

Efeito de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho¹

Nozzle and spray volume effects on chemical control of maize diseases

João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha^{2*} e Ricardo Gouveia Pereira³

Resumo - A aplicação de fungicida na cultura do milho vem se tornando freqüente no campo. Nesse processo, a escolha e o uso adequado das pontas de pulverização são essenciais para seu sucesso. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes pontas (jato plano duplo, jato plano duplo com indução de ar, jato plano defletor e jato cônico vazio) combinadas com diferentes volumes de calda fungicida (70; 100 e 130 L ha⁻¹) no controle de doenças na cultura do milho. Foram avaliadas a deposição de gotas no dossel da cultura em diferentes posições, a massa de 1000 grãos e a produtividade. Utilizou-se o híbrido precoce Maximus, tratado com o fungicida piraclostrobina + epoxiconazol, na dose de 0,75 L ha⁻¹, na fase R1, com 20% de pendoamento. Para comparação, foi utilizada uma testemunha que não recebeu o produto. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3 + 1 (quatro pontas de pulverização, três volumes de calda e a testemunha), com 4 repetições. De acordo com os resultados, pode-se concluir que o tipo da ponta de pulverização não influenciou a produtividade da cultura. A utilização de pontas de jato plano defletor, nos maiores volumes de calda testados (100 e 130 L ha⁻¹), proporcionou maiores valores de deposição de calda no dossel do milho. O fungicida avaliado propiciou controle das doenças, com reflexo na produtividade, que foi, em média, 16,3% superior à obtida na testemunha.

Palavras-chave - *Zea mays*. Milho-doenças e pragas. Plantas-efeito de fungicidas. Fungicidas.

Abstract - The fungicide application in the maize crop is becoming frequent. In this process, the choice and the correct use of spray nozzles are essential for its success. This work aimed to evaluate the efficiency of different nozzles (twin flat fan, twin air induction flat fan, turbo flat fan and hollow cone) combined with different spray volumes (70; 100 and 130 L ha⁻¹) in the disease control of maize. Droplet deposition, 1000-grain weight and yield were evaluated. The early cycle hybrid Maximus was used and the fungicide pyraclostrobin+epoxiconazole was applied, in the dose of 0.75 L ha⁻¹, in the R1 phase, with 20% of corn tassel formation. A control (non-treated plot) was used for comparison. A randomized complete-block design in a factorial model 4 x 3 + 1 (four spray nozzles, three spray volumes and the control) with 4 replications was used. The results showed that the type of spray nozzle did not affect maize yield. The use of turbo flat fan spray nozzle, in the higher tested spray volumes (100 and 130 L ha⁻¹), provided greater values of spray deposition in maize canopy. The evaluated fungicide controlled the diseases, increasing maize yield, which was, on average, 16.3% greater than that obtained in the control.

Key words - *Zea mays*. Maize-diseases and insects. Plants-fungicide effects. Fungicides.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 04/02/2009, aprovado em 04/11/2009

Pesquisa com financiamento parcial da FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

²Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, 38400-902, jpcunha@iciag.ufu.br

³Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, 38400-902, ricardo_agroufu@yahoo.com.br

Introdução

O milho (*Zea mays*. L) é uma das culturas mais semeadas no mundo. Atualmente, com o incremento das áreas irrigadas e a adoção do sistema de plantio direto, muitas vezes com cultivos sucessivos de milho na mesma área, criaram-se condições ideais para o desenvolvimento de várias doenças, antes consideradas secundárias, destacando-se as doenças causadas por fungos (BRANDÃO, 2002).

Até o início da década de 90, a única forma recomendada de controle das doenças do milho era o uso de cultivares resistentes. Atualmente, a crescente ocorrência de doenças no milho é limitante ao aumento da produtividade dessa cultura. O uso indiscriminado de cultivares susceptíveis, o advento do sistema de plantios consecutivos e a utilização incorreta de alta tecnologia, associados à ocorrência de clima favorável ao desenvolvimento de epidemias, contribuíram para o aumento da importância de doenças na cultura do milho e, conseqüentemente, do uso de fungicidas (BRITO et al., 2007; JULIATTI; SOUZA, 2005).

