

FEIJÃO-CAUPI FERTIRRIGADO COM ESGOTO SANITÁRIO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

EDCÁSSIO DIAS ARAÚJO ¹, LUCAS BORGES FERREIRA ²,
ALISSON CARRARO BORGES ³, FERNANDO FRANÇA DA CUNHA ⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, D.S. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, edcassio.araujo@ufv.br

² Engenheiro Agrônomo, D.S. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, lucas.b.ferreira@ufv.br

³ Engenheiro Civil, D.S. Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal de Viçosa, borges@ufv.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, D.S. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, fernando.cunha@ufv.br

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produção de feijão-caupi submetido a esgoto sanitário aplicado por gotejadores com diferentes vazões e profundidades de instalação. Os gotejadores foram posicionados em diversas profundidades (0 a 30 cm) e operaram com vazões de 1,6 e 3,8 L h⁻¹. O feijão-caupi foi cultivado em vasos com solo argiloso, utilizando esgoto sanitário sintético com base no limite máximo de adubação nitrogenada. O manejo da irrigação foi controlado pela umidade do solo, monitorada por sondas TDR. As vazões dos gotejadores não afetaram as características agrônômicas do feijão-caupi. O aumento da profundidade dos gotejadores não afetou a emissão de CO₂, aumentou a temperatura do solo e reduziu o fluxo de água no solo e a produção de grãos do feijão-caupi. Conclui-se que as vazões dos gotejadores não impactam as características agrônômicas do feijão-caupi e o aumento da profundidade dos gotejadores afeta negativamente a cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Fertirrigação, Irrigação localizada, *Vigna unguiculata*.

COWPEA FERTIRRIGATED WITH SANITARY SEWAGE BY SUBSURFACE DRIP

ABSTRACT: The objective was to evaluate cowpea production by applying sanitary sewage through drippers operating with different flow rates and installation depths. The drippers were positioned at different depths (0 to 30 cm) and operated with flow rates of 1.6 and 3.8 L h⁻¹. Cowpea was grown in pots with clayey soil, using synthetic sanitary sewage based on the maximum nitrogen fertilizer limit. Irrigation management was controlled by soil moisture, monitored by TDR probes. Dripper flows did not affect the agronomic characteristics of cowpea. Increasing the depth of the drippers did not affect CO₂ emissions, increased soil temperature and reduced soil water flow and cowpea grain production. It is concluded that the flow rates of the drippers do not impact the agronomic characteristics of cowpea and the increase in the depth of the drippers negatively affects the crop.

KEYWORDS: Fertigation, Localized irrigation, *Vigna unguiculata*.

