

ANÁLISE TÉCNICA E AVALIAÇÃO DE CUSTOS DE SISTEMA DE INJEÇÃO DE FERTILIZANTE TIPO VENTURI

D. R. Soprani da Silveira Araújo, douglassoprani@ifes.edu.br¹

K. Eler dos Santos, karolinyeler@gmail.com¹

R. S. C. Fiorido, rodrigofiorido@gmail.com¹

M.O. dos Santos, michel.saints@gmail.com¹

N. H. B. Santana, nelson.santana@ifes.edu.br¹

L. Marquardt, lcsmarquardt@gmail.com¹

Z. B. C. Antônio, antonio.zancanella@ifes.edu.br

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus São Mateus, BR 101, Km 58, São Mateus, ES, BR. Departamento de Engenharia Mecânica

Resumo: Neste trabalho propõe-se avaliar a viabilidade econômica e técnica da injeção de fertilizantes pelo dispositivo Venturi, aplicada à lavoura de café Conilon (*Coffea Canephora*) na região norte do Espírito Santo. A região teve, em 2015, a maior produção desta variedade, porém, vem sofrendo com os efeitos das mudanças climáticas. Isto fez com que a produção de 2016 apresentasse uma queda de 32,4% comparada ao ano anterior. A crise hídrica que acometeu a região de 2014 a 2017 tem impulsionado a implantação de métodos que otimizam o uso da água e de fertilizantes, como a fertirrigação. Das alternativas disponíveis para a injeção de fertilizantes, o injetor tipo Venturi apresenta-se como uma opção simples e de baixo custo, no entanto é considerado o instrumento de injeção dependente do maior número de parâmetros hidráulicos, como a vazão e as pressões à jusante e à montante. Por isto, quando se deseja explorar melhor os potenciais deste instrumento, torna-se necessária a avaliação em caso particular de sistema de irrigação. Este estudo, então, realizou modelagem do sistema de fertirrigação, ensaios hidráulicos com o dispositivo Venturi, comparação econômica e técnica do dispositivo estudado com outros métodos de injeção aplicáveis como bomba centrífuga e bomba peristáltica. A partir dos cálculos e dos testes realizados constatou-se que o custo inicial para o sistema de injeção Venturi é inferior aos demais métodos. Apesar do consumo energético superior do sistema com injetor Venturi, mostrou-se como o mais viável para operação de até 19 anos. Após 19 anos, a bomba centrífuga apresenta menor custo acumulado, porém, a inadequação à corrosividade da solução fertilizante faz com que seja necessário avaliar o custo com manutenção.

Palavras-chave: Fertirrigação, Venturi, Viabilidade econômica, Irrigação localizada.

1. INTRODUÇÃO

Em janeiro de 2016, foi estimado pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2016a, p. 9) um crescimento do rendimento médio de 12,6% da produção, devido à expectativa de chuvas e o favorável preço da saca de café. Porém, desde os fins de 2014 a região foi acometida por forte seca. Com a priorização do abastecimento da população, os produtores não puderam utilizar água suficiente para a irrigação. Assim, a estimativa de produção do café Conilon em 2016 teve uma queda de 32,4 % em relação à 2015 e 50% em relação à 2014 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016b, p. 8 e 12).

Devido à essa irregularidade de chuvas e elevados déficits hídricos na região, as lavouras empregam, em sua maioria, a irrigação (PEZZOPANE et al., 2010). Entre as formas de otimizar o uso da água destaca-se a fertirrigação – técnica definida como a aplicação de fertilizantes via água de irrigação – que tem se tornado uma importante alternativa para o aumento da produtividade em regiões com déficits hídricos (OLIVEIRA, 2006).

Dentre as formas de injeção de fertilizantes, destaca-se o injetor Venturi, um dispositivo de baixo custo, simples operação e fácil instalação e manutenção. Porém, apresenta limitações como a elevada perda de carga, o reduzido limite operacional e a dificuldade para o produtor em relação aos cálculos quantitativos dos produtos químicos a serem injetados (PINTO, 2001). Esta perda de carga possui relação direta com o consumo de energia.

