

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

TIAGO RIBEIRO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Avaliação da vazão de pontas de pulverização hidráulica de jato plano

FLORIANÓPOLIS

Novembro/2016

Avaliação da vazão de pontas de pulverização hidráulica de jato plano

Tiago Ribeiro ^{1*}, Guilherme Lady Bomm¹, Suelen Silva¹, Fernando Cesar Bauer ²

⁽¹⁾ Graduandos do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil.

⁽²⁾ Professor Adjunto IV, Depto de Engenharia Rural, Núcleo de Mecanização Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

* Autor correspondente - Email: tiagoribeirorb@gmail.com

Resumo:

As pontas pulverizadoras são um dos componentes mais importantes empregados nas práticas de manejo no controle de agentes indesejados nas lavouras. Devido ao alto grau de importância deste item utilizado obrigatoriamente na agricultura convencional é possível encontrar no mercado uma ampla gama de pontas pulverizadoras. O objetivo do trabalho foi realizar a avaliação da vazão de cinco tipos de pontas pulverizadoras de jato plano de diferentes materiais. Utilizou-se conjunto pulverizador composto por tanque de coleta de vazão pulverizada. Os exemplares foram avaliados por três vezes consecutivas a uma pressão de 275 kPa. Os resultados indicaram que 4 dos 5 tipos de pontas avaliadas foram reprovadas nas avaliações de vazão, excedendo a variação tolerada pela norma. Apenas a ponta de aço inoxidável mostrou-se confiável.

Palavras-chave: pontas, jato plano, tecnologia de aplicação.

Abstract: Spray nozzles are one of the most important components used in management practices in the control of unwanted agents in crops. Due to the high degree of importance of this item which is compulsorily used in conventional agriculture, a wide range of spray nozzles can be found in the market. The target of this work was to evaluate the flow rate of flat spray nozzles of different materials. A setup composed of a hydraulic sprayer and five different nozzles was used. The specimens were evaluated three consecutive times at a pressure of 275 kPa. The results indicated that 4 of the 5 types of evaluated tips were rejected in the flow assessments, as they exceeded the variation tolerated by the ruling standards.

Key words: spray nozzles, flat fan spraying, Application technology.

1. INTRODUÇÃO

O emprego da tecnologia na produção de pontas de pulverização hidráulica de qualidade tem acompanhado o desenvolvimento exponencial da agricultura. As pontas utilizadas na aplicação de agrotóxicos em lavouras, visam a máxima eficiência durante a pulverização dos produtos. A qualidade das pontas indica a produção de jatos com gotas uniformes e maior possibilidade de controle da deriva (THEBALDI et al., 2009). Uma das preocupações da pesquisa em tecnologia de aplicação é atingir o alvo desejado com eficiência, prezando pela aplicação consciente e uso de dosagens recomendadas para controle de pragas, fitopatógenos e plantas espontâneas (RODRIGUES, 2012).

Normalmente utiliza-se o termo bico de pulverização como sinônimo de ponta de pulverização, porém são estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra: corpo, filtro, ponta e capa; enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas, volume emitido e tipo de jato (ANDEF, 2004).

Existem no mercado diversos tipos de pontas de pulverização classificadas, entre outros, de acordo com a forma do jato produzido, sendo as de jato plano e jato cônico vazio as mais utilizadas. Dessa forma, cabe ao produtor escolher o tipo de ponta que atenda as especificidades e exigências do agente a ser pulverizado na lavoura (MATUO, 1990).

A escolha das pontas que antecede a pulverização da lavoura é tão importante para seu sucesso quanto o próprio ato ou o produto químico a ser utilizado. Segundo SIDAHMED (1998), é crucial entender em detalhes as características do alvo para ser possível adotar pontas adequadas para a necessidade em questão. Assim, fragmentar a lâmina líquida em partículas (gotas) pequenas, controlar a saída do produto na vazão necessária e distribuir homogeneamente as gotas no alvo são atribuições das pontas. Porém, apenas a qualidade na fabricação das pontas utilizadas não determina a qualidade na pulverização, uma vez que fatores como uniformidade volumétrica e qualidade na distribuição do produto, podem ser afetados por técnicas operacionais como montagem do equipamento, distância entre bicos na barra pulverizadora, pressão do sistema, ângulo das pontas, entre outros (PERICIN et al., 1994).

