

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO
CUSTO PARA PEQUENAS PROPRIEDADES**

BRUNNO GABRIELL OLIVEIRA SANTOS



BRUNNO GABRIELL OLIVEIRA SANTOS

**CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO
CUSTO PARA PEQUENAS PROPRIEDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Luiz Henrique de Souza

Montes Claros
2019

**Brunno Gabriell Oliveira Santos. CONSTRUÇÃO E
AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO CUSTO PARA
PEQUENAS PROPRIEDADES.**

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Flávio Gonçalves Oliveira

Prof. Irene Menegali

Prof. Luiz Henrique de Souza – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 04 de novembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado e me protegido em todos os momentos.

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo nas horas difíceis, por terem me proporcionado um estudo de qualidade e uma boa educação.

Aos meus padrinhos (Joelmar e Tereza) pelo amor, carinho, incentivo e plena paciência comigo.

Ao professor Luiz Henrique, pela valiosa atenção, paciência, conselhos e auxílio essencial para conclusão desse trabalho.

A Delmar Machado, que sempre esteve de portas abertas para nos receber, arcou com a construção do pulverizador e nos disponibilizou este para as avaliações.

A Marcelo Machado e Paloma Durães pela compreensão, colaboração no trabalho e por sempre acreditarem em mim.

A todos os professores e funcionários do ICA/UFMG pela oportunidade de cursar Agronomia e contribuírem para minha formação acadêmica.

A todos que fizeram parte da minha formação acadêmica diretamente ou indiretamente, meus sinceros agradecimentos, Obrigado!

RESUMO

Os pulverizadores de defensivos agrícolas são equipamentos importantes empregados nas práticas de manejo do controle de pragas e doenças na agricultura. Infelizmente, o alto custo de um pulverizador, é muitas vezes o que impossibilita os pequenos produtores rurais de adquiri-lo. Assim, o pequeno produtor, que em sua maioria não possui meios para adquirir equipamentos mais onerosos é prejudicado, uma vez que o pulverizador auxilia no combate a pragas, doenças, insetos e também pode ajudar na distribuição de fertilizantes, sendo por isso, uma das principais ferramentas utilizadas no campo. Com esse intuito busca-se alternativas para substituir o pulverizador convencional, assim a construção de um pulverizador alternativo, faz-se possível por meio de peças e acessórios, com custo de fabricação inferior comparado ao custo do convencional. O objetivo com este trabalho foi a construção de um pulverizador não convencional, avaliando-se a sua viabilidade de utilização, tomando como parâmetros a uniformidade e a vazão das pontas adaptadas. O experimento foi conduzido no município de Pirapora-MG, próximo ao quilômetro 150 - BR 365. Para realização das avaliações foi construído um pulverizador não convencional e adaptado para a cultura da banana. A viabilidade da utilização do pulverizador construído foi verificada avaliando-se a uniformidade e a vazão das pontas. Os dados de vazão das pontas foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando como tratamentos cinco pontas do tipo jato leque 110° modelo 02F110 submetidas a três pressões diferentes (2, 2,5 e 3,0, bar) com 4 repetições. As pontas utilizadas foram da empresa Guarany. As pressões foram registradas por intermédio de um manômetro da marca WIKA modelo NBR 14105, instalado na bomba do pulverizador e controladas por um regulador de pressão composto na bomba. Já as vazões foram avaliadas utilizando-se um copo calibrador de 1000 mL da marca Multitec. Com base nos dados, o pulverizador não convencional apresentou funcionamento satisfatório, visto que é um implemento artesanal e de baixo custo, pois teve ótima eficiência nas três pressões avaliadas. O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4.710,00 representando praticamente 36% do valor de um pulverizador convencional. Todas as vazões apresentadas pelas pontas foram estatisticamente iguais entre-se. Os valores das vazões das pontas se aproximaram muito daquelas apresentadas pelo fabricante. Outros testes devem ser realizados para se avaliar a eficiência do equipamento como o teste de deriva, tamanho das gotas aplicadas, maior variação de pontas e pressões, análise da turbina para testar 100% da sua efetividade.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Implementos agrícolas. Equipamentos alternativos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1. Figura 1. Atomizador de cortina de ar.....	14
2. Figura 2. Ponta hidráulica de jato tipo leque 110° 02F110, utilizada nas avaliações.....	15
3. Figura 3. Esquema de acoplamento do pulverizador ao trator.....	16
4. Figura 4. Partes das adaptações ocorrida na construção do pulverizador não convencional.	18
5. Gráfico 1. Vazão média em mL/min de cada bico nas diferentes pressões de trabalho.....	21

