

**Eficiência de diferentes pontas de pulverização
utilizadas na dessecação do milheto (*Pennisetum
americanum* (L.) Leeke)**

**Efficiency of different nozzles used for desiccation
of millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)**

João Carlos de Souza Maia¹
Pedro Hurtado de Mendoza Borges²
Aloísio Bianchini³

¹ Prof. Dr. Departamento de Solos e Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. E-mail: jotace@terra.com.br

² Prof. Dr. Departamento de Solos e Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. E-mail: pborges@ufmt.br

³ Prof. Dr. Departamento de Solos e Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. E-mail: bianchi@ufmt.br

RESUMO **ABSTRACT**

Com auxílio de um pulverizador de barras autopropelido, avaliou-se a eficiência das pontas cônicas (MAG-5), leque (IDK 120-04) e leque de jato plano com indução de ar (ADIA 04-D) utilizadas na dessecação da cultura do milheto. Para cada ponta foram estimados os diâmetros da mediana volumétrica e numérica, o coeficiente de homogeneidade e a porcentagem de perdas por deriva, de acordo com a região de amostragem na planta (basal, mediana e apical).

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com seis (6) repetições, totalizando 54 unidades experimentais. Para determinar os diâmetros das gotas depositadas nos coletores de papel sensível à água, utilizou-se o programa e-sprinkle. Conclui-se que a uniformidade no tamanho das gotas foi influenciada pelo tipo de ponta e pela região de amostragem na planta, entretanto a porcentagem do risco de perdas pela deriva foi apenas pelo tipo de ponta.

With the aid of a self propelled boom sprayer, the efficiency of conical nozzles (MAG-5), fan nozzles (IDK 120-04) and double fan nozzles with air induction (ADIA 04-D) used for desiccation of the millet culture was evaluated. For each nozzle type were estimated the median volumetric and numerical diameters, the homogeneity coefficient and the risk percentage of losses due to drift, according to the sampling regions in the plant (basal, middle and apical). A randomized blocks as delineation was adopted, in the split plot scheme with six (6) repetitions, totalizing 54 experimental units. The e-sprinkle Software was utilized to determine the drops diameter, which were deposited in the collectors of water sensitive card. It was concluded that the homogeneity coefficient was influenced by the nozzle type and the sampling regions in the plant, however the risk percentage of losses due to drift was only by the nozzles type.

PALAVRAS-CHAVE **KEY WORDS**

tecnologia de aplicação
papel sensível
deriva

*application technology
water sensitive cards
drift*

INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) destaca-se entre as espécies de gramíneas, utilizadas no Brasil para a formação de pastagem, devido a sua grande resistência à seca, boa adaptação à fertilidade do solo, grande produção de biomassa, crescimento rápido e boa resistência a pragas e doenças. No entanto, quando cultivado intensamente em sistema de plantio direto, principalmente no cerrado, podem acontecer sérios problemas fitossanitários, requerendo várias pulverizações de agroquímicos para controle.

Muitas pragas e doenças localizam-se nas regiões mediana e basal das plantas, o que dificulta a eficiência de seu manejo. Nessas regiões, na maioria das vezes, os produtos aplicados não atingem os alvos em quantidade suficiente, podendo elevar a resistência das pragas e doenças. Por outro lado, uma aplicação ineficiente de agroquímicos contribui para o aumento do impacto negativo no meio ambiente e do correspondente prejuízo econômico.

Inúmeras pesquisas têm constatado os elevados desperdícios de agroquímicos em algumas culturas. Chaim *et al.* (1999a) e Chaim *et al.* (2000) avaliaram a deposição de agroquímicos na cultura do feijão, para diferentes estádios de crescimento das plantas, verificando que as perdas variaram entre 49 e 88% do total de produto aplicado. Chaim *et al.* (1999a) estimaram perdas de agroquímicos entre 44 e 71% na cultura de tomate rasteiro, estando as plantas com 40 a 70 cm de altura. No entanto, para o tomate estaqueado, Chaim *et al.* (1999b) observaram perdas entre 24% a 41 % para as plantas e 20% a 39% para o solo. Isto significa que cerca de 30% a 45% do agrotóxico não foi encontrado nas plantas nem no solo, sendo considerado um produto perdido devido a outras causas, provavelmente evaporação ou deriva.

