

MORFOFISIOLOGIA DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA COM BIOFERTIZANTE DE MANIPUEIRA

THAIS APARECIDA ROCHA DA COSTA¹, VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA², THAIMARA RAMOS ANGELINO DE SOUZA³, THIAGO FILIPE LIMA DE ARRUDA⁴ e ANNA REBECA SILVA NÓBREGA⁵

¹Mestranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, ttchaisrochacosta@gmail.com;

²Dra. Profª. Titular, UFCG, Campina Grande-PB, vera.antunes.ufcg@gmail.com;

³Doutoranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, thai.angelino79@hotmail.com;

⁴Doutorando em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, thiago.filipe.la@gmail.com;

⁵Doutoranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, anna.rebsil@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
6 a 9 de outubro de 2025

RESUMO: Durante o processamento da mandioca são gerados resíduos, entre eles, a manipueira, líquido extraído da prensagem das raízes. Esse resíduo tem alto teor de potássio, o que o torna um potencial biofertilizante. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação da manipueira sobre a morfofisiologia do algodoeiro de fibra naturalmente colorida cv. 'BRS Verde'. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em casa de vegetação, distribuído em delineamento inteiramente casualizado, com três doses de manipueira (60, 80 e 100% manipueira) e a testemunha (100% mineral), com cinco repetições e uma planta por parcela. Foram avaliados a taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (TCR_{DC}), a taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCR_{AL}) e o déficit de saturação hídrica (DSH). As doses de 80 e 100% de manipueira proporcionou maior aumento nas taxas de crescimento relativo.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., potássio, água residuária de mandioca.

MORPHOPHYSIOLOGY OF COTTON PLANTS GROWN UNDER POTASSIUM FERTILIZATION WITH BIOFERTILIZER FROM CASSAVA WASTEWATER

ABSTRACT: During cassava processing, waste is generated, including cassava wastewater (manipueira), a liquid extracted from pressing the roots. This byproduct has a high potassium content, making it a potential biofertilizer. Given this, the objective of the study was to evaluate the effects of applying cassava wastewater on the morphophysiology of naturally colored fiber cotton plants, cultivar 'BRS Verde'. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande (UFCG), using a completely randomized design with three concentrations of cassava wastewater (60%, 80%, and 100%) and a control treatment (100% mineral fertilizer), with five replicates and one plant per plot. The relative growth rate of stem diameter (RGR_{SD}), relative growth rate of plant height (RGR_{PH}), and water saturation deficit (WSD) were evaluated. The 80% and 100% cassava wastewater treatments resulted in greater increases in relative growth rates.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., potassium, cassava wastewater.

INTRODUÇÃO

A mandioca tem grande relevância socioeconômica no Brasil, especialmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde representa fonte básica de alimento, renda e emprego para milhares de famílias (Guimarães et al., 2022). Entretanto, durante o processamento da mandioca, especialmente na produção de farinha e fécula, são gerados resíduos líquidos e sólidos. Um dos principais subprodutos é a manipueira, líquido extraído da prensagem das raízes (Oghenejoboh et al., 2021). Embora muitas vezes seja descartada inadequadamente, a manipueira possui alto teor de potássio e matéria orgânica, o que a torna um potencial biofertilizante quando submetida a tratamentos adequados, como a digestão anaeróbica (Torres et al., 2024).

Diante disso, o uso desse resíduo torna-se uma estratégia de manejo promissora como fonte de adubação potássica no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), planta pertencente à família Malvaceae, tem origem entre o México e a América Central e, hoje espalha-se em áreas tropicais e subtropicais de vários continentes (USDA, 2019). Produz a fibra têxtil mais importante, movimentando cerca de US\$ 12 bilhões por ano, sendo, o Brasil o maior exportador mundial da pluma de algodão (ABRAPA, 2025).

Estudos têm demonstrado resultados promissores com a aplicação do biofertilizante de manipueira, dentre eles, Anjos et al. (2024) e Souza et al. (2025) reforçaram que a adubação com manipueira proporcionou efeitos benéficos as plantas, atribuídos principalmente à elevada concentração de potássio presente nesse biofertilizante. Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de manipueira sobre a morfofisiologia do algodoeiro de fibra naturalmente colorida cv. ‘BRS Verde’.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de dezembro de 2024 e março de 2025, em casa de vegetação, na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEA, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, em Campina Grande, paraíba, situado nas coordenadas geográficas de 07°15’18” S, 35°52’28” W e altitude média de 550 m.

O experimento foi desenvolvido em lisímetros de drenagem, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três dose de manipueira (60, 80 e 100% manipueira) e a testemunha (100% mineral), com cinco repetições e uma planta por parcela, totalizando 20 unidades experimentais.

A condução do experimento foi feita em recipientes plásticos (vasos adaptados como lisímetros de drenagem) com 20 L de capacidade, o qual, na base foi feita uma abertura e instalado uma mangueira acoplada a um recipiente plástico com a capacidade de 2,0 L para coletar a água de drenagem. Os recipientes foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,5 e 1,0 m entre plantas na fileira e preenchidos com 0,5 g de brita e cobertos com tela de polipropileno, para evitar a obstrução do dreno pelo material de solo. Em seguida, foi adicionado 20 Kg de solo Franco Arenoso oriundo da cidade de Lagoa Seca – PB.