LISTA DE TABELAS

1. Tabela 1. Especificidade da ponta utilizada.....17
2. Tabela 2. Vazão obtida na ponta 02F110 nas três diferentes pressões de trabalho.....20
3. Tabela 3. Expressa os dados estatístico da vazão nas três pressões avaliadas utilizando a ponta 02F110.....20
4. Tabela 4. Custo de fabricação do pulverizador não convencional e custos de aquisição de dois pulverizadores convencionais.....22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm – Centímetros

CV – Coeficiente de variação

DIC – Delineamento inteiramente casualizados

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Kg – Quilograma

L/min – Litros por minuto

MG – Minas Gerais

mL – Mililitros

mL/min – Mililitros por minuto

rpm – Rotação por minuto

TDP – Tomada de potência

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	10
2.REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 CULTURA DA BANANA.....	11
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA BANANA.....	11
2.3 PRODUÇÃO MUNDIAL E LOCAL DA FRUTA.....	11
2.4 FITOSSANIDADE.....	12
2.5 A IMPORTÂNCIA DOS PULVERIZADORES	12
2.6 TIPOS DE PULVERIZADORES UTILIZADOS NA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS NA BANANA.....	13
2.7 AS PARTES QUE COMPÕE UM PULVERIZADOR QUE APLICA DEFENSIVOS NA BANANA.....	13
2.8 ALTO CUSTO DOS PULVERIZADORES UTILIZADOS NO CULTIVO DA BANANA	14
2.9 VANTAGENS GERADA NA CONSTRUÇÃO DO PULVERIZADOR NÃO CONVENCIONAL.....	14
3.MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 CAMPO EXPERIMENTAL.....	15
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	15
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	16
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.CONCLUSÃO	23
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é perceptível uma grande evolução no comércio nacional de máquinas agrícolas. Entre 2017 e 2018 o aumento na produção foi de aproximadamente 11% (ANFAVEA, 2019). De modo analógico, o desenvolvimento de implementos agrícolas vem acompanhando o crescimento das máquinas, com isso os pulverizadores estão sendo cada vez mais adquiridos pelos produtores.

É essencial escolher um pulverizador que atenda todas as características da cultura e que seja manuseado por um operador especializado que tenha conhecimento adequado para não danificar a cultura, garantindo assim o bom funcionamento do equipamento. Assim, torna-se necessário o controle da pressão da bomba, da velocidade de deslocamento, da vazão e da homogeneidade das gotas. A falta de controle dessas variáveis afeta diretamente na eficiência de pulverização, conseqüentemente obtendo-se perdas na produção, gerando um prejuízo inestimável para o produtor (SIDAHMED, 1998).

Encontra-se no mercado vários modelos de pulverizadores, por exemplo, pulverizadores costais, pulverizadores de barra, atomizadores e canhão cada um adequado para proporcionar melhor eficiência em condições de campo. À vista disso, cabe-se ao produtor escolher um pulverizador que irá suprir todas as exigências da cultura e do local, observando-se tamanho da área, espaçamento de plantio, topografia, distância do ponto de reabastecimento para obter melhor pulverização e êxito no trabalho (SILVEIRA E SIERRA, 2010).

O custo de aquisição de um pulverizador atualmente é muito elevado, o que em sua maioria impossibilita os pequenos produtores de adquirí-lo. Assim, o pequeno produtor que não possui meios para adquiri-lo fica prejudicado, uma vez que o pulverizador auxilia no combate a pragas, doenças e também pode ajudar na distribuição de fertilizantes, sendo por isso, uma das principais ferramentas utilizadas no campo. É importante o produtor buscar alternativas para substituir o pulverizador convencional, como construir um pulverizador não convencional através de peças e acessórios alternativos, de custo de fabricação inferior comparado ao custo de aquisição de um pulverizador convencional.

Considerando a importância do pulverizador na eficácia de aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes, e a impossibilidade financeira de pequenos produtores adquirirem esse equipamento, este projeto teve como objetivo construir e avaliar a eficiência de um pulverizador não convencional (caseiro) aplicado à cultura da banana, através da vazão e uniformidade de distribuição a três pressões distintas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DA BANANA

A *Musa spp*, nome científico da banana, é uma espécie de origem Asiática, monocotiledônea, pertencente à família Musaceae. As espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* são as espécies comestíveis e apresentam cachos e “umbigos” (inflorescência masculina) horizontais, possuindo uma seiva leitosa (MANICA, 1998).

A bananeira é uma planta herbácea de porte ereto, caracterizada pela exuberância das suas folhas. Possui um pseudocaule que é a união das bainhas das folhas, contém um tronco curto e subterrâneo chamado de rizoma, folhas largas e longas com uma nervura central e nervuras secundárias (DANTAS *et al*, 1997). Cada planta emite apenas uma penca de frutos, após a retirada da penca, ocorre a desbrota daquela planta e o rizoma dará início ao desenvolvimento de uma nova planta, sendo o sistema chamado de mãe-filha-neta.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA BANANA

A banana é uma cultivar muito importante, apresentando altos valores nutricionais como o teor de vitaminas A, B e C. É uma das frutas mais importantes do Brasil, sendo a sua produção de norte a sul, com boa produtividade em todo país (BORGES E SOUZA, 2004).