As desvantagens desse dispositivo e a necessidade de mudança rápida nos sistemas de irrigação, devido à forte seca e a sazonalidade do clima, fazem com que os produtores locais adaptem os equipamentos que já utilizam, como bombas centrífugas comuns, para fins de fertirrigação. Este tipo de utilização pode gerar prejuízos devido ao poder de corrosão da solução fertilizante nos rotores das bombas.

Na procura de uma solução econômica para o produtor rural local, este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do sistema de injeção Venturi e analisar a viabilidade técnica e econômica a longo prazo deste sistema frente a outros métodos de injeção aplicáveis (Bomba centrífuga e bomba peristáltica).

Para a avaliação técnica, calculou-se o rendimento hidráulico do injetor Venturi e discutiu-se as implicações da utilização de cada método. E a avaliação econômica foi realizada a partir do levantamento e comparação dos custos fixos e variáveis.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A lavoura analisada está localizada no município de São Gabriel da Palha, Região Noroeste do Espírito Santo. As coordenadas geográficas do local são 19° 00' Latitude Sul, 40° 28' Longitude Oeste e altitude de 208 metros.

O setor de estudo está destacado na Figura 1. Atualmente, neste setor, é cultivado café Conilon com irrigação por gotejamento, utilizando um total de 8610 gotejadores, distribuídos em aproximadamente 10 mil metros quadrados.

A fazenda possui uma estação de bombeamento que distribui água aos diversos setores. Para fins de cálculo e comparações foi considerado um reservatório próximo à bomba do setor, sendo este subdividido em quatro subsetores, para alternar os períodos de fertirrigação. O subsetor de análise é mostrado também na Figura 1, juntamente com a demarcação das linhas principal, de derivação e laterais.

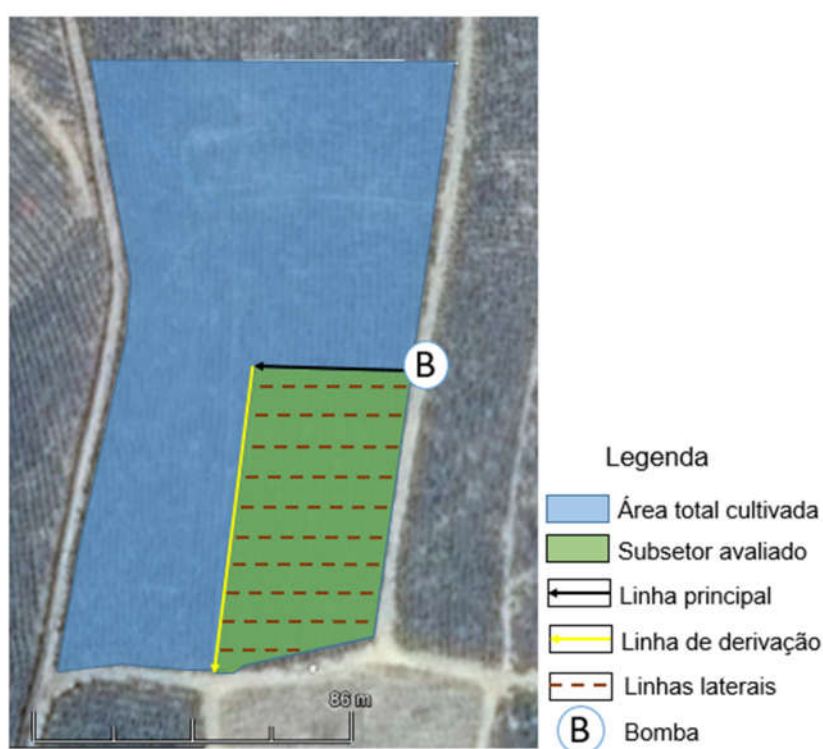


Figura 1. Subsetor avaliado através de captura de tela do Google Earth (acesso em 15 jun. 2017).