Nesse contexto, na maioria das vezes dá-se muita importância ao produto fitossanitário a ser aplicado e pouca atenção à tecnologia de aplicação. Além de conhecer o produto a ser aplicado, também é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas e reduzindo a contaminação ambiental (BRADFORD et al., 2001; CUNHA et al., 2005; PROKOP; KEJKLÍCEK, 2002).

A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de agroquímicos (GULER et al., 2007; WOMAC et al., 1997). Segundo Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é o principal fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

Nos últimos anos, o uso de pontas de indução de ar, que geram gotas de maior tamanho, tem sido bastante incentivado pelo potencial de redução de deriva e boa eficácia em vários tratamentos (KNEWITZ et al., 2002). Contudo, existem poucos estudos a respeito de sua utilização para aplicação de fungicidas em culturas anuais.

Outra variável importante na aplicação é o volume de calda. Nas décadas passadas, pouca atenção era dada à tecnologia de aplicação de pesticidas, pois o interesse consistia em molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante um volume de calda bastante alto; atualmente, entretanto, existe tendência a se reduzir esse volume, visando diminuir os custos de aplicação e

aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, no entanto requer um aprimoramento da tecnologia de aplicação (CUNHA et al., 2006).

A eficácia do tratamento depende não somente da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também da uniformidade de cobertura do alvo (JEON et al., 2004). De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle de doenças, principalmente no caso de fungicidas que requerem cobertura uniforme de toda a planta. Esse problema se acentua nas aplicações em que se utilizam pontas de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência do que as pontas de jato cônico vazio.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes pontas e volumes de calda, empregados na aplicação de fungicida, no controle das doenças na cultura do milho.

Material e métodos

Este trabalho foi conduzido em campo, durante o ano agrícola de 2005/2006, no período das águas, em área experimental do Clube Amigos da Terra de Uberlândia (Fazenda Mandaguari Agropecuária), localizada no município de Indianópolis, MG, à altitude de 970 m, com declividade suave. A região apresenta temperatura média de 25°C, precipitação em torno de 1200 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média entre 50 e 60% (inverno) e entre 80 e 90% (verão). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, com textura argilosa.

Utilizou-se o híbrido de milho Maximus, da Syngenta Seeds, semeado no espaçamento entre fileiras de 0,45 m, com cerca de 3 plantas m⁻¹ e estande final de 68800 plantas ha⁻¹. A dessecação da área foi feita utilizando-se 5,0 L ha⁻¹ de glifosato combinado com 0,5 L ha⁻¹ de óleo vegetal. A adubação foi realizada utilizando-se 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, em pré-semeadura, 300 kg ha⁻¹ de MAP no plantio e 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, na forma de uréia, aos 35 dias após a emergência (DAE). Realizou-se o tratamento de sementes com a dose de 2 L do ingrediente ativo carbofuran para 100 kg de sementes. O controle de plantas daninhas e de insetos foi realizado usando-se agrotóxicos, aplicados nas doses recomendadas pelos fabricantes para a cultura.

O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com treze tratamentos e quatro repetições, em

esquema fatorial (4 x 3 + 1), quatro pontas de pulverização (jato plano duplo, jato plano duplo com indução de ar, jato plano defletor e jato cônico vazio), três volumes de calda (70; 100 e 130 L ha⁻¹) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida. As parcelas experimentais foram constituídas de 24 linhas de 50 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre linhas (540 m² de área). A largura de cada parcela correspondeu à metade da barra do pulverizador.

Foi utilizado o fungicida piraclostrobin+epoxiconazol, na dose recomendada pelo fabricante de 0,75 L ha⁻¹, em época pré-determinada de acordo com o ciclo vegetativo da cultura (Fase R1, com 20% de pendoamento). Trata-se de um fungicida protetor, formulação concentrado emulsionável, na concentração de 133 g de piraclostrobina + 50 g de epoxiconazol por litro.

Para a aplicação, utilizou-se um pulverizador hidráulico autopropelido com 23 m de barra, dotado de controlador eletrônico de pulverização, conferido anteriormente aos testes, por meio da determinação da velocidade de deslocamento e vazão das pontas de pulverização. A altura da barra em relação à cultura e o espaçamento entre bicos foram de 0,5 m. A pressão empregada foi de aproximadamente 340 kPa, para as pontas de jato plano, e 750 kPa, para a ponta de jato cônico vazio. O controlador realiza automaticamente pequenas alterações de pressão para compensar oscilações ocorridas na velocidade.