No Brasil a banana não só possui valor comercial como também social, visto que é uma cultura de fácil cultivo, que pode ser cultivada em pequenas áreas, e de fácil escoamento. Uma boa parte dos produtores de banana é constituída por pequenos agricultores, que possuem a sua produção escalonada, o que possibilita a geração de renda durante todo o ano (BORGES E SOUZA, 2004).

Segundo Vieira, (2015), a banana é a fruta que mais movimenta o mercado financeiro, em comparação à outras frutas comercializadas *in natura*.

2.3 PRODUÇÃO MUNDIAL E LOCAL DA FRUTA

A banana também possui destaque na produção mundial, tendo a maior produção entre as frutas, com cerca de 114 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 5,4 milhões de hectares. A Ásia lidera a produção da banana com 55,8% da produção mundial, logo em seguida as Américas com 24,7% e pela África com 17,9% da produção (FAOSTART, 2017).

A produção brasileira em 2018 foi de 6,7 milhões de toneladas em 460 mil hectares, com produtividade de 12,8 toneladas por hectare, apresentou um decréscimo comparado com a produção de 2017 com 7,1 milhões de toneladas em 486 mil hectares. Pôde-se notar uma redução da área colhida, visto que os preços baixos fizeram muitos produtores abandonarem a cultura e outros diminuir o manejo (IBGE/LSPA, 2018).

Minas Gerais possui a quarta maior produção de banana no país, com aproximadamente 685 mil toneladas, tendo como principal região produtora o norte de Minas, terceiro maior polo de produção do país, com produção de 332,4 mil toneladas em uma área de 14,1 mil hectares. No norte de Minas cabe destacar o projeto Jaíba e o projeto Pirapora (IBGE, 2018).

2.4 FITOSSANIDADE

Há diversos fatores que limitam a produtividade e desenvolvimento da banana, causando graves prejuízos ao produtor. Entre estes pode-se destacar as doenças e pragas.

Dentre as principais doenças que podem atacar um bananal podemos citar o Mal do Panamá, Sigatoka Amarela, Sigatoka negra, Antracnose, viroses, e nematóides (MANICA, 1998).

Já entre as pragas podemos citar a lagarta desfolhadora, abelha, broca do rizoma, traça da bananeira e pulgão da bananeira (FANCELLI, 2001).

2.5 A IMPORTÂNCIA DOS PULVERIZADORES

Grandes problemas nas lavouras devido à falta de pulverização na época de maior incidência de pragas e doenças nas culturas de café, laranja, milho, banana e algodão vêm afetando drasticamente a produção. Em algumas propriedades as perdas podem chegar a 100% da produção (EUROPEAN CROP PROTECTION ASSOCIATION, 1992).

O êxito no combate de pragas e doenças se tornou eficiente com o uso da pulverização, diminuindo a infestação destes fitopatógenos e promovendo uma melhoria da lavoura (BALAN *et al.*, 2006; CUNHA *et al.*, 2005).

A correta dosagem na utilização dos produtos, o melhor momento de aplicação, a escolha do equipamento correto e o tipo adequado do bico também contribuem para garantir um bom controle sem contaminar o meio ambiente (BALAN *et al.*, 2006; CUNHA *et al.*, 2005).

O grande desafio da agricultura é poder produzir mais com menor uso de defensivos possível. Para isso, os pulverizadores devem ser cada vez mais aprimorados para promover

melhor eficiência de aplicação, atingindo o alvo com maior eficiência e diminuindo o custo de produção da cultura (BAUER *et al.*, 2009).

2.6 TIPOS DE PULVERIZADORES UTILIZADOS NA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS NA BANANA

No Brasil há diversos tipos de pulverizadores, que são classificados pelo modo de acionamento, manual, elétrico ou a combustão. Os manuais são indicados para pequenos produtores, pois eles são acionados manualmente e a cada borrifada o produtor deve pressurizar o equipamento. Já o elétrico ou a combustão é indicado para agricultores de médio a grande porte, que tem como objetivo comercializar a sua produção (JACTO, 2017). Na banana, os tipos de pulverizadores mais utilizados são o canhão e o atomizador (tratorizado e costal) sendo estes acionados a combustão.

O pulverizador tipo canhão é um pulverizador direcionado, que possui um sistema de giro do canhão hidráulico. Este pulverizador possui aproximadamente de três a quatro pontas direcionadas, formando uma ventilação horizontal (KOMAQUINAS, 2019).

