

CAPÍTULO XXX

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO CUSTO ADAPTADO PARA A CULTURA DE BANANA, UTILIZANDO COMO PARÂMETROS, A VAZÃO DAS PONTAS E O CUSTO OPERACIONAL

CONSTRUCTION AND EVALUATION OF A LOW-COST SPRAYER ADAPTED FOR BANANA CULTIVATION, USING THE SPRAY NOZZLES FLOW AND OPERATING COST AS PARAMETERS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-30

Brunno Gabriell Oliveira Santos ¹
Luiz Henrique de Souza ²
Victor Lucas Fernandes ³

¹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

² Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

³ Engenheiro Mecânico, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

RESUMO

Pulverizadores são equipamentos empregados no controle de pragas e doenças na agricultura moderna. O alto custo de aquisição destes equipamentos é o que impossibilita pequenos produtores rurais de adquiri-lo, diminuindo assim, a sua competitividade perante o mercado agrícola. O objetivo deste trabalho foi construir e avaliar um pulverizador de baixo custo adaptado para a cultura de banana, utilizando como parâmetros, a vazão das pontas e o custo operacional. A vazão das pontas foi avaliada utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), considerando cinco pontas do tipo jato leque 110º modelo 02F110 submetidas a três pressões (2, 2,5 e 3,0, bar) com 4 repetições. A avaliação econômica do uso do equipamento foi baseada nos Custos Fixos e Variáveis. O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque. Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do

fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade. O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional. O pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h⁻¹, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h⁻¹.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Implementos agrícolas. Pulverização agrícola.

ABSTRACT

Sprayers are equipment used to control pests and diseases in modern agriculture. The high cost of acquiring this equipment is what makes it impossible for small rural producers to purchase it consequently, reducing their competitiveness in the agricultural market. This work aimed to build and evaluate a low-cost sprayer adapted for banana cultivation, using the spray nozzles flow and operating cost as parameters. The flow of the spray nozzles was evaluated using the Completely Randomized Design (CRD), considering five spray nozzles of the fan type 110º model 02F110 submitted to



three pressures (2, 2.5 and 3.0, bar) with 4 repetitions. The economic evaluation of the equipment use was based on Fixed and Variable Costs. The equipment provided the desired pressure in the manometer, consistency in the power take-off and satisfactory visual functioning, with no leakage being detected in the hoses or in the tank. Although all the spray nozzles at the pressures evaluated presented flow values that did not differ statistically, in this equipment the pressures of 2 and 2.5 bar provided average flow rates statistically equal to

the manufacturer's, while the pressure of 3.0 bar did not happen at the 5% probability level. The construction cost of the non-conventional sprayer was R\$ 4,710.00, which represents 33.6% of the amount invested in the conventional sprayer. The non-conventional sprayer had a total cost of R\$ 2.64 h⁻¹, much lower than the hourly cost obtained by conventional equipment of R\$ 7.8 R\$ h⁻¹.

Keywords: Family farming. Agricultural implements. Agricultural spraying.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma cultura de grande apreciação no Brasil com produção em 2019 de aproximadamente 7,1 milhões de toneladas (IBGE, 2020). Dentre os desafios da bananicultura, segundo Rios et al. (2013), está o controle da Sigatoka-amarela, doença causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* Leach (=Pseudocercospora musae (Zimm) Deighton), podendo causar perdas superiores a 50% da produção, se não controlada.

Machado, Queiroz & Reynaldo (2015) relatam que o aumento da população mundial implica na necessidade de uma agricultura cada vez mais eficiente e competitiva. Com a exploração de áreas agrícolas cada vez maiores, a necessidade do controle de pragas e doenças se tornou mais eminente e a quantidade de aplicações de produtos químicos maiores.

Conforme França et al. (2015), a aplicação de defensivos agrícolas é uma prática comum no controle de pragas e doenças na maioria das culturas, se tornando uma parte significativa nos custos de produção, sendo, portanto, de grande interesse para os agricultores, a máxima efetividade e custos mínimos na aplicação.