Cunha e Teixeira (2001), avaliando as características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano, concluíram que a uniformidade de distribuição volumétrica superficial foi influenciada pela vazão nominal, pressão de trabalho e altura de trabalho da barra. Scramin *et al.* (2002) testaram três tipos de bicos para aplicação de agroquímicos na cultura do algodão e não encontraram diferenças estatísticas para o diâmetro da mediana volumétrica e para a densidade das gotas, em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta.

Contudo esses autores observaram que os maiores valores dos parâmetros corresponderam à região apical, e os menores, à região basal.

Rodrigues *et al.* (2003), estudando a eficiência de uma barra de pulverização para aplicação de herbicidas em lavouras de café, obtiveram resultados satisfatórios do coeficiente de variação da distribuição volumétrica e da população de gotas, utilizando bicos tipo leque com pressões de trabalho superiores a 200 kPa. Chaim *et al.* (2004), comparando a eficiência de deposição na pulverização em videira, verificaram diferenças estatísticas em função do tipo de pulverizador e de bico utilizado. Balan *et al.* (2006) avaliaram a distribuição de calda na cultura da videira por turboatomizador, em função da configuração das pontas e da altura dos coletores. Neste trabalho, foram constatadas diferenças na deposição da calda de acordo com a posição do alvo e o tipo de bico. Também Bonadiman (2008), estudando a pulverização e o volume de calda no controle da *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER e *Piezodurus guidinii* na cultura da soja, concluiu que o tipo de ponta influenciou a eficiência da aplicação.

Com base na bibliografia consultada, infere-se que o tipo de bico pode influir positivamente na redução de perdas de agroquímicos, pela deriva e evaporação, e que as deposições do produto podem ser diferentes em cada região da planta. Essa problemática motivou a realização do presente trabalho, que teve como objetivo avaliar o comportamento de três bicos de pulverização utilizados para aplicação de dessecante na cultura do milho, considerando-se a região da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Fazenda Esperança, localizada no município de Sorriso, Estado de Mato Grosso, nas coordenadas geográficas 12° 18' 48" S e 58° 32' 17" W. A região é caracterizada por clima tropical quente e úmido, altas temperaturas durante o dia e baixas no período noturno, com média anual de 27-30°C. A precipitação anual média está em torno de 2300 mm e a umidade relativa média varia entre 55 e 75%. Na área experimental, foi implantada a cultura do milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) com densidade de 25 kg ha⁻¹, sendo o espaçamento entre linhas e a altura das plantas de 0,4 m e 0,9 m, respectivamente. O terreno apresentou relevo suavemente ondulado.

Foi utilizado um pulverizador autopropelido, com sistema hidráulico para o acionamento das barras, modelo gafanhoto 2500 Hidro ServSpray do ano 2003, fabricado pela Servspray. O pulverizador foi equipado com bicos novos dos tipos seguintes: cônicos da marca Magno (MAG-5 Verde) com ângulo de 85°, leque de jato plano da marca Lechler (IDK 120-04) com ângulo de 80° e leque duplo de jato plano com indução de ar da marca Magno (ADIA 04-D). Foram necessários também outros instrumentos e materiais, tais como: cronômetro, termohigroanemômetro, trena, cartolina, papel sensível à água (56 mm x 76 mm, comercializado pela Spraying Systems Co), copo medidor, água, filme plástico de pvc (Magipack) e fita adesiva simples e de face dupla.

Nos ensaios, o pulverizador foi calibrado para uma aplicação de 128 L ha⁻¹, mantendo-se uma pressão constante de aproximadamente 420 kPa para todos os bicos. A velocidade média do vento foi de 2,50 km h⁻¹, sendo sua direção perpendicular em relação ao deslocamento do pulverizador. A umidade relativa do ar e a temperatura encontravam-se em torno de 55% e 28°C, respectivamente. Essas condições ambientais são consideradas adequadas à pulverização (RAMOS *et al.*, 2001).

De acordo com a estatística clássica, a mediana é uma medida de tendência central ou de posição para um conjunto de observações e corresponde ao valor de classe que divide a distribuição de frequências em duas partes iguais. Este conceito foi aplicado por Matthews (1988) para definir dois importantes parâmetros do tamanho das gotas, depositadas por equipamentos de pulverização: o diâmetro da mediana volumétrica e o diâmetro da mediana numérica.