Utilizaram-se pontas de pulverização hidráulicas: TT 110-02 (jato plano defletor), MAG 02 (jato cônico vazio), AD/D 110-02 (jato plano duplo) e AD-IA/D 100-02 (jato plano duplo com indução de ar). A velocidade de deslocamento do pulverizador foi de 8, 10 e 14 km h⁻¹, respectivamente para os volumes de pulverização de 130; 100 e 70 L ha⁻¹. Durante as aplicações, foram monitoradas a temperatura, a umidade relativa e a velocidade do vento.

A avaliação da eficácia do fungicida no controle das doenças foi feita mediante a análise da produtividade e da massa de 1000 grãos, ao final do ciclo da cultura. Para a estimativa dessas duas variáveis, a área útil das parcelas colhidas foi de 4,5 m² (duas linhas com 5 metros lineares) e o teor de água dos grãos foi corrigido para 13% (b.u.).

Para complementar as avaliações em campo, seguindo a recomendação de Halley et al. (2008), foi realizada a avaliação da densidade de gotas depositadas em cada tratamento que recebeu fungicida. Analisou-se a distribuição por meio da quantificação das gotas depositadas em papéis hidrossensíveis (76 x 26 mm). Antes da pulverização, foram marcadas quatro plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta,

foram colocadas três etiquetas de papel hidrossensível: uma na parte superior, outra na parte média e a terceira na parte inferior da planta, todas junto à face adaxial da folha. Posteriormente, foi feita a quantificação da deposição em cada etiqueta, procedendo-se a contagem do número de impactos por centímetro quadrado, de forma manual, com auxílio de uma lupa de aumento (10x). Não foram utilizados programas computacionais para contagem de gotas, tendo em vista o baixo contraste das etiquetas em virtude da alta umidade do ar no momento da aplicação.

Os dados de deposição, em cada posição da planta, massa de 1000 grãos e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias das parcelas tratadas com fungicida foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Os dados de massa de 1000 grãos e produtividade das parcelas tratadas foram comparados com a testemunha utilizando-se o teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

A temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento foram favoráveis, durante a aplicação do fungicida: temperatura inferior a 28 °C, umidade relativa superior a 70% e velocidade do vento entre 1 e 3 m s⁻¹.

Na Tabela 1, apresentam-se as médias da densidade de gotas depositadas nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação do fungicida. A interação entre ponta e volume de aplicação foi significativa nas três posições, indicando a dependência entre os dois fatores.

O aumento do volume de calda proporcionou maior deposição de gotas em quase todos os tratamentos. De maneira geral, os maiores valores de deposição foram encontrados com a ponta de jato plano defletor, trabalhando com volume de calda de 130 L ha⁻¹. A ponta com indução de ar mostrou-se inadequada para aplicação do fungicida, em virtude dos baixos valores de densidade de gotas encontrados. Ressalta-se que a ponta de jato cônico vazio foi eficiente na deposição de gotas, no entanto, deve-se chamar atenção para o risco potencial de deriva ocasionado pelas gotas muito finas geradas por essa ponta. Cunha et al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas na cultura da soja, constataram maior cobertura da parte inferior do dossel quando se empregaram pontas com tamanho de gota menor. Smith et al. (2000) também mostram as vantagens associadas ao uso de gotas de menor diâmetro com relação à cobertura do alvo pela aplicação de agroquímicos.

