentes naturais à base de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*).

As avaliações foram realizadas ao final do período experimental (especificar dias após o transplântio). As variáveis biométricas analisadas incluíram: diâmetro do caule ao nível do colo (mm) e massa fresca das cinco folhas mais desenvolvidas e fisiologicamente ativas (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando verificada significância, foi realizado análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR, conforme descrito por Daniel Furtado Ferreira (2011).

RESULTADOS

Como observado na Figura 1, a aplicação de manipueira influenciou positivamente o ganho de massa das folhas de couve, evidenciando uma tendência de aumento da biomassa em função do incremento das doses aplicadas. A análise gráfica demonstra uma relação linear crescente entre a dose de manipueira e a massa média das folhas, descrita pela equação $y = 0,0158x + 35,555$, com coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7607$), indicando que aproximadamente 76,07% da variação na massa pode ser explicada pela variação nas doses do resíduo.

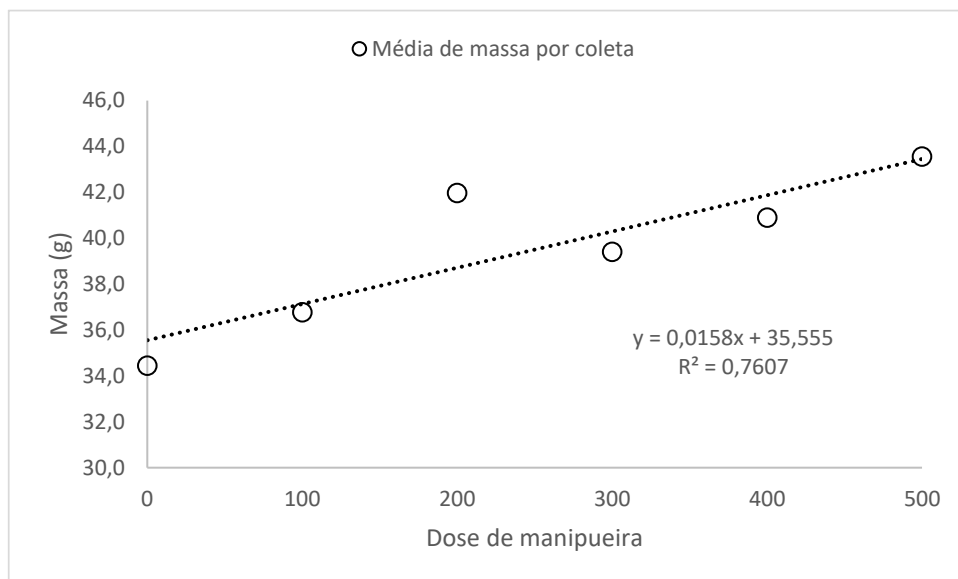


Figura 1- Variação da biomassa de couve-manteiga em função da dose de manipueira aplicada.
Figure 1 - Variation in collard green biomass as a function of the applied cassava wastewater dose.

De forma complementar, a Figura 2 apresenta o comportamento do diâmetro do caule em função das doses de manipueira. Observa-se uma tendência linear crescente, descrita pela equação $y = 0,0031x + 9,1902$, com coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8381$), indicando um ajuste ainda mais consistente em comparação ao observado para a massa foliar. Esse resultado sugere que o diâmetro do caule responde de forma mais previsível às doses aplicadas.

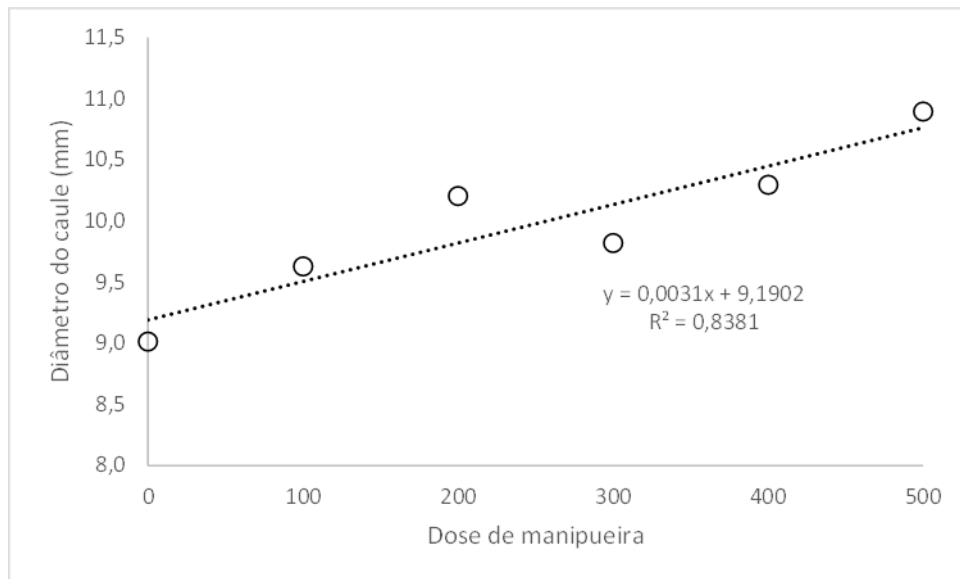


Figura 2- Variação do diâmetro do caule de couve-manteiga em função da dose de manipueira aplicada.

Figure 2 - Variation in the diameter of the stem of collard greens as a function of the dose of cassava wastewater applied.