O atomizador tratorizado possui uma corrente de ar sem direcionamento, as pontas que direcionam a calda. Este tipo de pulverizador é muito utilizado, pois gera gotas uniformes, alcança longas distâncias e forma uma nebulização (JACTO, 2017).

Os atomizadores costais motorizados possuem um motor de dois tempos que proporciona uma corrente de ar direcionada e uma bomba que projeta o produto até a ponteira. Este equipamento tem apenas um bocal de atomização. É muito utilizado para aplicação de defensivos em pequenas áreas (CANALAGRICOLA, 2019)

2.7 AS PARTES QUE COMPÕE UM PULVERIZADOR QUE APLICA DEFENSIVOS NA BANANA

Os pulverizadores utilizados na cultura da banana são geralmente compostos, segundo a JACTO (2017) por tanque, bomba, agitador mecânico, filtros, manômetro, regulador de pressão, conjunto de acionamento, dispositivo de aplicação, bicos de pulverização e ventilador. A figura 1 apresenta um atomizador de cortina de ar geralmente utilizado na cultura da banana.

Figura-1. Atomizador de cortina de ar.



Fonte: ANDEF

2.8 ALTO CUSTO DOS PULVERIZADORES UTILIZADOS NO CULTIVO DA BANANA

Um dos fatores determinantes na construção de um pulverizador é a economia que poderá ser gerada, pois o custo de aquisição dos pulverizadores utilizados na cultura da banana é muito elevado para um pequeno produtor. Segundo pesquisa realizada em empresas da região um atomizador tratorizado de 500 litros possui o custo inicial de 14 mil reais e um atomizador super turbo canhão de 400 litro de 30 mil reais.

2.9 VANTAGENS GERADA NA CONSTRUÇÃO DO PULVERIZADOR NÃO CONVENCIONAL

O uso do pulverizador não convencional pode possibilita a aplicação foliar imediata de macronutrientes e micronutrientes onde as condições do solo restrinjam a disponibilidade destes (YARA, 2019). Desta maneira, melhorando as condições nutricionais da planta, possibilitando melhor desenvolvimento, maior peso e tamanho dos frutos.

Uma das principais doenças da bananeira, é o fungo *Mycosphaerella musicola*, conhecida como Sigatoka-amarela. Este causa perdas de até 50% na produção e tem como principal forma de controle os fungicidas, que são aplicados via foliar através de um pulverizador (EMBRAPA, 2018). Dessa forma, o pulverizador também possibilita o controle de pragas e doenças melhorando a sanidade das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em uma propriedade particular localizada no município de Pirapora MG. A propriedade está situada próximo ao quilômetro 150 na BR 365, com coordenadas 17°15'12.1"S 44°50'25.4"W e com 507 metros de elevação em relação ao nível do mar. A classificação climática de Köppen para região é *AW*, ou seja, tropical com chuvas concentradas no verão e com inverno seco.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A viabilidade da utilização do pulverizador construído foi verificada avaliando-se a uniformidade de distribuição e a vazão das pontas. Os dados de vazão das pontas foram analisados observando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando como tratamentos cinco pontas do tipo jato leque 110° modelo 02F110 submetidas a três diferentes pressões (2, 2,5 e 3,0, bar) com 4 repetições. As pontas utilizadas foram da empresa Guarany (FIGURA2). O método teve como objetivo avaliar se a média das vazões que chegavam até as pontas eram estatisticamente iguais através do teste F a 5% de significância.

Figura-2. Ponta hidráulica de jato tipo leque 110° 02F110, utilizada nas avaliações.