Os atributos físico-hídricos e químicos do solo, foram determinados de acordo com a metodologia de Texeira et al., (2017): matéria orgânica = 7,95 g/kg, potássio = 0,36 cmol./Kg, pH = 5,07 (1:2,5), condutividade elétrica (Suspensão do solo) = 0,13. Foram semeadas 5 sementes de algodão cv. ‘BRS Verde’ por vaso, aos 15 dias após a germinação foi realizado o desbaste deixando uma planta por vaso.

A adubação com macronutrientes seguiu as recomendações de Novais et al. (1991), com a aplicação de 100 mg de nitrogênio (N), 300 mg de fósforo (P) e 150 mg de potássio (K). As fontes utilizadas foram ureia para o N, fosfato monoamônico (MAP) para o P, e cloreto de potássio associado ao biofertilizante proveniente da água residuária da mandioca (manipueira) como fontes de K.

A manipueira foi submetida a um processo de digestão anaeróbica por 30 dias e, em seguida, foi realizada a análise para determinação da concentração de potássio, a fim de se calcular as doses correspondentes a cada tratamento, que foram preparadas com a diluição da manipueira na água no dia de cada aplicação. A aplicação de micronutrientes iniciou 15 dias após a germinação, utilizando o Dripsol® micro (Mg (1,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Zn (4,2%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,06%)) na concentração de 1 g L⁻¹.

Aos 63 e 78 dias foi feita as medições do diâmetro do caule e altura de planta, com base nisso, foram feitas as taxas de crescimento do caule (TCR_{DC}) e da altura da planta (TCR_{AP}) de acordo com metodologia de Benincasa (2003), a partir da equação: $TCR = (\ln A_2 - \ln A_1) / (T_2 - T_1)$, em que, TCR – taxa de crescimento relativo; A1 – variável no tempo t1; A2 – variável no tempo t2; T1 – tempo 1 em dias e T2 – tempo 2 em dias.

Aos 78 dias foi coletado folhas no terço médio das plantas para retirada de cinco disco foliares para determinação do déficit de saturação hídrica (DSH), através da pesagem da massa fresca (MF),

massa túrgida (MT) e massa seca (MS), com base na metodologia descrita por Barrs & Weatherley (1962). $DSH = ((MT-MF)/(MT-MS)) \times 100\%$, onde: DSH – déficit de saturação hídrica (%); MF – massa fresca de folha (g); MT – massa túrgida (g) e MS – massa seca (g).

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade (Levene et al., 1960; Shapiro & Wilk 1965). Na sequência as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de manípueira influenciaram significativamente a taxa de crescimento relativo (TCR_{DC}), taxa de crescimento relativo (TCR_{AP}) e déficit de saturação hídrica (DSH).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo do DC (TCR_{DC}), taxa de crescimento relativo da AP (TCR_{AP}) e déficit de saturação hídrica (DSH) do algodoeiro sob diferentes doses de adubação com manípueira 78 DAS.

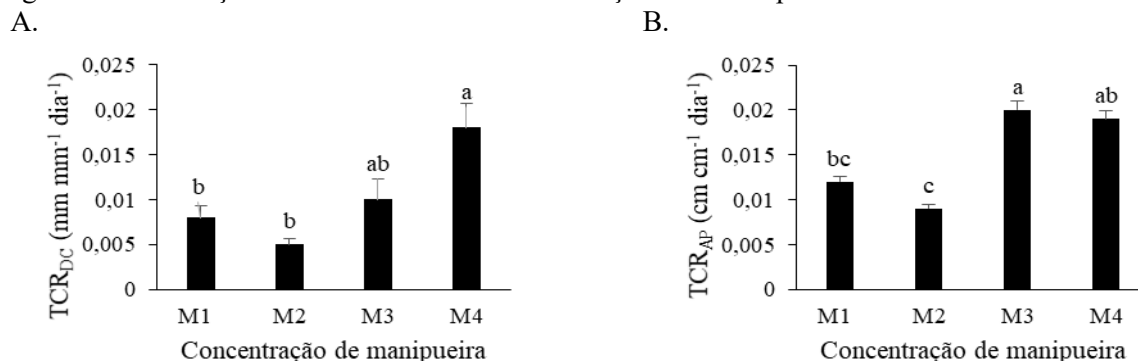
FV	GL	Quadrados médios		
		TCR_{DC}	TCR_{AP}	DSH
Manípueira	3	0,00016**	0,00015**	202,22**
Resíduo	16	0,00001	0,00002	9,98
CV (%)	-	15,14	17,04	18,47

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** – significativo a $p \leq 0,01$, pelo teste F.