Por outro lado, o diâmetro da mediana volumétrica pode ser afetado por algumas gotas grandes, que elevariam este valor, enquanto o diâmetro da mediana numérica pode ser alterado por um número grande de gotas pequenas que diminuiriam esse valor. Para compensar esses fatores, recomenda-se utilizar a relação entre os dois diâmetros (MATTHEWS, 1988). A relação entre o diâmetro da mediana volumétrica e da mediana numérica denomina-se coeficiente de homogeneidade. Esse coeficiente indica a uniformidade no tamanho das gotas depositadas numa aplicação, isto é, mais homogênea a população quanto mais próximo a um estiver este valor, sendo calculado pela equação seguinte:

$$CH = \frac{DMV}{DMN}$$

onde:

CH = coeficiente de homogeneidade (adimensional);

DMV = diâmetro da mediana volumétrica (μm) e

DMN = diâmetro da mediana numérica (μm).

Outro importante parâmetro para avaliar a eficiência de uma aplicação, que é estimado neste trabalho, refere-se à porcentagem de perdas por risco da deriva. De acordo com a bibliografia, essa porcentagem indica a quantidade de gotas pulverizadas com diâmetro inferior a 100 μm , sendo determinada por:

$$PRD = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N} \cdot 100$$

onde:

PRD = porcentagem de perdas por risco da deriva (%);

f_i = frequência absoluta das gotas com diâmetro inferior a 100 μm (adimensional) e

N = número total de gotas depositadas (adimensional).

Para a distribuição dos coletores, adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), no esquema de parcelas subdivididas com seis (6) repetições ou blocos, sendo três a favor, e três contra o sentido de movimento do pulverizador. Como tratamentos principais ou parcelas foram considerados os três tipos de bicos (cônicos, de leque e de leque duplo com indução de ar) e selecionaram-se, como tratamentos secundários ou subparcelas, as três regiões de amostragem na planta (basal, mediana e apical), totalizando 54 parcelas experimentais.

As parcelas apresentavam 30,0 m de comprimento 5,0 m de largura, sendo a área útil de 150 m², demarcando-se 10,0 m entre os blocos para as manobras do pulverizador. Nas parcelas, os alvos de amostragem foram distribuídos em 10 plantas escolhidas, aleatoriamente, na faixa formada pelas três linhas centrais. Nas plantas selecionadas, foram

fixados com fita adesiva três coletores de papel sensível à água para cada região de amostragem, sendo que, na análise dos dados, utilizou-se a média das 30 observações correspondentes. Após a passagem do pulverizador, aguardou-se durante um período de 5 minutos para a retirada dos coletores, visando ao assentamento de todo o material aplicado. Em seguida, os coletores foram recolhidos e embalados com filme plástico de pvc, inibindo a interferência de agentes externos como poeira e luz.

Para determinar os diâmetros das gotas depositadas nos coletores de papel sensível à água, utilizou-se o programa e-sprinkle, desenvolvido pela EMBRAPA (2004), o qual fornece os respectivos diâmetros corrigidos pelo fator de espalhamento, estudado por Barry (1979), Uk (1986) e Matthews (1988). Na análise de variância e comparação das médias dos tratamentos, foram aplicados os testes F (Fischer) e Tukey, para 1 % de probabilidade, respectivamente (GOMES, 1990). No processamento analítico e gráfico dos dados, utilizaram-se a planilha eletrônica EXCEL e o programa STATISTICA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados principais da análise de variância dos parâmetros de pulverização, avaliados no presente estudo. Nesta Tabela, verifica-se que houve diferença significativa em nível de 1 %, de acordo com o teste F (Fischer), entre os tipos de bicos e as regiões da planta, bem como na interação desses fatores. Nesta Tabela deduz-se, ainda, que os ensaios foram realizados com adequada precisão, em razão do baixo coeficiente de variação inferior a 10 %, tanto para os tratamentos principais (tipos de bicos) quanto para os tratamentos secundários (regiões da planta). Essa afirmação baseia-se na classificação dos coeficientes de variação para experimentos agrícolas, recomendada por Gomes (1990).

Tabela 1 - Resultados principais da análise de variância

Parâmetros	Causas de variação	Significância	Coefficiente de variação (%)
DMV (μm)	Blocos	ns	-
	Tipo de bico	**	1,37
	Região da planta	**	1,08
	Interação	**	-
DMN (μm)	Blocos	ns	-
	Tipo de bico	**	0,33
	Região da planta	**	0,23
	Interação	**	-
CH (Adimensional)	Blocos	ns	-
	Tipo de bico	**	2,43
	Região da planta	**	2,16
	Interação	**	-
PRD (%)	Blocos	ns	-
	Tipo de bico	**	5,78
	Região da planta	ns	4,82
	Interação	**	-

Legenda: ** - Diferença significativa em nível de 1% de probabilidade, conforme o teste F (Fischer)

ns - Diferença não significativa em nível de 1% de probabilidade, conforme o teste F

Na Figura 1, apresentam-se os valores médios do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta. Observa-se que o maior diâmetro da mediana volumétrica correspondeu ao bico tipo leque duplo com indução de ar na região basal da planta, seguido pelos valores desse parâmetro para o bico tipo leque nas regiões mediana, basal e apical, respectivamente, estimando-se o menor valor para o bico cônico na região basal da planta.