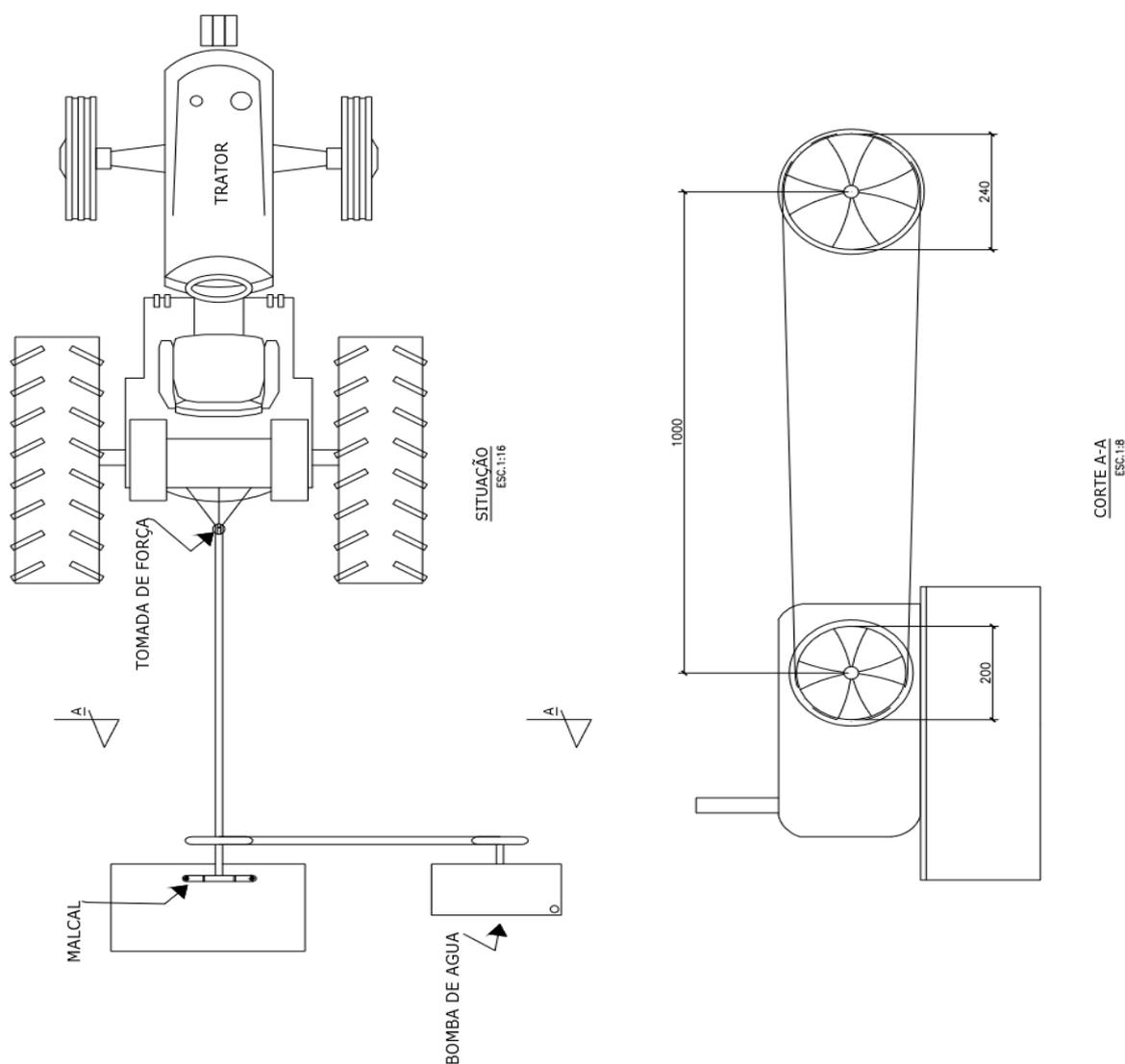


Fonte: Próprio autor, 2019.

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O pulverizador foi construído utilizando-se os seguintes materiais: mancal de 20 cm; cardan; filtro; tanque de armazenamento do líquido com capacidade de 400 litros da Hatsuta; bomba de três pistões com capacidade de $27 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, marca Yamah o modelo HS 30; polia de 20 cm e 24 cm; manômetro marca WIKA, modelo NBR14105; regulador de pressão; mangueira de sucção e de retorno; turbina da marca Jacto; 5 pontas de pulverização da marca Guarany, modelo 02F110. Pode-se observar na figura 3 o esquema de acoplamento do pulverizador ao trator.

Figura-3. Esquema de acoplamento do pulverizador ao trator



Na tabela 1 pode-se observar as especificações da ponta utilizada.

Tabela 1- Especificidade da ponta utilizada.

Ponta de jato tipo leque	Material	Faixa de trabalho em bar	Vazão (L/min)	Característica
02F110	Poliacetal	2 a 4 bar	0,65 a 0,92	Ponta de uso geral, para aplicações de herbicida, inseticida e fungicida

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

A bomba de pistão, antes acionada por um motor elétrico, foi adaptada à tomada de potência do trator (TDP) para trabalhar num sistema de polias, de forma que a tomada de potência do trator acionou o cardan a 540 rpm. O cardan foi então acoplado ao mancal que possuía dois sistemas de polias nas suas extremidades, sendo que uma polia de 20 cm acionava uma polia de 24 cm acoplada à bomba, fazendo a bomba trabalhar num regime de 450 rpm.

O pulverizador foi construído de forma que pudesse utilizar o mesmo armazenamento para sucção e retorno do líquido excessivo, dessa forma o sistema foi mantido fechado mantendo a circulação constante.

Ao decorrer dos testes antes do início de cada avaliação, o pulverizador e o trator ficaram mantidos acionados, com objetivo de estabelecer a pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e no funcionamento do pulverizador.