Braun et al. (2014) salientam, que a tecnologia na aplicação de defensivos deve ser escolhida baseando-se nas opções operacionais do agricultor e nas características gerais da propriedade.

No Brasil há diversos tipos de equipamentos de aplicação de defensivos classificados pelo modo de acionamento, como manuais, indicados para pequenos produtores e tratorizados e automotrizes, indicados para médios a grandes produtores. Na cultura da banana, os tipos de equipamentos mais utilizados são o atomizador tipo canhão, o turboatomizador e o atomizador costal motorizado.

O alto custo destes equipamentos, principalmente os tratorizados ou automotrizes, é que muitas vezes impossibilita os pequenos produtores rurais de adquiri-los, levando-os, muitas vezes, a buscar alternativas não convencionais que possam atender à sua necessidade com um custo bem menor.

Segundo Baio et al. (2004), a seleção de uma máquina agrícola, bem como a de um implemento, envolve diversas variáveis que devem ser consideradas, e a escolha do equipamento mais adequado para uma propriedade agrícola é uma das etapas mais importantes do processo produtivo.

Artuzo et al. (2015) relatam que a agricultura, de uma maneira geral, tem se deparado com o aumento nos custos de produção, o que, geralmente, ocasiona a redução da lucratividade. Por conseguinte, a atividade agrícola necessita de decisões adequadas para o controle e o planejamento com base em estudos de viabilidade econômica, a fim de minimizar os riscos nos resultados.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi construir e avaliar um pulverizador de baixo custo adaptado para a cultura de banana, utilizando como parâmetros, a vazão das pontas e o custo operacional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é fruto da Conclusão de Curso de um discente do curso de Agronomia do Instituto de Ciência Agrárias da UFMG. A construção do equipamento foi realizada na propriedade rural localizada no município de Pirapora-MG com o auxílio do produtor rural.

A construção do equipamento envolveu a utilização de quatro polias, um mancal, um eixo cardan acionado pela TDP do trator; um filtro de linha; um tanque de armazenamento do líquido com capacidade de 400 litros da marca Hatsuta; uma bomba de três pistões com capacidade de 27 L min⁻¹ da marca Yamaho modelo HS 30, um manômetro da marca WIKA, modelo NBR14105, um regulador de pressão, mangueiras de sucção e de retorno, uma turbina da marca Jacto e 5 pontas de pulverização da marca Guarany, modelo 02F110.

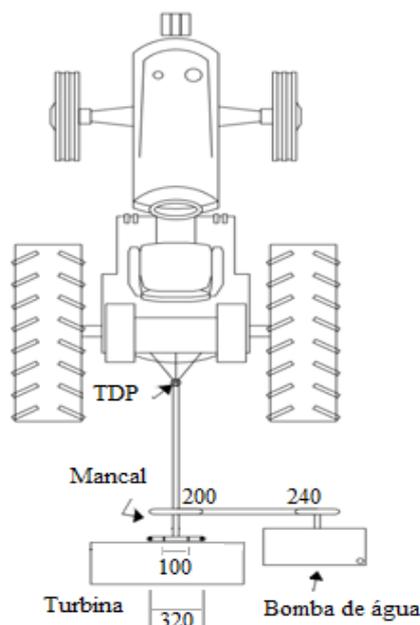
O sistema é composto por um eixo cardan acionado pela TDP do trator a 540 rpm que aciona uma polia de 200 mm a uma extremidade do mancal e outra de 320 mm na extremidade oposta do mancal. A primeira polia, de 200 mm, aciona outra polia de 240



mm que é acoplada à bomba por intermédio de correias. Na extremidade oposta do mancal, a polia de 320 mm aciona uma de 100 mm, situada acima desta, que é acoplada à turbina. Este modelo permitiu o funcionamento da polia da bomba a 450 rpm e da turbina a 1728 rpm.

A Figura 1 mostra um esquema do equipamento construído.

Figura 1: Esquema do equipamento construído.