Tabela 1 - Densidade de gotas depositadas (gotas cm⁻²) nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida com diferentes pontas de pulverização, em três volumes de calda

Pontas	Volume de calda (L ha ⁻¹)			Média
	70	100	130	
Posição superior				
Cone vazio	b87B	a209A	b187A	161
Defletor	a143B	a179B	a265A	196
Jato plano duplo com indução de ar	c17A	c18A	d17A	17
Jato plano duplo	b81A	b84A	c121A	96
Média	82	123	148	
Posição média				
Cone vazio	b48C	ab99B	b145A	97
Defletor	a83C	a121B	a228A	144
Jato plano duplo com indução de ar	c5A	c12A	c26A	14
Jato plano duplo	b39C	b77B	b155A	90
Média	44	77	139	
Posição inferior				
Cone vazio	ab11B	b25A	b33A	23
Defletor	ab11C	b25B	a56A	30
Jato plano duplo com indução de ar	b1A	c3A	c8A	4
Jato plano duplo	a18B	a45A	c14B	26
Média	10	25	28	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em geral, espera-se que o incremento do volume de aplicação propicie aumento do volume de calda retido até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escorrimento, o que não é desejável. Contudo esse valor é variável e depende de cada espécie vegetal. Em trabalho realizado por Derksen e Sanderson (1996), avaliando a influência do volume de calda (47 a 1870 L ha⁻¹) na deposição foliar de agrotóxicos em poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*), verificou-se melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel com o uso dos maiores volumes de aplicação. Boschini et al. (2008) também mostram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar da soja são maiores à medida que se aumenta o volume de pulverização de 100 para 300 L ha⁻¹.

Observando-se os valores de deposição nas três partes do dossel, principalmente com a ponta de jato plano defletor no maior volume de pulverização, percebe-se que eles se encontram acima da densidade mínima recomendada

para o controle de doenças utilizando fungicidas. Isso pode explicar o controle das doenças obtido nas aplicações do piraclostrobin + epoxiconazol, em campo. Vários autores citam o intervalo de 30 a 40 gotas cm⁻² como a faixa mínima de cobertura do alvo para obtenção de bom controle de doenças com fungicidas sistêmicos (AZEVEDO, 2001; BARTHELEMY et al., 1990).

O efeito das pontas e dos volumes de aplicação na produtividade e na massa de 1000 grãos de milho é mostrado na Tabela 2. Notou-se, pela análise de variância, que não houve diferença entre pontas e entre volumes. Somente houve diferença entre as parcelas tratadas e a testemunha. Desta forma, procedeu-se ao desdobramento desta interação, utilizando-se o teste de Dunnett (Tabela 3). Todos os tratamentos que receberam fungicida superaram a testemunha em produtividade, indicando controle de doenças. As diferenças induzidas pelos efeitos das pontas e volumes de calda nos níveis de controle foram insuficientes para afetar a massa dos grãos e o rendimento da cultura.

Tabela 2 - Efeito do tipo de ponta de pulverização e do volume de calda, utilizados na aplicação de fungicida, na produtividade da cultura do milho e na massa de 1000 grãos

Pontas	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Massa de 1000 grãos (g)			
	Volume de calda (L ha ⁻¹)			Média	Volume de calda (L ha ⁻¹)			Média
	70	100	130		70	100	130	
Cone vazio	8976	9626	9614	9405a	281,20	295,33	292,62	289,72a
Defletor	9163	10064	9662	9630a	290,16	293,94	299,94	294,68a
Jato plano duplo com indução de ar	9067	9567	8244	8959a	281,68	293,17	291,15	288,67a
Jato plano duplo	9074	10005	9886	9655a	290,64	293,42	292,31	292,12a
Média	9070A	9816A	9352A		285,92A	293,97A	294,01A	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey

A inexistência de diferença significativa na massa e no rendimento dos grãos, entre as parcelas tratadas com o fungicida, pode ser atribuída ao fato de, mesmo sendo significativas as diferenças entre a densidade de gotas depositadas com as diferentes pontas, ter-se trabalho com um fungicida sistêmico, e em condições climáticas favoráveis durante as aplicações. Condições extremas de temperatura, umidade e vento poderiam alterar os resultados encontrados, principalmente devido à deriva e evaporação

das gotas pequenas. Cunha et al. (2006) também não encontraram diferenças significativas na produtividade da cultura da soja em função do uso de diferentes pontas e volumes de calda. Não foram encontrados trabalhos estudando o efeito de pontas de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho.