Em alguns casos, quando realizada a pulverização na lavoura, é possível obter-se êxito mesmo com baixos volumes de produto depositado no alvo. Segundo FERNANDES et al. (2010), é necessário que as pontas estejam conservadas ou novas. Caso a distribuição seja homogênea, com espectros e número de gotas precisos, a pulverização será eficiente para controle do alvo em questão. Por outro lado, DOWNER et al. (1997) relatam que a busca por redução na quantidade de produtos lançados a campo, leva a redução de dosagens durante as aplicações, porém a eficácia na distribuição e controle não devem ser prejudicadas, sendo necessário ponderar até que ponto a redução das dosagens é benéfica ou prejudicial no resultado final da operação.

Levando em consideração a importância das pontas de pulverização na eficácia de controle e no custo da operação agrícola, este trabalho teve como objetivo avaliar a vazão de 5 tipos de ponta de pulverização de jato plano 11002. De três diferentes materiais (poliacetal, cerâmica e aço inoxidável). Segundo a norma International Organization for Standardization – ISO 10626:1991.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Instrumentação Agrícola do Núcleo de Mecanização Agrícola no Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis/SC, em março de 2016.

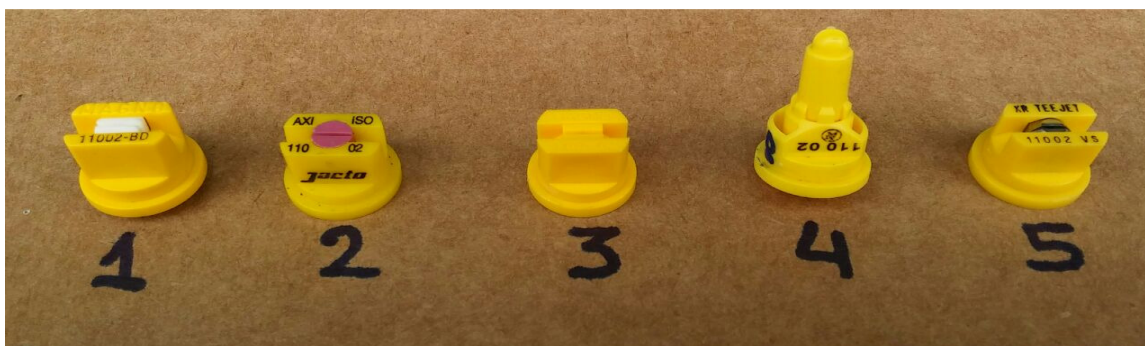
A metodologia utilizada nas avaliações ocorreu em acordo com a norma International Organization for Standardization – ISO 5.682-1:1996.

Foram avaliados cinco tipos de pontas de jato plano comum 11002 novas (Figura 1), fabricadas por diferentes empresas e adquiridas no mercado local. Utilizando pressão que suporta de 200 kPa a 400 kPa. Foram avaliadas 20 unidades de cada tipo de ponta. Utilizou-se três repetições consecutivas para avaliar cada exemplar fixado a barra. Segundo os fabricantes, as características e especificidades das pontas podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1. Pontas pulverizadoras utilizadas e suas especificidades.

Pontas de jato plano	Material	Durabilidade (Vida Útil)	Características
11002 AD	Cerâmica	Mais de 400h	Utilizadas principalmente na pulverização de herbicidas em área total.
AXI 11002	Cerâmica		
MF 11002	Poliacetal	400h	
11002 GA	Poliacetal		
XR 11002	Aço inoxidável	400h	

Figura 1. Pontas hidráulicas de jato plano comum, submetidas a avaliação volumétrica. 2016.



Para as avaliações da vazão foi construído um sistema de pulverização em laboratório constituído de tanque de coleta da pulverização com capacidade de 100 litros; bomba de três pistões com capacidade de 75 L min^{-1} marca Jacto, modelo JP-75A; motor elétrico trifásico marca Weg de potência igual a 1,47 kW (2,0 CV); comando regulador de pressão marca Jacto; manômetro mecânico marca Wika com precisão de 1%; barra pulverizadora com um metro de comprimento; bicos bijet marca Jacto; provetas; tubos, mangueiras, conexões e abraçadeiras.

