

UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO COM APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PROCESSAMENTO DE MANDIOCA¹

E. HERMES², M. A. VILAS BOAS³, M. PALHARI JUNIOR⁴

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi avaliar a uniformidade da fertigação com água residuária de processamento de mandioca em um sistema de irrigação por gotejamento. O trabalho foi realizado no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, pertencente à UNIOESTE, na cidade de Cascavel-Paraná. Foram simulados 25 ensaios de fertigação com a aplicação de uma carga hidráulica de 1,5 m. Foram avaliados os coeficientes de variação de vazão (CVQ), de uniformidade de emissão (UE) e de uniformidade de Christiansen (CUC). Para o CVQ os dados variaram entre bom e excelente, a UE e o CUC obtiveram médias que indicam uma fertigação classificada como aceitável a boa.

PALAVRAS-CHAVE: carga hidráulica, fertigação, variação de vazão.

UNIFORMITY OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM WITH APPLICATION OF CASSAVA PROCESSING WASTEWATER

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the fertigation uniformity with cassava processing wastewater into a drip irrigation system. The work was carried out in the Experimental Center of Agricultural Engineering, belonging to UNIOESTE, in Cascavel - Paraná. Were simulated 25 fertigation tests by applying a hydraulic load of 1,5 m. Were evaluated the coefficients of flow variation (CV), emission uniformity (EU) and Christiansen uniformity (CU). The results showed a flow reduction over time, with an average of 18,8%. For CV the data varied from good to excellent, the EU and CU obtained averages that indicate a fertigation classified as acceptable to good.

KEYWORDS: hydraulic load, fertigation, flow variation.

INTRODUÇÃO

A fertigação é conceituada como o processo de aplicação simultânea de água e fertilizantes, por meio de um sistema de irrigação, utilizada para complementar a adubação

¹ Parte da Dissertação da primeira autora.

² Tecnóloga Ambiental. Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP: 85814-110, Cascavel-PR. e-mail: elianehermes@yahoo.com.br.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Prof. Adjunto, RHESA/CCET, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel – PR.

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Cascavel-PR.

durante o processo de plantio. Na irrigação por gotejamento, a fertigação torna-se mais eficiente em comparação a outros métodos devido à aplicação da água diretamente no sistema radicular da planta (KOETZ et al., 2006).

Com a diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, há a necessidade da utilização de águas de qualidade inferior e com o aumento do volume de águas residuárias, sua aplicação na agricultura é considerada uma alternativa na irrigação, sendo que esta prática vem crescendo significativamente principalmente em países que sofrem com a falta de água doce (AL-ABSI et al., 2008).

A água residuária de processamento de mandioca apresenta-se como um líquido de aspecto leitoso, de cor amarelo-claro proveniente das raízes da mandioca, devido a sua prensagem para obtenção da fécula ou farinha de mandioca. É uma importante fonte de nutrientes, já que dispõe de concentrações significativas de nitrogênio, fósforo e principalmente potássio, favorecendo o desenvolvimento de culturas, sendo que sua aplicação vem trazendo resultados satisfatórios para os agricultores que a utilizam como substituto aos fertilizantes comuns (FIORETTO, 2001).

SARAIVA et al. (2007) estudaram o uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido e de um modo geral, a irrigação com água residuária tratada por sistema de lagoas, proporcionou aumento em todos os parâmetros químicos do solo, para todos os tratamentos aplicados.

A uniformidade de aplicação de água influencia diretamente na produção agrícola, e na minimização de gastos com água e energia, sendo o principal fator a ser considerado e o mais utilizado na determinação da aceitabilidade da irrigação. LI et al. (2006) destacam a importância da uniformidade na fertigação, pois sua ausência implica na redução da qualidade da irrigação, causando contaminação e degradação do solo.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da fertigação com água residuária de processamento de mandioca por meio de sua caracterização físico-química e determinação dos coeficientes de uniformidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em área plana, sem cobertura vegetal, localizada no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola (NEEA), no município de Cascavel - Paraná,

pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), entre os meses de outubro a dezembro de 2009.

O sistema de irrigação utilizado foi o KIF NET – Kit de Irrigação Familiar da Netafim, aplicado em uma área de 96 m² (6 x 16 m), constituído por um tubo gotejador Micro Drip que apresenta a equação $q \text{ (L h}^{-1}\text{)} = 0,2094 H \text{ (kPa)}^{0,49}$, com espaçamento de 0,3 m entre os gotejadores e vazão controlada de 0,65 L h⁻¹ a cada 0,3 m. A área possuía 7 linhas laterais em nível, proporcionando uma vazão total média de 240 L h⁻¹. Também foi instalado um filtro de tela plástica de 1” junto ao reservatório, visando um pré-tratamento em termos de sólidos.