INTRODUÇÃO: O gotejamento superficial (GS) e subsuperficial (GSS) são sistemas de irrigação que aplicam uniformemente a água e nutrientes diretamente na zona radicular das plantas por meio de emissores e em intervalos frequentes. O GS e GSS facilitam o uso de água de menor qualidade, pois esses sistemas apresentam alta eficiência de irrigação. Essa característica é fundamental para a disposição de esgoto sanitário na agricultura, pois reduz dispersão de patógenos, odores e contato animal e humano. Entretanto, um aspecto importante a ser considerado nesses sistemas de irrigação é a profundidade de instalação dos gotejadores, pois, se instalado de maneira equivocada pode afetar o transporte e a distribuição da umidade no solo (ROCHA et al., 2024). Considerando a importância da disposição segura de esgoto sanitário via gotejamento, é interessante associar seu estudo com culturas de importância econômica e social, como por exemplo, o feijão-caupi. Esse grão constitui uma das principais fontes de proteína vegetal, desempenhando um importante papel na alimentação humana e na geração de emprego e renda. Além disso, o feijão-caupi é uma cultura de ciclo curto e possui baixas exigências hídrica e de fertilidade do solo (FAROOQ et al., 2020). Diante dos problemas atuais de disponibilidade de água versus produção de alimento, torna-se imprescindível o estudo de técnicas alternativas e mais sustentáveis de produção agrícola, como a disposição de esgoto sanitário por meio do gotejamento instalado em diferentes profundidades no cultivo do feijão-caupi. Dessa forma, objetivou-se no presente estudo avaliar as características agrônômicas do feijão-caupi fertirrigado com esgoto sanitário sintético por gotejadores de diferentes vazões e instalados em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em casa de vegetação instalada no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa-MG. O período do trabalho foi de agosto de 2019 a fevereiro de 2020. Os valores médios diários de temperatura do ar, radiação solar e umidade relativa foram de 20,9 °C, 16,6 MJ m⁻² d⁻¹ e 80,9%, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram em emissores operando com vazões de 1,6 L h⁻¹ e 3,8 L h⁻¹. As subparcelas foram compostas pelas profundidades de instalação dos gotejadores: 0 (GS), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 cm (GSS). Os gotejadores utilizados foram do modelo AmnonDrip PC AS (autocompensante e antisifão) da marca NaanDanJain®. As unidades experimentais foram compostas por vasos cultivados com duas plantas de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque. Os vasos possuíam volumes de 65 L, com altura de 60,5 cm e diâmetros inferior e superior de 30 e 44 cm, respectivamente. Os vasos foram preenchidos com solo de barranco até a altura de 55 cm, deixando assim uma borda de 5,5 cm. O volume útil de solo foi de 58,9 L e a área útil a nível do solo foi de 0,1434 m². Para simular o esgoto sanitário (ES), utilizou-se uma solução de origem sintética (NOPENS et al., 2001). A adubação e fertirrigação do feijão-caupi foi calculada com base nos resultados da análise química do solo. Todo o nitrogênio e parte do potássio e fósforo foram aplicados via esgoto sanitário sintético (ESS), considerando o nitrogênio como elemento limitante. O restante do fósforo e potássio foram aplicados na semeadura do feijão-caupi. As aplicações de ESS foram iniciadas aos 24 dias após a semeadura, realizando-se uma aplicação a cada 4 dias, totalizando 7 aplicações de ESS ou 8,26 L de ESS por vaso. O manejo da irrigação foi realizado por meio do balanço hídrico do solo. Diariamente efetuava-se o monitoramento da umidade inserindo sondas de TDR nas laterais dos vasos em cinco profundidades (7,5; 15; 22,5; 30; 37,5 cm). O tratamento com sistema de GS foi usado como padrão para calcular a demanda hídrica para os demais tratamentos, padronizando assim o volume de água aplicado em todas as parcelas. Todo o volume de ESS aplicado, calculado pelo elemento limitante, foi insuficiente para atender a demanda hídrica de todo o ciclo de cultivo do feijão-caupi. Dessa forma, houve complementação com água de boa qualidade para reposição daquela água perdida por evapotranspiração nos vasos. As avaliações de emissão de CO₂ e fluxo de vapor de água foram realizadas quando todos os tratamentos estavam na fase reprodutiva, com o auxílio de

um analisador de gases de infravermelho (Infrared Gas Analyzer - IRGA, marca ADC BioScientific Ltd, modelo LC-Pro+). As medições foram realizadas diretamente no solo com o auxílio de um cilindro metálico inserido no perfil do solo, sob condições naturais de temperatura e concentração de CO₂ do ar. A temperatura do solo foi medida com um termômetro digital de infravermelho. A produção de grãos por planta foi corrigida para 13% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo a 5% de probabilidade, realizou-se a análise de regressão para o fator profundidade de instalação dos gotejadores. A escolha dos modelos foi feita com base na significância dos parâmetros da regressão, verificada pelo teste t a 5% de probabilidade, e pela capacidade do modelo em explicar o comportamento da variável estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As variáveis fluxo de vapor de água (WFlux), temperatura da superfície do solo (T solo) e produção de grãos por planta (Produtividade) do feijão-caupi foram influenciadas significativamente pelas profundidades de instalação dos gotejadores. No entanto, a emissão de CO₂ do solo não foi influenciada pela profundidade de instalação dos gotejadores e nenhuma das variáveis mencionadas foram influenciadas pelas vazões estudadas (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo da análise de variância da emissão de CO₂ (NCER), fluxo de vapor de água (WFlux), temperatura da superfície do solo (T solo) e produção de grãos por planta (Produtividade) de feijão-caupi fertirrigado com esgoto sanitário sintético aplicado por gotejadores operando com diferentes vazões (Q) e profundidades de instalação (Prof.)