O sistema foi montado de modo a utilizar o mesmo reservatório para sucção da bomba, despejo do líquido pulverizado e retorno do excesso de líquido, tornando o sistema fechado com a água circulando continuamente por ele. A bomba, acionada via correia pelo motor elétrico, pressuriza o líquido no sistema. Os bicos foram montados em duas barras fixadas em suporte metálico com 1,3 metros de altura, possibilitando o giro em até 100° . Imediatamente abaixo de cada uma das barras foi instalado suporte para ajuste de provetas de 2000 mL, que serviram de coletores. Cada uma das barras foi

montada com cinco bicos iguais e, abaixo deles, foram instaladas cinco provetas de modo a que cada proveta recebesse o líquido de um único bico, com todo o sistema sendo mantido na horizontal.

Para mensurar o material coletado por cada proveta foi utilizada balança da marca EXACTA, Modelo BL – 3200AS, com precisão de 0,01g e capacidade máxima de 3,2 kg. Utilizou-se cronometro digital para medição do tempo de pulverização.

Durante os ensaios antes do início de cada avaliação o conjunto motor-bomba era mantido acionado por 60 segundos, com objetivo de estabelecer a constância do fluxo nas barras. Após esse período de estabilização, as barras eram posicionadas acima dos coletores de modo a inserir a ponta dentro dele, permanecendo por 60 segundos, a uma pressão de 275kPa (39,9psi). Ao atingir o tempo cronometrado a barra era virada para fora dos coletores, que eram retirados e o liquido coletado era levado à pesagem.

As vazões recomendadas pelos fabricantes podem ser encontradas nas plataformas online de cada marca. (Jacto, 2016); (Hypro Nozzles, 2016); (Magno Jet, 2016); (Teejet Technologies, 2016).

A variação da vazão obtida com as pulverizações foi ajustada em função da pressão, analisada por Estatística Descritiva e comparada a vazão indicada pelo fabricante e a vazão determinada pela Norma internacional vigente ISO 10626:1991.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Tabela 2) na avaliação de distribuição da vazão das pontas de pulverização, mostraram que os exemplares submetidos ao teste possuem ótima uniformidade de vazão dentro de cada grupo, pois de fato apresentaram um Coeficiente de Variação – CV% abaixo de 7%. A ponta MF 11002 foi a que apresentou maior CV (4,55%), embora esse valor se apresente dentro do que recomenda a entidade legislativa Italiana para máquinas novas (CONAMA, 1997 citado por BAUER et al., 2006).

Tabela 2. Valores médios para as 3 repetições (mL), médias geral (mL) e CV das avaliações de vazão para cada unidade das pontas avaliadas.

Ponta	11002 AD	AXI 11002	MF 11002	11002 GA	XR 11002
1	881,0	873,7	881,3	886,3	861,0
2	854,0	877,0	898,0	882,7	850,7
3	865,0	891,7	893,7	895,3	860,3
4	876,0	854,0	891,7	886,3	842,7
5	906,3	856,7	863,7	894,0	861,7
6	874,7	838,0	902,3	894,0	842,7
7	868,3	877,0	878,3	893,0	855,0
8	878,7	864,0	713,0	900,0	854,0
9	872,7	880,3	886,7	902,0	845,0
10	901,7	870,7	867,7	902,0	859,3
11	823,3	871,3	877,0	913,0	855,7
12	889,7	864,0	876,3	895,0	857,7
13	861,3	859,3	862,0	906,3	852,0
14	900,3	872,0	876,3	893,7	855,0
15	890,3	879,3	889,7	936,7	844,3
16	886,7	829,3	851,3	927,7	865,3
17	916,7	862,3	870,7	937,7	856,0
18	872,0	862,7	876,7	929,0	854,0
19	912,7	852,0	853,3	917,0	864,0
20	894,0	885,7	848,7	938,3	863,3
Média	881,3	866,1	867,9	906,5	855,0
CV %	2,49	1,77	4,55	2,02	0,82

Porém, quando se leva em consideração que os 5 tipos de pontas utilizados possuem características de uso bastante semelhantes, segundo seus fabricantes, e que foram submetidas a mesma metodologia experimental, nota-se que a ponta MF 11002 apresentou um CV muito alto em relação aos demais, ou seja, 1,8 vezes maior que a ponta 11002 AD, 2,2 vezes maior que a ponta 11002 GA, 2,5 vezes maior que a ponta AXI 11002 e 5,5 vezes maior que a ponta XR 11002, sendo esta última a que apresentou o menor CV entre todas testadas. Vale ressaltar que o desvio padrão da ponta MF 11002 poderia diminuir drasticamente de amplitude caso as médias do oitavo exemplar fossem excluídas da equação. Isso porque a ponta 8 apresentou vazão muito inferior (713ml) aos outros membros do grupo. Em caso de exclusão da ponta 8, seu desvio padrão cairia para 15,6 e seu CV para 1,782.