O sistema de irrigação estudado possui as características apresentadas na Tabela 1.

O número de emissores por linha é variado, de acordo com a delimitação do setor.

Tabela 1. Componentes do sistema

Componentes	Característica
Tubo gotejador Integral Autocompensado	16 mm de 1,6 L/h
Diâmetro da linha de derivação	75 mm
Diâmetro da linha principal	75 mm
Número total de linhas	54
Espaçamento entre linhas	3 m
Espaçamento entre plantas	1 m
Espaçamento entre emissores	0,5 m
Número de emissores por planta	2
Filtro de areia	400 mm
Filtro de disco	1"

A partir dos dados da Tabela 1 e das relações de perda de carga calculou-se a perda de carga, assim como a pressão e vazão necessárias. Fazendo assim uma análise técnica e econômica, procurando por dispositivos comerciais a partir das especificações técnicas.

Os testes para a avaliação do sistema de injeção tipo Venturi foram realizados no Laboratório de Controle do Instituto Federal do Espírito Santo, campus São Mateus. Foi utilizado o Kit injetor venturi de 1 ½ polegadas, fabricado pela VIQUA. O conjunto motobomba utilizado foi do tipo centrífuga trifásico de 1,5 cv de potência, série CAM W-16 fabricada pela DANCOR®. Utilizou-se tubulação de PVC de 2 polegadas como linha principal e de 1 ½ polegadas como Bypass. A Figura 2 exibe a composição da bancada.

A motobomba foi acionada por inversor de frequência WEG CFW08, que regula a rotação da bomba. Todos os testes foram realizados na rotação máxima de 3600 rpm.

Como a bancada não conta com os elementos filtrantes utilizados, foi contabilizada a perda de carga gerada por estes elementos de acordo com a vazão de funcionamento, conforme os dados catalogados dos filtros. Estes elementos, assim como a pressão necessária para a operação da irrigação, foram simulados pelo registro ao final da bancada, acompanhado de um manômetro para a medição.



Figura 2. Bancada hidráulica

Os sensores utilizados foram 3 manômetros, 1 vacuômetro e 3 medidores de vazão tipo turbina. O detalhe do posicionamento dos sensores é apresentado na Figura 3.

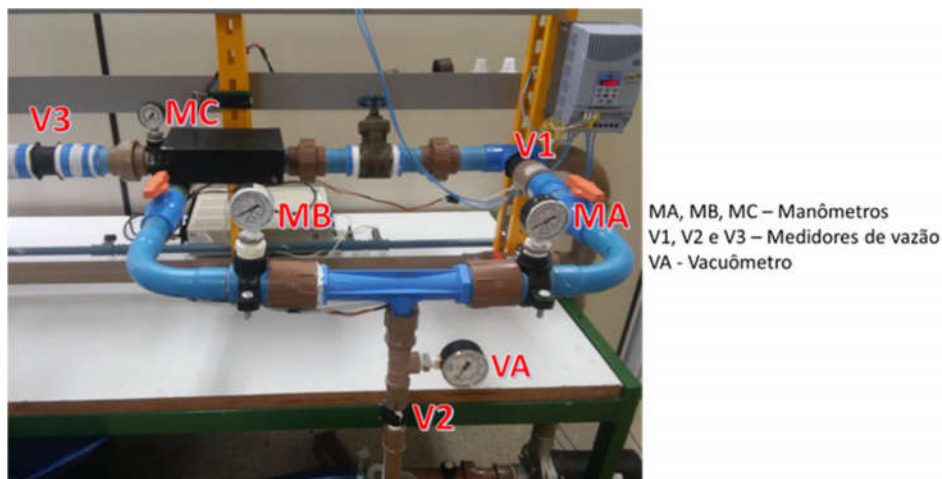


Figura 3. Sensores utilizados na bancada hidráulica.

O manômetro MC e o medidor de vazão V3 foram utilizados para regular os parâmetros de saída da bancada, e os demais sensores foram utilizados para o cálculo do rendimento hidráulico.