Fonte: Autor próprio

A turbina foi adaptada de modo a proporcionar uma cortina de ar nas pontas dos bicos com o objetivo de quebrar as gotas e impulsioná-las até as folhas do bananal.

No tanque de armazenamento, foi adotado um sistema de fluxo fechado em que a mangueira de retorno foi direcionada para voltar o produto para o tanque proporcionando assim a devida agitação e conseqüentemente maior solubilidade do produto químico.

A Figura 2 apresenta os componentes e peças utilizados na construção do pulverizador não convencional.

Figura 2: Componentes e peças utilizados na construção do pulverizador não convencional.



Legenda: 2.A/2.B. Polia de 200 mm sendo acionada pelo cardan a 540 rpm e acionando a polia de 240 mm acoplada à bomba do pulverizador. 2.C. Polia de 320 mm acionando a polia de 100 mm da turbina. 2.D. Turbina acoplada ao pulverizador.

Na avaliação do pulverizador, o mesmo foi mantido acionado, pelo trator, com objetivo de estabelecer a pressão desejada nos bicos e constância na TDP.

Foi realizado um teste de vazão das pontas coletando-se o líquido em um copo medidor calibrado por um tempo de 60 segundos. Para tanto, foi conectada uma mangueira em cada ponta a fim de se evitar a perda do produto.

Os dados das vazões foram analisados pelo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), considerando como tratamentos 5 pontas do tipo jato leque 110º, modelo 02F110, submetidas a 3 diferentes pressões (2, 2,5 e 3,0 bar), com 4 repetições e as médias foram avaliadas pelo teste F com 5% de significância. As pressões foram controladas por intermédio de um manômetro da marca WIKA modelo NBR 14105. Na Tabela 1 podemos observar as especificações da ponta utilizada.

Tabela 1: Especificidade da ponta utilizada.

Ponta de jato tipo leque	Material	Faixa de trabalho (bar)	Vazão (L min ⁻¹)
02F110	Poliacetal	2 a 4	0,65 a 0,92

Fonte: Guarany (<http://www.guaranyind.com.br/pontas-e-acessorios>), 2019.

Para avaliação da viabilidade do uso do pulverizador, foi realizado um estudo econômico dos custos operacionais considerando os Custos Fixos (Depreciação, Juros, Taxas de Alojamento e Seguro) e custos Variáveis (Reparos e Manutenção e Mão de obra empregada na construção do equipamento).

A Depreciação, que se refere à desvalorização da máquina ao longo do tempo, foi determinada pelo Método da Linha Reta conforme a Equação 1:

$$D = (V_a - S) / V_u \quad (1)$$

Em que:

D = depreciação, R\$ h⁻¹;

V_a = valor de aquisição do equipamento, R\$;

V_u = vida útil do equipamento, h; e

S = valor de sucata, %.

Para esta avaliação foram adotados os valores de 4000 h de vida útil e 10% para o valor de sucata.

Os juros foram determinados considerando a taxa vigente de 6% conforme mercado atual representado pela Equação 2.

$$J = ((V_a + S) / (2 \times H)) \times i \quad (2)$$

Em que:

J = juros, R\$ h⁻¹;

i = taxa de juros anuais, decimal; e

H = horas anuais de uso do equipamento, h ano⁻¹.

Foram consideradas 400 h anuais de uso do equipamento.

Os custos com alojamento e seguro foram determinados conforme a Equação 3:

$$AS = (0,02 \times V_a) / H \quad (3)$$

Em que:

AS = custos com alojamento e seguro, R\$ h⁻¹.

A determinação dos Custos Variáveis envolveu os custos com Reparos e Manutenção e mão de obra.

Os custos com Reparos e Manutenção foram estimados conforme fator de multiplicação de 80% para o equipamento estabelecido por Pacheco (2000), sendo uma

porcentagem do preço de aquisição considerando a vida útil do implemento conforme a Equação 4:

$$RM = (Gr \times Va) / Vu \quad (4)$$

Em que:

RM = custos com reparos e manutenções, R\$ h⁻¹;

Gr = fator de multiplicação para reparo e manutenção, decimal.