Em trabalho realizado por Padovan (2004), ao analisar 6 diferentes tipos de pontas, foi obtido um CV ainda mais preciso, ao avaliar a confiabilidade na distribuição de vazão, com variação de 1,16% entre o maior e o menor CV, sendo o maior CV registrado pelo autor de 2,63%. Já Rodrigues et al., (2004), realizou experimento com

pontas de jato plano fabricados em poliacetal e obteve resultados semelhantes quanto a uniformidade da distribuição de vazão durante as análises, com todos os CV registrados abaixo de 5%.

Desta forma, vale ressaltar que a ponta XR 11002 com CV de 0,82% apresentou a melhor uniformidade de vazão, dentre as 5 pontas avaliadas, pois sabe-se que quanto menor o CV registrado maior a precisão na distribuição de vazão das unidades avaliadas. Os resultados apresentados no presente trabalho corroboram com Guimarães et al., (2013), que também registrou uma variação entre exemplares avaliados durante os testes de uniformidade de vazão ao analisar o CV de pontas de jato plano, mesmo que teoricamente as pontas devessem apresentar os mesmos resultados ou resultados muito semelhantes.

A Figura 2 mostra a média da vazão para cada tipo de ponta, indicando haver padrão na vazão entre todas as pontas testadas, embora todas tenham apresentado vazão acima da Norma ISO 10626:1991, determinada no limite de 800 mL. Tendo utilizado a pressão de 275 kPa, abaixo dos 300 kPa indicado pelo Norma, a vazão obtida deveria estar também abaixo dos 800 mL, não acima, indicando irregularidade.

Figura 2. Vazão média em ml, de cada uma das 20 unidades dos cinco tipos de pontas estudadas e indicação da vazão segundo a Norma ISO 10626:1991.

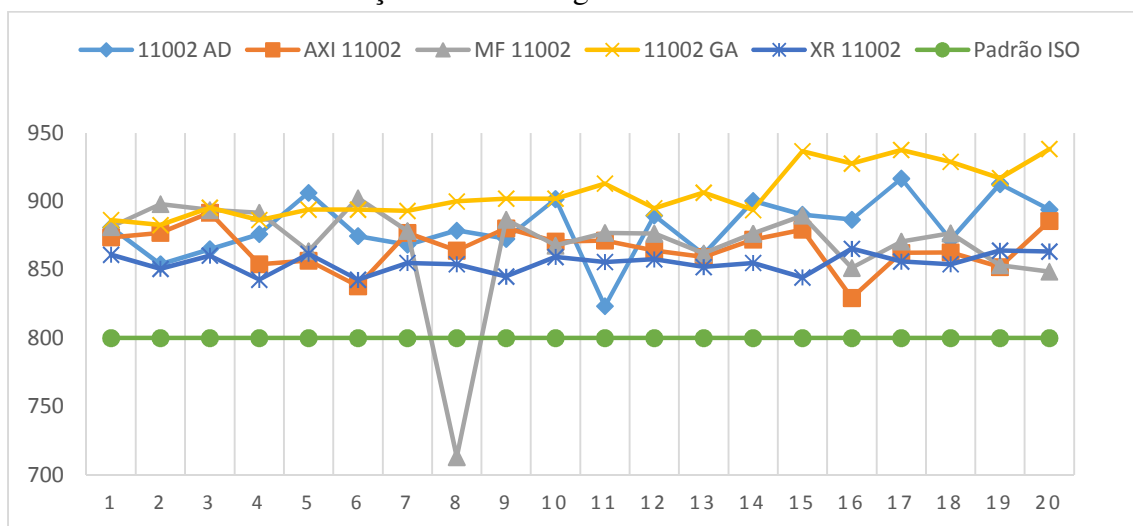


Tabela 3. Demonstrativo estatístico descritivo da vazão dos cinco tipos de pontas avaliadas.

Ponta	11002 AD	AXI 11002	MF 11002	11002 GA	XR 11002
Média	881,3	866,1	867,9	906,5	855,0
Erro padrão	4,909	3,421	8,833	4,098	1,574
Desvio padrão	21,955	15,301	39,503	18,328	7,038
Mínimo	823,3	829,3	713,0	882,7	842,7
Máximo	916,7	891,7	902,3	938,3	865,3
Intervalo	93,3	62,3	189,3	55,7	22,7
Mediana	879,8	867,3	876,5	901,0	855,3

A Tabela 4, apresenta a vazão em ml/min obtida nas avaliações e as compara a vazão indicada pelo fabricante e vazão segundo a Norma ISO 10626:1991. Verifica-se que todas as pontas, não importando qual o fabricante, apresentaram vazão acima do recomendado pela Norma ISO 10626:1991, com destaque para as pontas 11002 GA e 11002 AD que apresentaram vazão superior em 13,3% e 10,1%, respectivamente.