A aplicação do fungicida promoveu um aumento médio de produtividade de 16,3% em relação à testemunha, evidenciando que a aplicação do fungicida

Tabela 3 - Efeito comparativo da aplicação de fungicida na cultura do milho com diferentes pontas de pulverização, em diferentes volumes de calda, em relação à testemunha sem aplicação, na produtividade e na massa de 1000 grãos

Pontas	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)
Cone vazio	70	8976*	281,20*
Defletor	70	9163*	290,16*
Jato plano duplo com indução de ar	70	9067*	281,68*
Jato plano duplo	70	9074*	290,64*
Cone vazio	100	9626*	295,33*
Defletor	100	10064*	293,94*
Jato plano duplo com indução de ar	100	9567*	293,17*
Jato plano duplo	100	10005*	293,42*
Cone vazio	130	9614*	292,62*
Defletor	130	9662*	299,94*
Jato plano duplo com indução de ar	130	8244*	291,15*
Jato plano duplo	130	9886*	292,31*
Testemunha		8091	269,67

* Médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de significância, pelo teste de Dunnett

foi viável. Os resultados encontrados concordam com o trabalho de Juliatti et al. (2004). Os autores, estudando o controle de doenças do milho, mostraram o aumento de produtividade obtido com a redução da severidade das doenças proporcionada por alguns fungicidas.

Conclusões

A utilização de pontas de jato plano defletor, nos maiores volumes de calda testados (100 e 130 L ha⁻¹), proporcionou maiores valores de deposição de calda no dossel do milho. Essa diferença, no entanto, não foi suficiente para promover incremento na produtividade da cultura.

O tipo de ponta de pulverização (jato plano duplo, jato plano duplo com indução de ar, jato plano defletor e jato cônico vazio), bem como os volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida piraclostrobina+epoxiconazol para o controle das doenças do milho, não influenciou a massa dos grãos e a produtividade da cultura.

O fungicida avaliado propiciou controle das doenças, com reflexo na produtividade, que foi, em média, 16,3% superior à obtida na testemunha.

Agradecimentos

Ao Clube Amigos da Terra (CAT - Uberlândia) pelo auxílio na condução do experimento no campo e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

Referências

- AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo: Syngenta, 2001. 230 p.
- BARTHELEMY, P. *et al.* **Choisir les outils de pulverisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160 p.
- BOSCHINI, L. *et al.* Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 02, p. 171-175, 2008.
- BRADFORD, K. *et al.* Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazone and imazamox efficacy. **Weed Technology**, v. 15, n. 03, p. 485-491, 2001.
- BRANDÃO, A. M. **Manejo da cercosporiose (Cercospora zaeae-maydis Tehon & Daniels) e da ferrugem comum do milho (Puccinia sorghi Scw.) pelo uso da resistência genética, fungicida e épocas de aplicação**. 2002. 169 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- BRITO, A. H. *et al.* Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 06, p. 472-479, 2007.
- CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 35, n. 05, p. 1069-1074, 2005.
- CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.
- DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n. 01, p. 5-9, 1996.
- GULER, H. *et al.* Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-flan nozzles. **Transaction of the ASAE**, v. 50, n. 03, p. 745-754, 2007.
- HALLEY, S. *et al.* Fungicide deposition measurement by spray volume, drop size and sprayer system in cereal grains. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 24, n. 01, p. 15-21, 2008.
- JEON, H. Y. *et al.* Sprayer boom instrumentation for field use. **Transaction of the ASAE**, v. 47, n. 03, p. 659-666, 2004.
- JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles: selection and calibration**. Lexington: University of Kentucky, 1996. 6 p.
- JULIATTI, F. C. *et al.* Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 03, p. 45-54, 2004.
- JULIATTI, F. C.; SOUZA, R. M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 01, p. 103-112, 2005.
- KNEWITZ, H. *et al.* Drift-reducing spray application in orchards and biological efficacy of pesticides. **Aspects of Applied Biology**, v. 66, p. 231-236, 2002. Número Especial.
- PROKOP, M.; KEJKLÍČEK, R. Effect of adjuvants on spray droplet size of water. **Research in Agricultural Engineering**, v. 48, n. 04, p. 144-148, 2002.
- SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. *In*: CANTERI, M. G. *et al.* (Ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.
- SMITH, D. B. *et al.* Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n. 02, p. 255-259, 2000.
- WOMAC, A. R. *et al.* **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1997. 47 p. (ASAE Paper, n. 97-10).