Posteriormente realizou-se a análise da vazão em cada ponta, para tanto foi acoplada uma mangueira em cada uma, para que as gotas não se dispersassem e pudesse causar a perda no momento do recolhimento. A vazão foi determinada recolhendo-se a água que escoava do orifício final da mangueira em um copo medidor calibrado de 1000 ml. Foram realizadas quatro amostragens ou repetições de um minuto em cada ponta, nas três pressões avaliadas de (2, 2,5 e 3 bar).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura abaixo apresenta as partes do pulverizador não convencional.

Figura-4. Partes das adaptações ocorrida na construção do pulverizador não convencional.



A



B



C



D



E



F

Na Figura 4.A podemos observar o sistema de fluxo de produto fechado onde a mangueira de retorno foi montada de forma que o produto voltasse para o tanque de armazenamento. Proporcionando assim, a devida agitação do tanque de armazenamento promovendo melhor solubilidade do produto químico misturado na calda.

A Figura 4.B mostra a adaptação ocorrida para proporcionar o funcionamento da bomba e da turbina, destacando o cardan acoplado junto ao mancal que através do sistema de polia transmite a rotação para a bomba e para a turbina. No caso da bomba a polia é de 0,24 m e a do mancal de 0,20 m o que faz com que a rotação da bomba seja menor do que a do mancal reduzindo a rotação até 450 rpm.

Na Figura 4.C pode-se observar a turbina acoplada. Assim como a bomba, a turbina é acionada pelo sistema de polias que está na outra extremidade do mancal. A turbina funciona na rotação de 1728 rpm proporcionando uma cortina de ar nas pontas, com o objetivo de quebrar as gotas e impulsioná-las até as folhas proporcionando maior área de contato do fluido com as folhas.

A Figura 4.D apresenta o sistema de engate de três pontos, onde o pulverizador foi montado nos braços inferiores esquerdo e direito e no braço superior.

As Figuras 4.E e 4.F mostram o pulverizador em pleno funcionamento dentro do bananal.

Os resultados obtidos nas avaliações podem ser observados na Tabela 2. As análises de vazão entre as pontas em função de cada pressão mostraram que as pontas submetidas a 2 bar, 2,5 bar e 3 bar mantiveram ótima uniformidade de distribuição entre as cinco pontas, uma vez que o coeficiente de variação (CV) permaneceu abaixo de 5%.

Tabela-2 Vazão obtida na ponta 02F110 nas três diferentes pressões de trabalho.

Ponta 02F110	Volume coletado (mL/min)		
	Pressão		
Amostras (Pontas)	2bar	2,5bar	3bar
1	600,0	750,0	800,0
1	650,0	820,0	830,0
1	630,0	720,0	890,0
1	640,0	750,0	850,0
2	520,0	760,0	880,0
2	610,0	700,0	850,0
2	580,0	730,0	900,0
2	600,0	740,0	880,0
3	600,0	710,0	820,0
3	590,0	690,0	880,0
3	600,0	700,0	920,0
3	610,0	720,0	850,0
4	570,0	710,0	900,0
4	580,0	730,0	860,0
4	620,0	720,0	900,0
4	590,0	710,0	850,0
5	610,0	730,0	880,0
5	610,0	750,0	890,0
5	600,0	680,0	900,0
5	610,0	700,0	880,0
Média	601,0	726,0	870,5
CV%	3,8	3,7	3,4

Fonte: Próprio autor, 2019

Nesse sentido, a fim de detalhar os dados estatísticos da vazão, os dados foram apresentados na Tabela 3.

Tabela-3. Expressa os dados estatístico da vazão nas três pressões avaliadas utilizando a ponta 02F110.

Pressão	2 Bar	2,5 Bar	3 Bar
Média (mL/min)	601,1	726,0	870,2
Desvio padrão	27,3	30,2	34,7
Erro padrão	6,1	6,7	7,7
Mínimo (mL/min)	520,0	680,0	820,0
Máximo (mL/min)	650,0	820,0	920,0
Intervalo (mL/min)	130,0	140,0	100,0