A mão de obra utilizada na construção do equipamento foi baseada no valor de 75 reais por dia em 20 dias de construção do pulverizador totalizando R\$1500,00 com o número de 8 horas de trabalho por dia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque.

Os dados estatísticos da vazão, nas três pressões avaliadas, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados estatísticos da vazão nas três pressões avaliadas.

Pressão	2 bar	2,5 bar	3 bar
Média (mL min ⁻¹)	601,0	726,0	870,5
Desvio padrão	27,3	30,2	34,7
Erro padrão	6,1	6,7	7,7

Fonte: Autor próprio

As médias obtidas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3: Médias das vazões obtidas nas pontas nas diferentes pressões de trabalho.

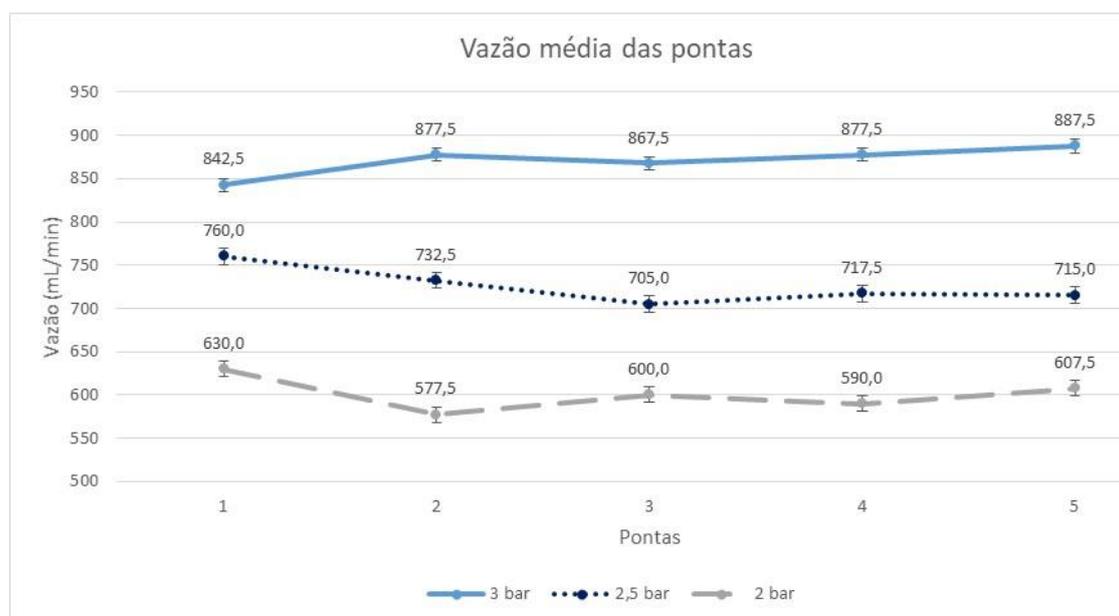
Pontas	Vazões (mL min ⁻¹)		
	Pressão		
	2 bar	2,5 bar	3 bar
1	630,0	760,0	842,5
2	577,5	732,5	877,5
3	600,0	705,0	867,5
4	590,0	717,5	877,5
5	607,5	715,0	887,5
Média	601,0	726,0	870,5
CV(%)	3,8	3,7	3,4

Fonte: Autor próprio

Os resultados mostraram que foi obtida nas pontas ótima uniformidade de vazão com coeficientes de variação abaixo de 5%, conforme (Rodrigues et al., 2004).

Na Figura 3 são apresentadas as médias das vazões de cada ponta nas diferentes pressões, onde podemos observar a homogeneidade e a uniformidade do sistema.

Figura 3: Médias das vazões de cada ponta nas diferentes pressões de trabalho.



Fonte: Autor próprio

Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 podem-se observar os custos de construção e aquisição dos pulverizadores.

Tabela 4: Custo de construção e aquisição dos pulverizadores.