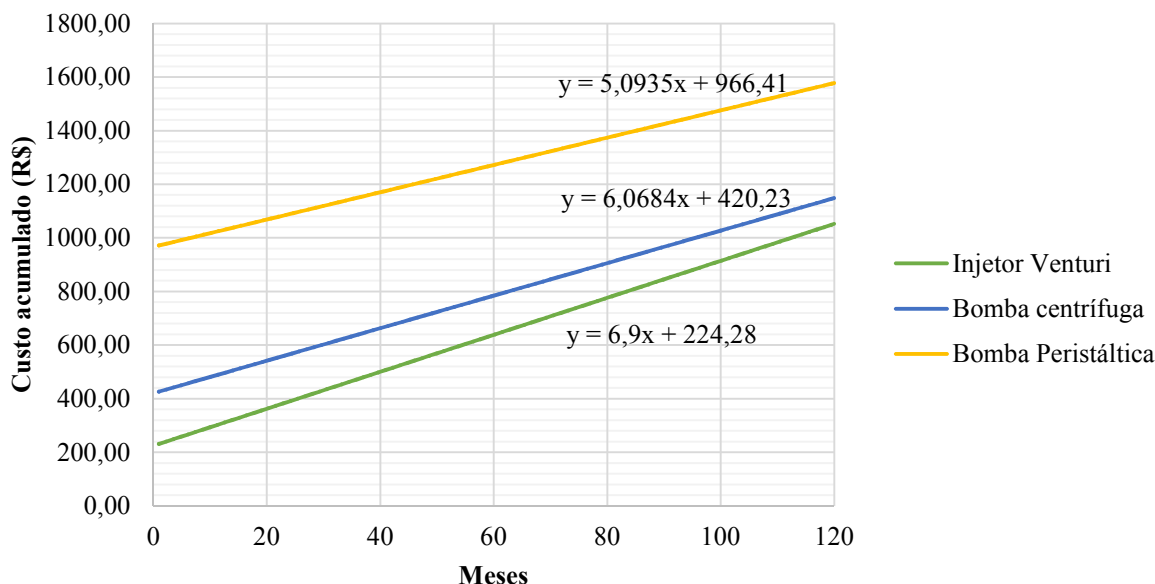
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise econômica foi realizada a partir dos custos fixos e variáveis. Os custos fixos referem-se aos custos de implantação do sistema. E os custos variáveis são relativos ao consumo de energia elétrica para que se forneça o volume

de água estipulado. Foram selecionadas duas bombas, centrífuga e peristáltica, para compara-las economicamente ao sistema com injetor Venturi.

O Gráfico 3 mostra a variação do custo acumulado ao longo de 10 anos e as funções que representam o custo acumulado a partir do primeiro mês de utilização.

Gráfico 3. Custo acumulado dos sistemas por 120 meses



Como observado no gráfico, o sistema com Venturi mostra-se como o mais vantajoso quando se analisa uma vida útil de até 10 anos. A partir das funções do custo mostradas no gráfico, nota-se que, para que a bomba centrífuga propicie um custo acumulado inferior ao Venturi seriam necessários mais de 19 anos de operação. E para a bomba peristáltica apresentar custo acumulado inferior ao Venturi, seriam necessários mais de 34 anos de utilização.

É necessário ressaltar que a bomba centrífuga analisada não possui características anticorrosivas. O fluxo de substâncias fertilizantes pode causar corrosão e prejudicar o funcionamento da bomba. A condição corrosiva proporcionada pelo pH baixo das soluções fertilizantes influencia o desgaste abrasivo (ROVAI, 2005, p. 33). Por essa razão existem bombas fabricadas com rotor em aço inoxidável e com elementos de vedação especiais. Porém, as bombas de inox encontradas (bombas sanitárias e alimentícias) são de porte industriais e de alto custo, não sendo aplicáveis à fertirrigação de pequenas lavouras. A utilização da bomba centrífuga selecionada pode, então, implicar em manutenções sucessivas, inviabilizando ainda mais sua utilização.