Variáveis	Fontes de variação			CV (%)
	Q	Prof.	Q * Prof.	
NCER	3,30E-1 ^{ns}	2,25E-1 ^{ns}	1,06E-1 ^{ns}	42,33
WFlux	2,58E-3 ^{ns}	1,19E-2*	5,55E-4 ^{ns}	29,05
T solo	2,54E-1 ^{ns}	2,09E+1*	2,59E+0 ^{ns}	5,25
Produtividade	1,53E+1 ^{ns}	8,73E+2*	2,31E+1 ^{ns}	15,37

CV - coeficiente de variação. Quadrados médios seguidos de * são significativos a 0,1% e ^{ns} não significativo pelo teste F.

O fluxo de vapor de água decresceu em função do aumento da profundidade de instalação dos gotejadores, ajustando assim modelo quadrático para explicar o comportamento dessa variável (Figura 1). De acordo com a equação de regressão, a profundidade do gotejador de 25,9 cm minimizou o fluxo de vapor de água, resultando no valor de 0,082 mmol m⁻² s⁻¹. Para GS (0 cm) o fluxo de vapor de água foi de 0,199 mmol m⁻² s⁻¹ e reduziu 20,5% e 57,3% para as profundidades de instalação dos gotejadores de 5 e 30 cm, respectivamente. Em consequência disso, a temperatura da superfície do solo aumentou linearmente em função do incremento da profundidade de instalação dos gotejadores (Figura 1). A temperatura da superfície do solo foi menor para o tratamento com GS, sendo de 29 °C.

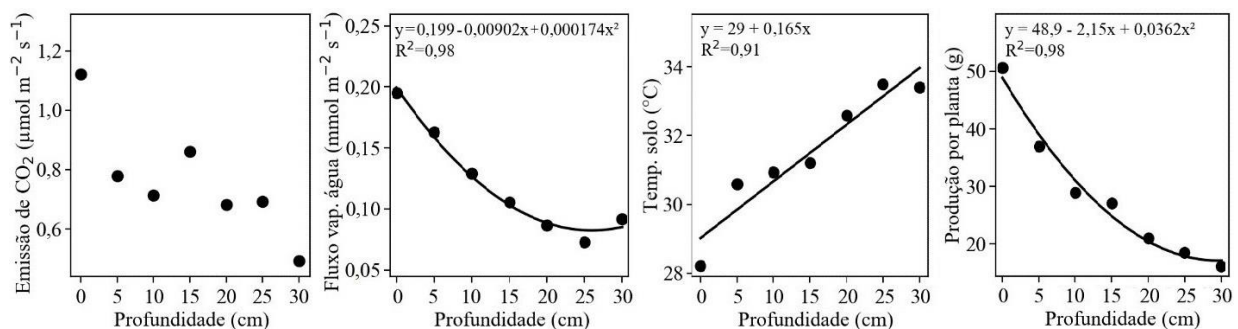


FIGURA 1. Emissão de CO₂, fluxo de vapor de água, temperatura da superfície do solo e produção de grãos por planta do feijão-caupi fertirrigado com esgoto sanitário sintético aplicado por gotejadores instalados em diferentes profundidades.