O mesmo comportamento, de modo geral, ocorre ao se comparar a vazão obtida nos testes com a vazão indicada pela fabricante. Esse fato é bastante preocupante, levando-se em consideração a recomendação de que as pontas devem ser substituídas quando apresentarem vazão 10% superior a vazão indicada pelo fabricante. Desta forma realizando uma análise mais ampla, percebe-se que segundo a norma ISO 10626:1991, apenas observando as médias comparativas seria possível constatar que as pontas AXI 11002 e 11002 GA deveriam ser substituídas.

Tabela 4. Relação entre a vazão (mL min^{-1}) obtida nos testes, a indicada pelo fabricante e a vazão indicada na Norma ISO 10626:1991.

	11002 AD	AXI 11002	MF 11002	11002 GA	XR 11002
(1)vazão média obtida	881,3	866,1	867,9	906,5	855,0
(2)vazão fabricante	807,0	786,0	807,0	800,0	790,0
(3)vazão Norma ISO	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0
relação (1)/(2) - %	9,21	10,18	7,55	13,31	8,23
relação (2)/(3) - %	0,90	-1,75	0,90	0,00	-1,30
relação (1)/(3) - %	10,16	8,26	8,49	13,30	6,88

(1) = vazão média obtida no experimento

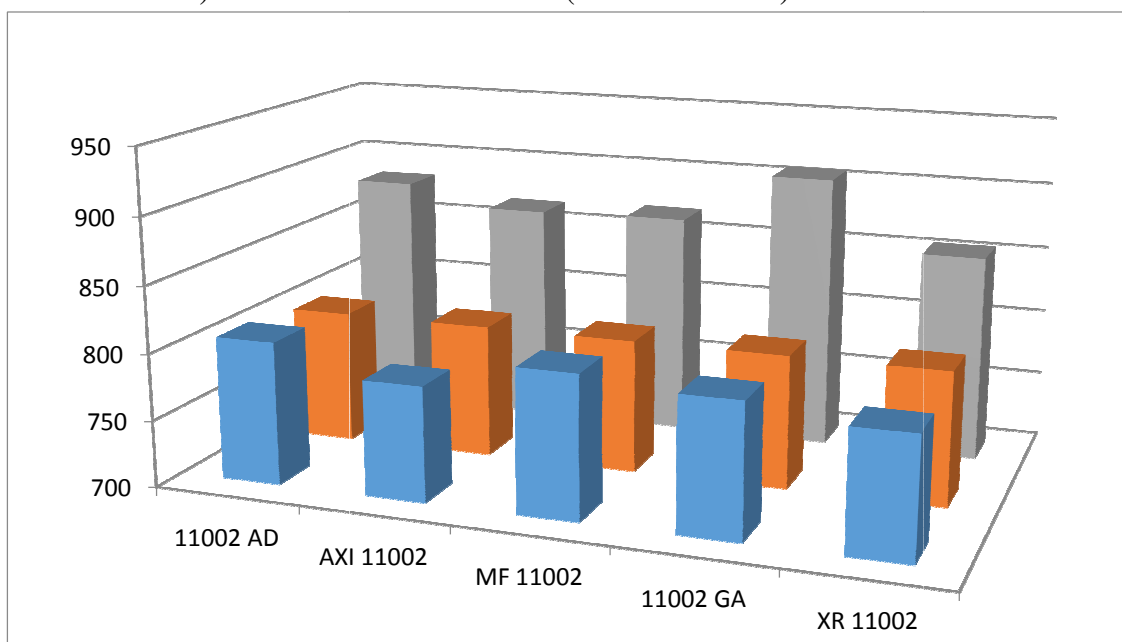
(2) = vazão indicada pelo fabricante da ponta

(3) = vazão segundo a Norma ISO 10626 a 3,0 bar

Realizando uma análise mais detalhada dos resultados obtidos nas avaliações dentro de cada grupo, é possível inferir que alguns exemplares das pontas de pulverização utilizadas não estão aptos a serem utilizados. Foi constatado que a ponta 11002 AD possui 8 unidades com vazão superior aos 10% permitidos pela Norma ISO 10626:1991, a ponta AXI 11002 10 unidades acima dos 10%, MF11002 5 unidades acima dos 10%, a ponta 11002 GA apresentou todas as 20 unidades testadas acima dos 10%. As pontas XR11002 não tiveram nenhuma unidade com vazão acima dos 10%. Desta forma, nota-se que 4 tipos de pontas não atenderam os requisitos desejados de confiabilidade do produto com relação a vazão, ao ultrapassar os limites máximos de 10% tolerados.