DISCUSSÃO

Observa-se que, mesmo com certa dispersão dos pontos experimentais, há um padrão consistente de incremento da massa foliar à medida que se elevam as doses de manipueira (Figura 1). Esse comportamento sugere que o resíduo atua como fonte de nutrientes, contribuindo para o desenvolvimento vegetativo da cultura. A manipueira é reconhecida por apresentar elevada concentração de potássio, além de conter nitrogênio e outros nutrientes essenciais, o que pode justificar o aumento no acúmulo de biomassa observado.

Esses resultados estão em consonância com diversos trabalhos que apontam o potencial da manipueira como fertilizante alternativo na agricultura. De acordo com Cardoso et al. (2005), a manipueira apresenta elevada concentração de potássio e matéria orgânica, sendo capaz de promover incrementos no crescimento vegetal quando aplicada de forma controlada. Esse efeito também foi observado por Ponte (2001), que destaca o uso da manipueira como biofertilizante em culturas agrícolas, ressaltando sua eficiência no fornecimento de nutrientes.

Estudos conduzidos por Fioretto (2001) demonstraram que resíduos líquidos da mandioca, incluindo a manipueira, podem melhorar atributos químicos do solo e favorecer o desenvolvimento de plantas, especialmente em sistemas de produção de baixo custo. Em culturas como milho e feijão, resultados semelhantes foram relatados por Santos et al. (2010), evidenciando aumento no crescimento vegetativo e produtividade após aplicação de manipueira em doses adequadas.

No contexto de hortaliças, trabalhos com alface indicam que a aplicação de manipueira, quando devidamente diluída, promove aumento da biomassa foliar, resultado atribuído principalmente ao alto teor de potássio, elemento essencial para processos fisiológicos como a regulação osmótica e a fotossíntese (Silva et al., 2012). Filho et al. (2021), também verificaram efeito positivo da manipueira sobre variáveis produtivas da alface. Esses achados reforçam a tendência observada no presente estudo com a cultura da couve.

Entretanto, a literatura também alerta para possíveis efeitos fitotóxicos da manipueira, especialmente quando aplicada em altas concentrações. Segundo Ponte (2001), a presença de compostos cianogênicos pode causar danos às plantas se o resíduo não passar por tratamento ou diluição adequados. Isso pode explicar as variações observadas em doses intermediárias no presente experimento, sugerindo que há um limiar entre efeito benéfico e tóxico.

O aumento concomitante da massa foliar e do diâmetro do caule observado neste estudo evidencia uma relação funcional entre o crescimento vegetativo e o desenvolvimento estrutural das plantas. Esse padrão sugere que o maior acúmulo de biomassa nas folhas está associado à necessidade de maior suporte mecânico e eficiência no transporte de água, nutrientes e fotoassimilados, funções diretamente relacionadas ao espessamento do caule. De acordo com Taiz et al. (2017), o crescimento vegetal ocorre de forma integrada, sendo o desenvolvimento dos tecidos vasculares essencial para sustentar o aumento da área foliar e garantir o fluxo adequado de substâncias ao longo da planta. Além disso, o potássio — nutriente presente em elevada concentração na manipueira — desempenha papel fundamental na regulação osmótica e no transporte de assimilados, favorecendo tanto a expansão

foliar quanto o crescimento do caule (Marschner, 2012). Assim, os resultados obtidos indicam que a aplicação de manipueira promove um crescimento equilibrado da planta, no qual o aumento da massa foliar é acompanhado pelo fortalecimento estrutural do caule, refletindo uma resposta fisiológica coordenada às condições nutricionais mais favoráveis.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, os resultados obtidos corroboram o potencial da manipueira como insumo agrícola sustentável, evidenciando que sua aplicação promove não apenas o crescimento foliar, mas também o desenvolvimento estrutural das plantas. No entanto, as variações observadas entre os tratamentos destacam a importância do manejo adequado das doses, uma vez que a definição de concentrações ideais é fundamental para maximizar os benefícios agrônômicos e, ao mesmo tempo, minimizar riscos ambientais, efeitos fitotóxicos e possíveis limitações fisiológicas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE) pelo auxílio técnico e apoio financeiro e material.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, E. et al. Aproveitamento de resíduos da agroindústria da mandioca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2005.

CARDOSO, E. et al. Utilização de manipueira como fertilizante orgânico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2005.

CEREDA, M. P. (org.). *Resíduos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Fundação Cargill, 2000.

- FIETZ, C. R.; SALDANHA, E. C. M. Impactos ambientais da manipueira. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- FILHO, G. S. T. et al. Desenvolvimento inicial da alface em função de diferentes doses de biofertilizantes. Revista Científica Rural, Bagé, v. 23, n. 1, 2021.
- FIORETTO, R. A. Aproveitamento de resíduos da agroindústria da mandioca. Revista Agroecologia, 2001.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- MARSCHNER, P. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3. ed. London: Academic Press, 2012.
- PONTE, J. J. Manipueira: um subproduto da mandioca e suas aplicações. Brasília: Embrapa, 2001.
- PONTE, J. J. Uso da manipueira como insumo agrícola. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006.
- SANTOS, A. C. et al. Uso de manipueira na adubação de culturas agrícolas. Ciência Agronômica, 2010.
- SILVA, M. J. et al. Crescimento de alface sob aplicação de manipueira. Horticultura Brasileira, 2012.
- SOUZA, L. S. et al. Fertilização alternativa com resíduos orgânicos. Revista Ciência Agronômica, 2014.
- TAIZ, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.