O aumento da profundidade de instalação dos gotejadores também reduziu a produção de grãos do feijão-caupi (Figura 1). De acordo com a equação de regressão, a profundidade do gotejador de 29,7 cm minimizou a produção de grãos por planta, resultando no valor de 16,98 g. A irrigação e fertirrigação com ESS pelo sistema de GS propiciou uma produção de grãos por planta de 48,90 g. Para a instalação do gotejador a 5 e 30 cm de profundidade, a produção de grãos reduziu 18,6% e 56,1% em relação ao GS, respectivamente. O aprofundamento dos gotejadores acarreta redução na disponibilidade de água na camada de solo de 0-20 cm. Isto ocorre porque o sistema de GSS apresenta uma dinâmica de água no solo diferente da apresentada pelo sistema GS. Essa dinâmica impacta no conteúdo de água do solo e, possivelmente, interfere negativamente na absorção dos nutrientes aplicados via superfície, por meio da calagem e adubação de plantio. A redução do fluxo de vapor de água em função do aumento da profundidade de instalação dos gotejadores é devido à redução de água nas camadas superiores do solo. A uniformidade de distribuição da umidade do solo exerce uma importante influência nos fatores ambientais, como disponibilidade de nutrientes, pH e temperatura das zonas radiculares das culturas (WANG et al., 2018), afetando assim o crescimento radicular e a produtividade da cultura. Outro fator importante da umidade próximo da superfície do solo é a regulação térmica. Essa condição é favorável para a germinação e estabelecimento adequado do feijão-caupi nos períodos mais quentes do ano, pois, a água presente na superfície ameniza a temperatura do solo (ARAÚJO et al., 2024). A menor temperatura do solo proporciona redução no estrangulamento do hipocótilo e minimiza outros danos físico-químicos que podem ser ocasionados às plântulas e comprometer negativamente o seu estabelecimento. A faixa de calor considerada ótima para o feijão-caupi está compreendida entre 20 e 30 °C (NUNES et al., 2019). Diante disso, e analisando a Figura 1, observa-se que apenas o tratamento com o sistema GS está dentro dessa escala. O umedecimento da superfície do solo com o gotejo superficial também apresenta suas desvantagens. Uma delas seria a maior perda de água para a atmosfera via evaporação. Outra desvantagem é o favorecimento do banco de semente de plantas daninhas, contribuindo assim, com o seu estabelecimento e desenvolvimento. No entanto, essa condição não foi suficiente para comprometer a produção do feijão-caupi em relação aos demais tratamentos.

CONCLUSÕES: As vazões dos gotejadores aplicando água residuária de esgoto sanitário em profundidade não afetaram as respostas do feijão-caupi. O aumento da profundidade de instalação do gotejador influencia negativamente a produção de grãos e o desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi cultivado em solo argiloso e em casa de vegetação.

AGRADECIMENTOS: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq) – Processo 308769/2022-8.

REFERÊNCIAS:

- ARAÚJO, E. D. et al. Superabsorbent polymers and sanitary sewage change water availability during the cowpea emergence phase. *Nativa*, v. 12, p. 37-48, 2024.
- FAROOQ, M. et al. Integrated use of seed priming and biochar improves salt tolerance in cowpea. *Scientia Horticulturae*, v. 272, 109507, 2020.
- NOPENS, I. et al. **Stability analysis of a synthetic municipal wastewater**. University of Gent, Belgium, 2001. 22p.
- NUNES, L. R. L. et al. Germination and vigour in seeds of the cowpea in response to salt and heat stress. *Caatinga*, v. 32, p. 143-151, 2019.
- ROCHA, M. O. et al. Predicting the spatial distribution of water applied by subsurface drip in clay soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 28, e277102, 2024.
- WANG, J. et al. Subsurface drip irrigation enhances soil nitrogen and phosphorus metabolism in tomato root zones and promotes tomato growth. *Applied Soil Ecology*, v. 124, p. 240-251, 2018.