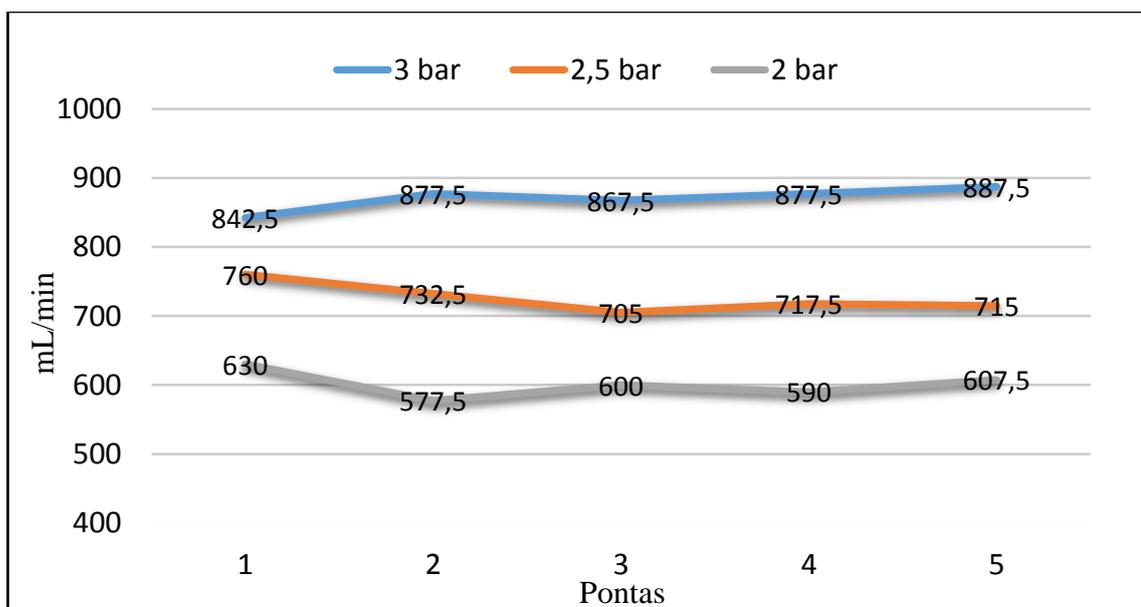
Fonte: próprio autor, 2019.

Sendo assim, quando se observa o coeficiente de variação da vazão ocorrida nas três pressões, pode-se observar que a pressão de 2 bar apresentou o maior CV de 3,83%, e o menor CV foi na pressão de 3 bar de 3,43% e a pressão de 2,5 bar teve o CV entre as duas pressões de 3,72%. Dessa forma, o pulverizador apresentou boa precisão no sistema de distribuição, tendo como CVs abaixo de 5% observados na Tabela 2.

(Rodrigues *et al.*, 2004), avaliaram um pulverizador estacionário com pontas tipo “jato plano”, com ângulo nominal de abertura de 110°, e alcançou-se resultados parecidos em relação a homogeneidade da vazão no decorrer das medições, sendo todos CVs abaixo de 5%. Já (Padovan, 2004), analisou 6 tipos de pontas sendo elas distintas entre-si em condições ideais obteve um CV muito preciso quanto a distribuição da vazão, sendo que o maior CV encontrado foi de 2,63%.

O Gráfico 1 evidencia a média de vazão de cada ponta nas diferentes pressões, onde pode-se observar um padrão na distribuição entre elas, indicando a homogeneidade e a uniformidade do sistema. De acordo com o Teste F a 5%, as médias não podem ser consideradas diferentes, o que evidencia a uniformidade de distribuição. Realizando uma análise mais aprofundada dos dados obtidos nas avaliações de 2, 2,5 e 3 bar, o pulverizador não convencional apresentou uniformidade de distribuição nas três pressões avaliadas em que se trabalhou.

Gráfico-1. Vazão média em mL/min de cada ponta nas diferentes pressões de trabalho.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Além da vazão das pontas, outra avaliação a ser considerada é em relação ao custo de produção do equipamento. Na Tabela 4 pode-se observar o custo de fabricação do pulverizador não convencional, bem como o custo de aquisição de dois pulverizadores convencionais, obtidos em duas lojas agrícolas distintas. O custo do pulverizador não convencional foi obtido através da soma dos materiais e da mão de obra utilizada. Pode-se observar que o pulverizador não convencional é muito mais barato em relação ao convencional, diferença essa que chega a custar em torno de oito mil e duzentos reais, valor muito alto para um pequeno agricultor.

Tabela-4. Custo de fabricação do pulverizador não convencional e custos de aquisição de dois pulverizadores convencionais.

Pulverizador não convencional			Pulverizador convencional 1	Pulverizador convencional 2
Peças	Quantidade	Custo (R\$)	Custo para aquisição	Custo para aquisição
Estrutura de aço	1	300,00	-	-
Mancal com polia	1	400,00	-	-
Bomba de três pistão	1	580,00	-	-
Turbina	1	500,00	-	-
Tanque 400L	1	500,00	-	-
Cardan	1	575,00	-	-
Bico de pulverização	5	75,00	-	-
Tubo de 75 mm	1 m	35,00	-	-
Mangueira	8 m	70,00	-	-
Monômetro	1	75,00	-	-
Filtro	1	100,00	-	-
Mão de obra	-	1500,00	-	-
Custo total		4.710,00 R\$	13.000,00 R\$	14.900,00 R\$

Fonte: Adaptada de MFrural, 2019; Pulverizadores Adventure, 2019

A mão de obra foi baseada no valor de 75 reais por dia utilizada em 20 dias de construção.