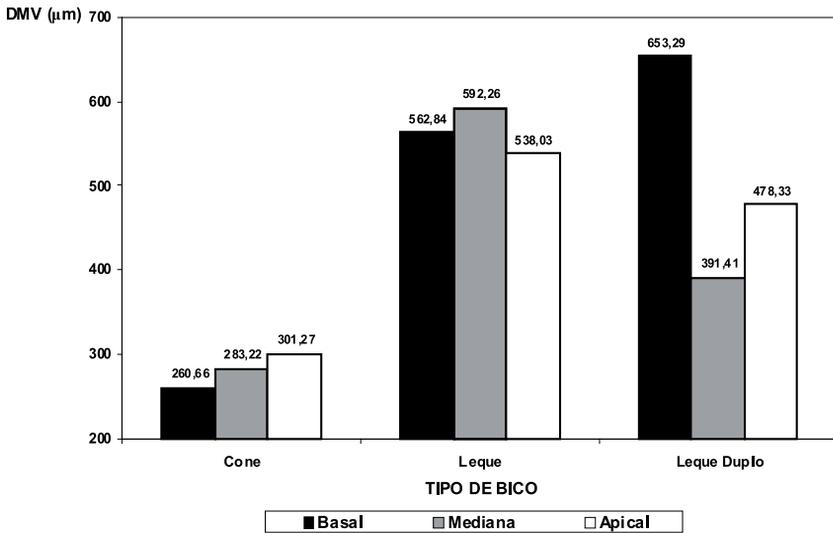


Figura 1 – Diâmetro da mediana volumétrica em função do tipo de bico e região de amostragem na planta.

De acordo com o diâmetro da mediana volumétrica, independentemente da região da planta, pode-se classificar a população das gotas da pulverização, realizada com os bicos cônicos, como média e, com os bicos tipo leque, como grossa (RAMOS, 2001). Os valores do diâmetro da mediana volumétrica para os bicos cônicos, bem como a tendência de aumento da região basal para o ápice da planta, obtidos no presente trabalho, foram semelhantes aos estimados por Scramin *et al.* (2002), que avaliaram bicos de pulverização de agroquímicos na cultura de algodão, em função de três regiões da planta: basal, mediana e apical. No entanto, comparando os referidos valores e sua tendência em função das regiões da planta para os bicos tipo leque, verificou-se que houve concordância, apenas, na região apical da planta. Nas outras duas regiões da planta, os valores foram 62,26% e 78,11% superiores, para as folhas do mediano e da base, respectivamente.

Observou-se, ainda, que os bicos tipo leque forneceram gotas com diâmetro da mediana volumétrica superior aos estimados por Cunha e Teixeira (2001), que variou entre 280 e 405 µm. Carvalho e Furlani Júnior (1999) determinaram um diâmetro da mediana volumétrica de

130 a 169 μm . Por outro lado, Chaim *et al.* (1999c) obtiveram nos testes um diâmetro da mediana volumétrica de 169 até 212 μm . Entretanto os valores do referido diâmetro, determinado neste estudo, ficaram dentro dos limites recomendados por Márquez (1997) para evitar problemas de deriva e escorrimento, que acontecem, respectivamente, com gotas de diâmetro mediano volumétrico inferior a 100 μm e superior a 800 μm .

Na Figura 2, apresentam-se os valores médios do diâmetro da mediana numérica (DMN), em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta. Observa-se que os referidos valores foram superiores para os bicos tipo leque, em todas as regiões da planta e que esse parâmetro foi maior na região basal da planta, independentemente do tipo de bico. Na própria figura, verifica-se, ainda, que o diâmetro da mediana numérica apresentou uma tendência semelhante para os bicos tipo leque, sendo maior nas extremidades da planta (base e ápice) e menor na mediana; entretanto, para os bicos cônicos, houve uma tendência decrescente da base para o ápice.