Para a taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (Figura 1A), a adubação com 100% de manípueira (M4) foi observado média de $0,018 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ um aumento de 55,56% em relação a adubação mineral (M1). Para a taxa de crescimento relativo da altura da planta (Figura 1B), as doses de 80% ($0,02 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e 100% ($0,019 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) de manípueira, tiveram um aumento nas médias de 40 e 36,84%, respectivamente, em relação a mineral ($0,012 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Os aumentos das taxas de crescimento relativo indicam o maior crescimento vegetal e pode estar relacionado com os compostos presentes na manípueira, como o potássio, além de outros nutrientes (Anjos et al. 2024).

O potássio está presente em diversas funções no metabolismo da planta ele promove o controle da turgidez celular, ativa enzimas envolvidas no processo de fotossíntese, e regulagem dos processos de abertura e fechamento de estômatos (Taiz et al., 2017). Anjos et al. (2024), ao estudarem as doses de 40, 60, 80 e 100 kg ha^{-1} , constaram que a manípueira promoveu efeitos benéficos em todas as variáveis de crescimento, com destaque para as doses de 60 e 80 kg ha^{-1} .

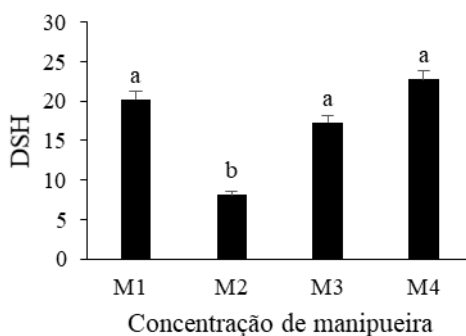
Figura 1. Taxa de crescimento relativo - TCR_{DC} (A), taxa de crescimento relativo - TCR_{AP} (B) do algodoeiro em função das diferentes doses de adubação com manípueira.



M1 = 100% mineral; M2 = 60% manípueira; M3 = 80% manípueira; M4 = 100% manípueira; As médias com as mesmas letras minúsculas indicam que não há diferenças significativas entre as doses de adubação pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

O déficit de saturação hídrica (Figura 2) obteve médias estatisticamente semelhante nas adubações M1, M3 e M4 com 20,24, 17,34 e 22,8%, respectivamente. Quando adubadas com a concentração de 60% manipeira (M2), as plantas apresentaram média menor (8,15%) em relação a adubação mineral. O DSH reflete nas condições hídricas das plantas, menor valor desse parâmetro indica maior hidratação do protoplasma (Taiz et al., 2017). No entanto, ao comparar o DSH nas doses de 60% (M3) e 100% de manipeira (M4) com as taxas de crescimento relativo, nota-se que os maiores valores não influenciaram na expansão e divisão celular.

Figura 2. O déficit de saturação hídrica – DSH (C) do algodoeiro em função das diferentes doses de adubação com manipeira.



M1 = 100% mineral; M2 = 60% manipeira; M3 = 80% manipeira; M4 = 100% manipeira; As médias com as mesmas letras minúsculas indicam que não há diferenças significativas entre as doses de adubação pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

CONCLUSÃO

As doses de 80 e 100% de manipeira proporcionaram maiores taxas de crescimento relativo do diâmetro do caule e altura de planta dos algodoeiros, enquanto a aplicação de 60% de manipeira diminui o déficit de saturação hídrica.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Algodão no Mundo, 2025. Disponível em: <https://abrapa.com.br/>. Acesso em: 05 jul. 2025.
- Anjos, P. M. dos; Lima, V. L. A. de; Azevedo, C. A. V. de; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Zonta, J. H.; Joaquim, A. A. Morfofisiologia de cultivares de gergelim submetidos a adubação potássica orgânica e mineral. Caderno Pedagógico, v. 21, p. e7543-e7543, 2024.
- Benincasa, M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: Funep, 41 p. 2003.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, v.37, p.529-535, 2019.
- Guimarães, D. L. F.; Silva, R. N. da; Andrade, H. M. L. S. da; Andrade, L. P. de. Cadeia produtiva da mandioca no território brasileiro inovações e tecnologias uma revisão sistemática da literatura: uma revisão sistemática da literatura. Diversitas Journal, v. 7, p. 0017-0025, 2022.
- Levene, Howard et al. Contributions to probability and statistics. Essays in honor of Harold Hotelling, v. 278, p. 292, 1960.
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. (Ed.) - Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa SEA, p. 189-225, 1991.
- Oghenejoboh, K. M.; Orugba, H. O.; Oghenejoboh, U. M.; Agarry, S. E. Value added cassava waste management and environmental sustainability in Nigeria: a review. Environmental Challenges, v.4, 100127, 2021.

- Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v. 65, p. 591-611, 1965.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*, v. 6, 2017.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.) *Manual de métodos de análise de solo*. Embrapa, 3 ed., 573p. 2017.
- Torres, J. L. R.; Vieira, D. M. D. S.; Barreto, A. C.; Charlo, H. C. D. O.; Loss, A.; Thuler, R. T.; Thuler, R. T.; Camargo, R. de; Lemes, E. M. Curly lettuce production using cassava wastewater as a potassium source. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*, v. 28, p. e278380, 2024.
- USDA - United States Department of Agriculture. Cotton outlook, 2019. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/forum/2019/outlooks/Cotton.pdf> . Acessado em 05 jul. 2025.