Vale lembrar que o pulverizador foi montado com uma bomba de lavar carro modificada de forma que foi tocada por um sistema de polia ligado a TDP do trator, isso pode ter proporcionando pequenas oscilações no funcionamento da bomba. A turbina que foi acoplada ao pulverizador para atender a necessidade do produtor não afetou a vazão das pontas, pois apenas proporcionou uma ventilação uniformidade com objetivo de fazer uma atomização e espalhar as gotas para que entrem em contato com as folhas da banana.

5. CONCLUSÃO

Com base nos dados, o pulverizador não convencional apresentou funcionamento satisfatório, visto que é um implemento artesanal e de baixo custo, pois teve ótima eficiência nas três pressões avaliadas.

O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4.710,00 representando praticamente 36% do valor de um pulverizador convencional.

Todas as vazões apresentadas pelas pontas foram estatisticamente iguais entre-se.

Os valores das vazões das pontas se aproximaram muito daquelas apresentadas pelo fabricante.

Outros testes devem ser realizados para se avaliar a eficiência do equipamento como o teste de deriva, tamanho das gotas aplicadas, maior variação de pontas e pressões, análise da turbina para testar 100% da sua efetividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVENTURE. **Atomizador tornado**, 2019. Disponível em: <<https://www.adventurepulv.com.br/loja/atomizadores/fruticultura>>. Acesso 01 de setembro de 2019.

ANDEF. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**, 2010. Disponível em: <http://sindag.org.br/2017/07/Manual_Tecnologia.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2019.

ANFAVEA- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Máquinas agrícolas e rodoviárias**, 2018. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/estatisticas>>. Acesso 16 de agosto de 2019.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SASAKI, E. H. **Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 731-738, 2006.

BAUER, F. C.; PEREIRA, F. A. R.; SCHEEREN, B. R.; BRAGA, L. W. **Diagnóstico das condições, tempo de uso e manutenção de pulverizadores no Estado de Mato Grosso do Sul**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP v. 29, n. 3, p. 501-507, 2009.

BORGES, ANA LÚCIA; SOUZA, LUCIANO DA SILVA. **O cultivo da bananeira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

CANALAGRICOLA. **Atomizador costal a gasolina**. Disponível em: <<https://www.canalagricola.com.br/atomizador-costal-nebulizador>>. Acesso 21 de agosto de 2019.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1060-1080, set-out, 2005.

DANTAS, J. L. L. et al. Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica. **A Cultura da Banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**, p. 27-34, 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agência de informação Embrapa banana**, 2018. Disponível em <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 25 de setembro de 2019.

EUROPEAN CROP PROTECTION ASSOCIATION (ECPA). **Cereals and plant protection**. ECPA: Summary of the Cereal Chapters, p.16, 1992.

FANCELLI, M; ALVES, E. J. **Principais pragas da cultura**. In: ALVES, E. J. (Ed). **Cultivo de bananeira tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 105-116, 2001.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production share of bananas by region**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#country>>. Acesso em 25 de agosto de 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2018. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 21 de agosto de 2019

JACTO. **Pulverizador agrícola**, 2017. Disponível em:<<https://blog.jacto.com.br>>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

KOMAQUINAS. **Canhão de pulverização para controle de pragas e ervas daninhas em lavouras, pomares e pastagem**, 2019. Disponível em:<<http://www.komaquinas.com.br/produtos/canhoes>>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

MANICA, I. **Fruticultura Tropical 4: Banana, Porto Alegre_RS, Cinco Continentes**, 1998.

MFRURAL. **Pulverizador**, 2019. Disponível em:<www.mfrural.com.br>. Acesso em 20 de setembro de 2019.

PADOVAN, L.A. **Avaliação da vazão inicial de bicos pulverizadores**. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal - Garça, SP. 7p, 2004.

RODRIGUES, G.J. et al. **Análise da distribuição volumétrica de bicos de pulverização tipo leque de distribuição uniforme**. Engenharia na Agricultura, v. 12, n. 1, p. 7-16, 2004.

SIDAHMED, M. M. **Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles**. Transactionsofthe ASAE, St. Joseph, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.

SILVEIRA, G.M.; SIERRA, J.G. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.418-424, 2010.

VIEIRA, LUIZ MARCELINO. Brasil é o terceiro maior produtor de banana. **Revista Campo e Negócios**, <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor>>. Acesso 29 de julho de 2019.

YARA. **Estratégia de aplicação para banana**, 2019. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/banana/estrategias-de-aplicacao-para-a-banana>>. Acesso em 28 de agosto de 2019.