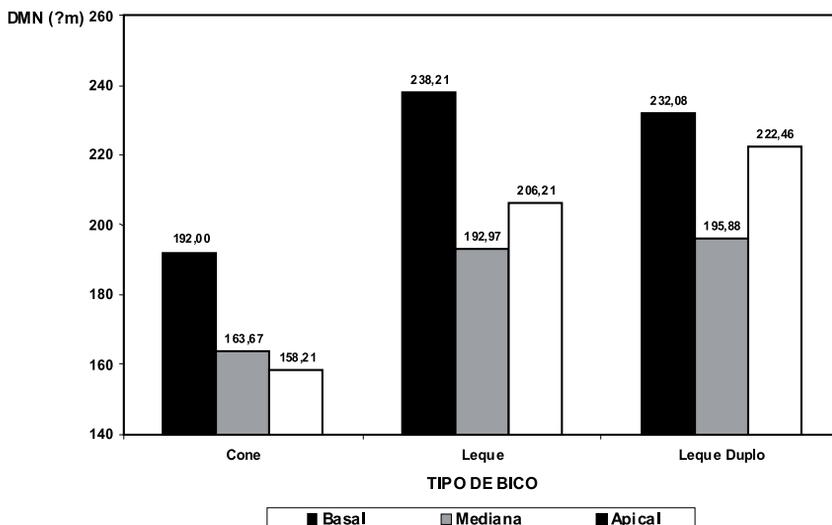


Figura 2 – Diâmetro da mediana numérica em função do tipo de bico e região de amostragem na planta.

Na Tabela 2, são apresentados os valores do coeficiente de homogeneidade (CH). Verifica-se que este coeficiente foi maior que

um para todos os tratamentos, conforme regulamentado pela ABNT (1991a) e ABNT (1991b). Com base nesta Tabela, deduz-se que o bico tipo cone possibilitou maior homogeneidade no tamanho das gotas, correspondendo às folhas do ápice a melhor proporção. Já para os restantes bicos, observou-se que os valores mais adequados foram determinados nas regiões basal da planta para o tipo leque e, na mediana, para o leque duplo com indução de ar. Resultados semelhantes foram obtidos por Barcellos *et al.* (2006), avaliando um pulverizador de barras.

Tabela 2 – Valores do coeficiente de homogeneidade, em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta

Coefficientes de homogeneidade (adimensional)				
Região da planta	Tipo de bico			Médias
	Cônico	Leque	Leque D IA	
Basal	1,36 Cb	2,36 Bc	2,81 Aa	2,18 c
Mediana	1,73 Ca	3,07 Aa	2,00 Bc	2,27 a
Apical	1,09 Cc	2,61 Ab	2,15 Bb	2,22 b
Médias	1,66 C	2,68 A	2,32 B	2,22

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 2, os valores médios do coeficiente de homogeneidade, em função do bico e região da planta, foram semelhantes aos obtidos por Carvalho e Furlani Júnior (1999), variando de 1,07 a 2,27. No entanto foram inferiores aos determinados por Cunha e Teixeira (2001), cujos valores variaram entre 2,40 e 3,30. Contudo todos os bicos apresentaram adequados coeficientes de homogeneidade, sendo inferiores aos recomendados por Márquez (1994) para os cônicos entre 1,8 e 5,0 e para aqueles do tipo leque entre 2,0 e 8,0.

Na Tabela 3, são apresentados os valores da porcentagem do risco de perdas pela deriva, em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta. Observa-se que os bicos tipo leque na região basal da planta apresentaram as menores porcentagens de risco pela deriva das

gotas; no entanto, para o bico cônico nesta região foi estimada a maior porcentagem do referido risco.

Tabela 3 – Porcentagem do risco de perdas pela deriva (%), em função do tipo de bico e da região de amostragem na planta

Região da planta	Porcentagem de perdas pela deriva (%)			Médias
	Tipo de bico			
	Cônico	Leque	Leque D IA	
Basal	28,51 Aa	12,42 Ba	12,45 Ba	17,80 a
Mediana	21,68 Ab	15,50 Ba	15,22 Ba	17,47 a
Apical	23,04 Ab	13,86 Ba	15,52 Ba	17,47 a
Médias	24,41 A	13,93 B	14,40 B	17,58

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade.