Pulverizador não convencional			Pulverizador convencional
Peças	Quantidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)
Estrutura de Ferro	1	300,00	
Mancal com polias	1	400,00	
Bomba de três pistões	1	580,00	
Turbina	1	500,00	
Tanque de 400L	1	500,00	
Cardan	1	575,00	
Bicos de pulverização	5	75,00	
Cano de 75	1 m	35,00	

Peças	Pulverizador não convencional		Pulverizador convencional
	Quantidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)
Mangueira	8 m	70,00	
Monômetro	1	75,00	
Filtro	1	100,00	
Mão de obra	20 dias	1500,00	
Custo total (R\$)		4710,00	14.000,00

Fonte: Autor próprio

Pode-se observar que o custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de entrada para a avaliação dos Custos Fixos e Variáveis.

Tabela 5: Valores de entrada na avaliação dos Custos Fixos e Variáveis.

Variáveis	Pulverizadores	
	Desenvolvido (R\$)	Convencional (R\$)
Valor inicial (R\$)	4710,00	14000,00
Sucata (R\$)	471,00	1400,00
Vida útil (h)	4000,00	4000,00
Uso anual (h ano ⁻¹)	400,00	400,00

Fonte: Autor próprio

Na Tabela 6 podem-se observar os Custos Operacionais Totais (Fixos e Variáveis) obtidos nos dois equipamentos, considerando um valor de mão de obra baseado na construção do equipamento em R\$ 1500 em 20 dias com 8 h/dia.

Tabela 6: Custos Operacionais.

Variáveis	Pulverizadores	
	Desenvolvido	Convencional
Depreciação (R\$ h ⁻¹)	1,06	3,15
Juros (R\$ h ⁻¹)	0,39	1,15
Alojamento e seguro (R\$ h ⁻¹)	0,24	0,70
Reparos e Manutenção (R h ⁻¹)	0,95	2,80
Total (R\$ h ⁻¹)	2,64	7,8

Fonte: Autor próprio

Os gastos com combustível e tratorista não foram considerados devido ao fato de ser o mesmo valor para ambos os equipamentos.

A análise de custos operacionais mostrou que o pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h⁻¹, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h⁻¹.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque.

Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade.

O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional.

O pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h⁻¹, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D.; JANDREY, W. F.; CASARIN, F.; MACHADO, J. A. D. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. *Custos e @gronegocio on line*, v. 11, n. 3, p. 183-205, 2015.
- BAIO, F. H. R.; ANTUNIASSI, U. R.; BALASTREIRE, L. A.; FILHO, J. V. C. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.2, p. 355-363, 2004.
- BRAUN, M.; PINTRO, T. C.; BIER, V. A.; MAGGI, M. F. Comparação de pulverização de baixa (60 L ha⁻¹) com alta vazão (170 L ha⁻¹) em pulverização de barras. *Acta Iguazu*, v.3, n.3, p. 11-22, 2014.
- FRANÇA, J. A. L.; GONÇALVES, W. S.; ROMEIRO, B. P.; BENETT, C. G. S.; SILVA, A. R. Desenvolvimento e avaliação de um pulverizador hidráulico de barras rígidas horizontais de baixo custo. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 2, n. 1, p. 17-23, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. 2020, disponível em <https://www.ibge.gov.br>.

MACHADO, T. M.; QUEIROZ, D. G. B.; REYNALDO, É. F. Desempenho operacional de pulverizador autopropelido de barras no município de Sinop-MT. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.11, n.22; p. 875-887, 2015.

PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

RIOS, S. A.; DIAS, M. S. C.; CORDEIRO, Z. J. M.; SOUZA, W. M.; SILCA, J. J. C.; BARBOSA, J. A. A.; PINHO, R. S. C.; ABEU, S. C.; SANTOS, L.O. Sistema de pré-aviso para controle de Sigatoka-amarela no norte de Minas Gerais. *Revista Biotemas*, v.26, n.3, p. 109-115, 2013.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; FERREIRA, L. R. Análise da distribuição volumétrica de bicos de pulverização tipo leque de distribuição uniforme. *Engenharia na Agricultura*, v. 12, n. 1, p. 7-16, 2004.