Os resultados obtidos, diferem daqueles encontrados por Padovan (2004), onde ao avaliar a distribuição de vazão das pontas, obteve vazão nominal (estipulada pelo fabricante) e vazão aferida de todos as pontas avaliadas abaixo dos 10% tolerados pela norma ISO 10626:1991, ou seja, o produto avaliado pelo autor mostrou-se confiável.

Figura 3. Apresentação comparativa da relação entre a vazão indicada pelo fabricante (primeiros blocos), vazão indicada na Norma ISO 10626:1991 (blocos do meio) e a vazão obtida nos testes (blocos ao fundo).



Dos 20 exemplares, novos, avaliados a ponta 11002 AD possui 40% de suas unidades com vazão superior a 10% da vazão indicada pelo fabricante, conseqüentemente fora da norma vigente ISO 10626:1991. A ponta AXI 11002 apresentou 50% de suas unidades com vazão superior a recomendada pelo fabricante. A ponta MF 11002 apresentou 25% de suas unidades com vazão superior a recomendada pelo fabricante. A ponta 11002 GA possui 100% de suas unidades fora do padrão.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados da pesquisa pode-se concluir que as pontas XR 11002 de aço inoxidável se mostraram 100% dentro dos padrões recomendados pela norma e todas as demais apresentaram vazão acima da Norma e da vazão indicada pelo fabricante.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Campinas: Linea Criativa, 2004, 52p.

CONAMA. Consorzio Nazionale per la Meccanizzazione Agricola. Roma, 1997. 11 p. (Circolare Ministeriale 10189).

DOWNER, R. A. et al. Herbicide spray distribution, quality and efficacy interactions: conflicts in requirements. *Aspects Appl. Biol.*, n. 48, p. 79-89, 1997.

FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. Eficiência de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54, n. 1, p. 130- 135, 2010.

GUIMARÃES, A. M. et al.; Estudo comparativo em mesa de distribuição de pontas de pulverização para aplicação em área total. Pompéia – SP, 8p, 3013.

HYPRO. Spray Nozzles. Acessado em: 31 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://hypro.pentair.com/en>>.

ISO 5.682-1:1996 Equipment for crop protection - Spraying equipment - Part 1: Test methods for sprayer nozzles. Acessado em: 28 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=206>

ISO 10626:1991 Equipment for crop protection - Sprayers - Connecting dimensions for nozzles with bayonet fixing. Acessado em: 28 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=18718>.

JACTO. Pontas pulverizadoras. Acessado em: 31 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://www.jacto.com.br/>>.

MAGNOJET. Pontas Pulverizadoras. Acessado em: 31 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://www.magnojet.com.br/>>.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

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

PERECIN, D.; PERESSIN, V. A.; MATUO, T.; BARBOSA, J. C.; PIO, L. C.; BRAZ, B. A. Padrões de distribuição obtidos com bicos TwinJet, em função da altura e do espaçamento entre bicos. Engenharia Agrícola, Campinas, v. 14, n. 1, p. 19-30, 1994.

RODRIGUES, G.J; TEIXEIRA, M.M.; DE ALVARENGA, C.B.. Desempenho operacional de pontas hidráulicas na determinação de parâmetros da pulverização hidropneumática. Bioscience Journal, v. 28, n. 1, 2012.

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.

DA CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues; RUAS, Renato Adriane Alves. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), v. 36, n. 1, p. 61-66, 2007.

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

TEEJET Technologies. Spray Nozzles. Acessado em: 31 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://www.teejet.com/index.shtml>>.

THEBALDI, M.S.; REIS, E.F.; GRATÃO, P.T.S.; SANTANA, M.S. Efeito da adição de adjuvante na redução de deriva em pontas de pulverização tipo cone vazio. Revista Ciências e Técnicas Agropecuárias, Vol. 18, No. 2, 2009.