Os índices de perda de produto, determinados neste trabalho, foram inferiores aos obtidos por Chaim *et al.* (1999b), que constataram perdas de agroquímicos entre 30 e 45 % devido à deriva ou evaporação, bem como aos estimados por Cunha e Teixeira (2001), que observaram 32 % de perda por risco de deriva para bicos tipo leque. Com base nessas discrepâncias, pode-se afirmar que, nesta pesquisa os indicativos do risco de perda de agroquímicos pela deriva são satisfatórios, principalmente para os bicos tipo leque, os quais apresentaram cerca de 50 % de economia em relação aos bicos cônicos. Esses resultados concordam com o esperado, pois o tamanho médio das gotas e sua distribuição nas diferentes regiões da planta ficaram dentro dos limites recomendados na bibliografia disponível.

CONCLUSÕES

O tipo de bico influenciou a uniformidade no tamanho das gotas e a porcentagem do risco de perdas pela deriva;

Os bicos cônicos forneceram a melhor uniformidade no tamanho das gotas depositadas, independentemente da região de amostragem na planta;

Os bicos tipo leques propiciaram as menores porcentagens de risco de perdas pela deriva, independentemente da região de amostragem na planta;

A uniformidade no tamanho das gotas variou conforme a região de amostragem na planta;

A região basal da planta apresentou a melhor uniformidade no tamanho das gotas depositadas, independentemente do tipo de bico;

A porcentagem do risco de perdas pela deriva não foi influenciada pela região de amostragem na planta.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *Aplicação de defensivos agrícolas*. Rio de Janeiro: TB – 344, 1991a. 4 p.

_____. *Métodos de aplicação de defensivos agrícolas*. Rio de Janeiro: TB – 394, 1991b. 2 p.

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.

BARCELLOS, L.C.; ALMEIDA, R.A.; LEÃO, P.G.F.; SILVA, J.G. Desenvolvimento e avaliação de um pulverizador de barras a tração humana. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 67-73, 2006.

BARRY, J.W. *Methods for sampling and assessing deposits of insecticidal sprays released over forests*. USDA: Forest Service, 1979. 79p.

BONADIMAN, R. *Pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818 e *Piezodurus guidinii* (Westwood, 1837) na cultura da soja *Glycine max**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

CARVALHO, W.P.A.; FURLANI JÚNIOR, J.A. Estudo comparativo entre coletores para determinação do DMV e coeficiente de dispersão na amostragem de gotas em aplicação de produtos líquidos. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 29-38, 1999.

CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. *Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999a. (Boletim de Pesquisa, 2; 29p.).

CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; CASTRO, V.L.S.; FERRACINI, V.L.; GALVÃO, J.A.H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. *Pesticidas: R. Ecotoxicol e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 9, p. 65-74, 1999b.

CHAIM, A.; MAIA, A.H.N.; PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. *Pesquisa Agropecuária*, Brasília, v. 34, n. 6, p. 963-969, 1999c.

CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; PIO, L.C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. *Pesticidas: R. Ecotoxicol e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 10, p.13-22, jan./dez. 2000.

CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; FERRACINI, V.L. Eficiência de deposição de pulverização em Videira, comparando bicos e pulverizadores. *Pesticidas: R. Ecotoxicol e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 14, p. 39-46, jan./dez 2004.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Sistema para análise de deposição de gotas: e-sprinkle*. Disponível em: <<http://www.e-sprinkle.com>>. Acesso em: 26 out. 2004.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Livraria Nobel, 1990. 468p.

MÁRQUEZ, L. *Aplicaciones en cultivos bajos y hortícolas: problemática y soluciones*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 1994. 28p.

_____. Tecnologia para la aplicación de defensivos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: SBEA, 1997. CD Rom.

MATTHEWS, G.A. *Pesticide applications methods*. Singapore: Longman, 1988. 302p.

RAMOS, H.H. Pulverização de produtos fitossanitários. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v. 1, n. 1, Caderno Especial, 2001.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; BERNARDI, J.A. Características da pulverização produzida por bicos Yamaha da série “D”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz de Iguaçu. *Resumos...* Foz de Iguaçu: SBEA, 2001. CD Rom.

RODRIGUES, G.J.; TEIXEIRA, M.M.; FERREIRA, L.R.; FERNANDES, H.C. Eficiência de uma barra de pulverização para aplicação de herbicida em lavouras de café em formação. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 459-465, 2003.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; FERRACINI, V.L.; PAVAN, L.A.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. *Pesticidas: R. Ecotoxicol e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 12, p. 43-50, jan./dez. 2002.

UK, S. Particle capture by natural surfaces. In: CRANFIELD INSTITUTE OF TECHNOLOGY COLLEGE OF AERONAUTICS. *Aerial application of pesticide*, Cranfield, v. 1, cap. 2, p.1-5, 1986.