O sistema era composto de um reservatório de 500 L para o armazenamento da água residuária de processamento de mandioca, operando com a carga hidráulica de 1,5 m, sugerida pelo fabricante do equipamento de irrigação.

Foram realizados 25 ensaios de fertigação com água residuária de processamento de mandioca, com média de 1 h cada, com tempo de coleta de 5 min para cada ponto amostrado, mantendo-se as mesmas características de operação em todos os ensaios. A pressão foi medida por meio da utilização de um manômetro digital ITMPD-15 Instrutemp Modelo 8215 com precisão de $\pm 0,3\%$ à $\pm 25^\circ\text{C}$, sendo esta medida em triplicata a cada ensaio.

A água residuária bruta era proveniente de uma fecularia do município de Toledo – PR. Para sua caracterização foram considerados os parâmetros de pH, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos (SD), turbidez e sólidos suspensos (SS). Este último parâmetro apresentou uma concentração muito acima do recomendável para aplicação via fertigação em sistemas por gotejamento. Desta forma optou-se por utilizá-la diluída numa proporção de 1:50 de água durante os ensaios, para que esta apresentasse uma concentração de sólidos suspensos na faixa entre 50 e 100 mg L⁻¹, classificada como de risco moderado ao entupimento (NAKAYAMA & BUCKS, 1986). A Tabela 1 apresenta a caracterização da água residuária de processamento de mandioca aplicada nos ensaios de fertigação.

TABELA 1. Caracterização da água residuária de processamento de mandioca utilizada nos ensaios de fertigação.

Características	Água residuária bruta diluída (1:50)
Temperatura (°C)	22
pH	5,7
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,08
Sólidos dissolvidos (mg. L ⁻¹)	51,2
Turbidez (UNT)	148
Sólidos suspensos (mg. L ⁻¹)	99,60

A metodologia utilizada para a coleta das vazões foi a proposta por KELLER & KARMELI (1974), totalizando 16 valores de lâmina. Os critérios aplicados neste estudo seguiram os utilizados por LIU & HUANG (2009) que são a média da vazão (\bar{q}) do emissor, o coeficiente de variação de vazão (CVQ) do emissor, a uniformidade de emissão (UE) e o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de vazão versus pressão e a equação de ajuste estão dispostas na Figura 1. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 85,39%, o que significa que o modelo ajustado explicou 85,39% da variação na variável resposta Y (vazão). As médias de pressão fornecidas pelo sistema de irrigação durante a realização dos ensaios encontravam-se entre 8,4 e 9,0 kPa.

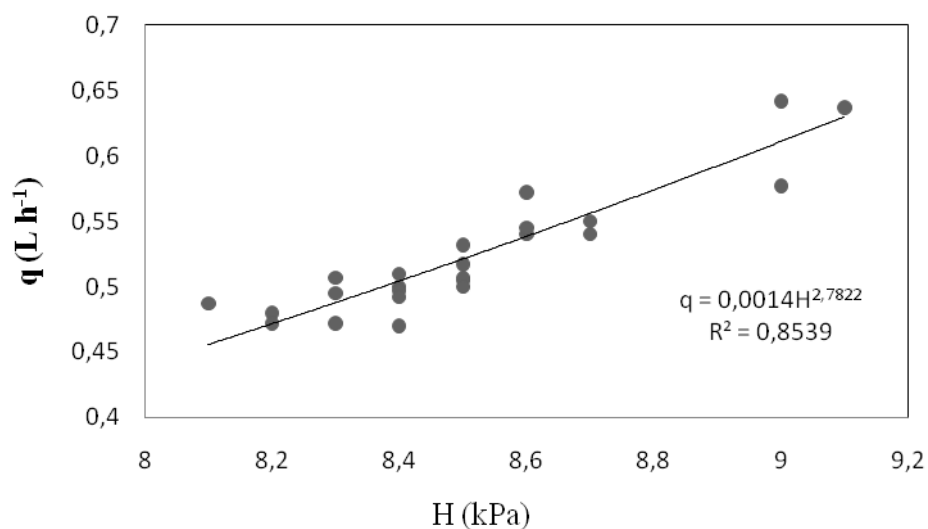


FIGURA 1. Relação entre Vazão e Pressão.