Já o injetor Venturi, apesar das dificuldades de operação, é fabricado especificamente para a fertirrigação. O que resulta em uma maior vida útil e menor custo de manutenção. Além disso, pela análise realizada, exibe a vantagem financeira..

4. CONCLUSÃO

Os testes e cálculos realizados mostraram a viabilidade econômica do injetor Venturi perante à bomba centrífuga e a bomba peristáltica, para uma vida útil de 10 anos. Todavia, ressalta-se a necessidade de dimensionamento prévio para a utilização do dispositivo Venturi.

Ainda com o baixo rendimento hidráulico e com a dificuldade de ajuste de operação encontrados, o sistema com injetor venturi mostrou ser o mais viável e um dos mais adaptados à corrosividade da solução. Assim, o custo de manutenção deste sistema tende a ser reduzido em comparação aos demais métodos. Isto mostra que, mesmo se fossem considerados os custos com manutenção, provavelmente o Venturi continuaria sendo o mais viável.

Apesar das limitações de vazão e pressão para testes em bancada, o estudo objetivando comparações para lavouras de pequeno porte é admissível, tendo em vista a praticável subdivisão de setores e o revezamento da irrigação.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus São Mateus.

6. REFERÊNCIAS

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.1-78, jan. 2016a.
- Oliveira, M.V.A.M. Modelo matemático para estimativa do tempo de fertirrigação. 2006. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2006.
- Pezzopane, J. R. M. et al. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 341-348, Set 2010.
- Pinto, J. M. Fertirrigação em fruticultura irrigada. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, DF, n. 49, p.14-23, 2001.
- Rovai, F. F. Desgaste e corrosão de bombas de combustível com misturas de álcool e gasohol. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica de Projeto de Fabricação) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

TECHNICAL ANALYSIS AND EVALUATION OF COSTS OF VENTURI-TYPE FERTILIZER INJECTION SYSTEM

D. R. Soprani da Silveira Araújo, douglassoprani@ifes.edu.br¹

K. Eler dos Santos, karolinyeler@gmail.com¹

R. S. C. Fiorido, rodrigofiorido@gmail.com¹

M.O. dos Santos, michel.saints@gmail.com¹

N. H. B. Santana, nelson.santana@ifes.edu.br¹

L. Marquardt, lcsmarquardt@gmail.com¹

Z. B. C. Antônio, antonio.zancanella@ifes.edu.br

¹ Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo, Campus São Mateus, BR 101, Km 58, São Mateus, ES, BR. Departamento de Engenharia Mecânica

Abstract. In this paper, the evaluation of the economic and technical feasibility of the fertilizer injection by the Venturi device, applied to the Conilon coffee plantation (*Coffea Canephora*) in the northern region of Espírito Santo. The region had more production in 2015, but has suffered from the effects of climate variations. This problem caused the 2016 production to decline by 32.4% compared to the previous year. The water crisis that affects the region since 2014 has driven the implementation of methods that optimize the use of water and fertilizers, such as the fertigation. From the available alternatives for the introduction of fertilizers, the Venturi type injector presents itself as a simple and low cost option. However, it is considered the injection instrument that relies of the largest number of hydraulic parameters, such as the flow and pressures downstream and upstream. Therefore, when it is desired to verify its feasibility, it is necessary the evaluation in a particular irrigation system. This study carried out the modeling of the fertigation system, hydraulic tests with the venturi device, economic and technical comparison of the device studied with others applicable injection methods as centrifugal and peristaltic pump. From the calculations and tests carried out it was verified that the initial cost for the Venturi injection system is lower than the other methods. Despite the higher energy consumption of the Venturi injector system, it has proved to be the most viable for operation up to 19 years. After 19 years, the centrifugal pump presents lower accumulated cost, however, an inadequacy to the corrosivity of the fertilizer solution makes it necessary to evaluate the maintenance cost.

Keywords: Fertigation, Venturi, Technical and economic feasibility, Localized irrigation.