O filtro de tela plástica proporcionou uma redução da turbidez da água residuária entre 37,97 e 61,65% quando comparada com a caracterização inicial. Esta eficiência na remoção da turbidez diminuiu o risco de entupimento, sendo estas porcentagens inferiores as obtidas por PUIG-BARGUÉS et al. (2010) que encontraram eficiências entre 61 e 71%, utilizando um filtro eletromagnético na saída do sistema de filtração.

A Tabela 2 apresenta o comportamento do sistema com relação à uniformidade no decorrer dos ensaios. O CVQ para todos os dados foram classificados como uma irrigação

muito boa, já que estão entre 0,10 e 0,20%. LI et al. (2006) determinaram a uniformidade da fertigação por gotejamento e obtiveram valores de CVQ de 0,276%, superiores aos relatados neste estudo e classificados segundo PEIXOTO et al. (2005) como aceitáveis.

TABELA 2. Estatística descritiva dos dados coletados em campo.

Análise	Pressão (kPa)	q média (L h ⁻¹)	CVQ (%)	UE (%)	CUC (%)
Média	8,53	0,53	0,15	79,72	88,67
Desvio Padrão	0,27	0,05	0,02	3,76	1,54
Coeficiente de Variação (%)	3,13	9,76	12,89	4,72	1,74
Mínimo	8,10	0,47	0,10	68,53	85,80
Máximo	9,10	0,64	0,18	88,23	91,90

A UE obteve 10 ensaios com valores que indicam uma fertigação aceitável e os demais dados promoveram uma classificação boa para o sistema. LIU & HUANG (2009) em testes laboratoriais com efluente doméstico tratado obtiveram índices médios de UE de 81,4%, próximos aos obtidos neste trabalho.

Nos valores obtidos para o CUC, 4 fertigações encontram-se acima de 90% e o restante está entre 80 e 90%, sendo que no geral os valores indicam uma fertigação que variou entre aceitável e muito boa. BAUMGARTNER et al. (2007) aplicaram águas residuárias da piscicultura e suinocultura, sendo que no tratamento com efluentes de peixes os valores de CUC foram acima de 85% e para os efluentes de suínos, o CUC foi de 74,05%, indicando que este apresenta maior potencial de entupimento de gotejadores.

CONCLUSÕES

O coeficiente de determinação para regressão potencial entre vazão e pressão foi de 85,39%.

Os dados foram classificados entre bom e excelente para o CVQ, enquanto que para a UE e o CUC as médias indicam uma fertigação classificada como aceitável a boa.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo: 574153/2008) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ABSI, K.M.; AL-NASIR, F.M.; MAHADEEN, A.Y. Mineral content of three olive cultivars irrigated with treated industrial wastewater. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.96, n.4, p.616-626, 2008.
- BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S.C.; SILVA, T.R.; TEO, C.R.P.A.; VILAS BOAS, M.A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163, 2007.
- FIORETTO, R.A. Uso direto da manipeira em fertirrigação. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v. 4. Fundação Cargill. São Paulo, 2001.
- KELLER, J.; KARMEI, D. Trickle irrigation design parameters. *Transaction of the. ASAE*, St Joseph, v.17, n.4, p.678-684, 1974.
- KOETZ, M.; COELHO, G.; DA COSTA, C.; LIMA, E.P. DE SOUZA, R.J. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface-americana em ambiente protegido. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.3, p.730-737, 2006.
- LI, J.; MENG, Y.; LI, B. Field evaluation of fertigation uniformity as affected by injector type and manufacturing variability of emitters. *Irrigation Science*, Heidelberg, v.25, n.2, p.117-125, 2006.
- LIU, H.; HUANG, G. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.96, n.5, p.745-756, 2009.
- NAKAYAMA, F.S; BUCKS, D.A. Trickle irrigation for crop production: Design, operation and management. Amsterdam: Elsevier, 1986. 164p.
- PEIXOTO, J.F.S.; CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.O.C. Uniformidade de distribuição da fertirrigação no distrito de irrigação Platô de Neópolis. *Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v.5, n.2, 2005.
- PUIG-BARGUÉS, J.; ARBAT, G.; ELBANA, M.; DURAN-ROS, M.; BARRAGÁN, J.; CARTAGENA, F. R. de.; LAMM, F.R. Effect of flushing frequency on emitter clogging in microirrigation with effluents. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.97, n.6, p.883-891, 2010.
- SARAIVA, F.Z.; SAMPAIO, S.C.; SILVESTRE, M.G.; QUEIROZ, M.M.F.; NÓBREGA, L.H.P.; GOMES, B.M. Uso da manipeira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. *Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.30-36, 2007.