

EFICÁCIA DO FUNGICIDA CLORTALONIL NO CONTROLE DE DOENÇAS DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DE BICO DE PULVERIZAÇÃO E DE VOLUME DE CALDA

EFFICACY OF THE FUNGICIDE CHLORTALONIL FOR BEAN DISEASE CONTROL INFLUENCED BY SPRAY VOLUMES AND NOZZLES

JOÃO PAULO ARANTES RODRIGUES DA CUNHA¹, MAURI MARTINS TEIXEIRA², ROGÉRIO FARIA VIEIRA³, HAROLDO CARLOS FERNANDES²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a eficácia do fungicida clortalonil no controle de doenças do feijoeiro, em função de bicos de pulverização, de doses de fungicida e de volumes de aplicação. Foram realizados dois ensaios: no primeiro, utilizando o cultivar Pérola, os sintomas iniciais da antracnose, da mancha-angular e da ferrugem foram observados já aos 20 dias após a emergência (DAE); e no segundo, utilizando o cultivar Ouro Negro, os sintomas da mancha-angular e da mancha-de-alternária foram observados aos 25 e 45 DAE, respectivamente. Os ensaios foram conduzidos no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema

fatorial (2 x 2 x 2) + 1: dois tipos de bicos de pulverização (jato plano e jato cônico vazio), duas doses de fungicida (0,75 e 1,5 kg ha⁻¹ i.a.), dois volumes de aplicação (125 e 250 L ha⁻¹) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida. Não houve influência do tipo de bico de pulverização e do volume de aplicação no controle da antracnose, da mancha-angular e da mancha-de-alternária e na produtividade do feijoeiro. O clortalonil propiciou bom controle das doenças, refletido no aumento da produtividade.

Palavras-chave: pesticida, *Phaseolus vulgaris* L., tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficacy of the fungicide chlortalonil in the control of bean diseases, influenced by spray volumes, fungicide rates and spray nozzles. On the field, two experiments were carried out: on the first, with the use of Pérola Variety, the initial symptoms of anthracnose, angular leaf spot and rust were observed 20 days after the emergency (DAE); and on the second, with

¹ Eng. Agrícola, D.S., Professor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: jpcunha@iciag.ufu.br

² Eng. Agrônomo, D.S., Professor, DEA/UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

³ Eng. Agrônomo, D.S., Pesquisador, EPAMIG/EMPRABA, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

the use of Ouro Negro Variety, the symptoms of the angular leaf spot and alternaria leaf spot were observed 25 and 45 DAE, respectively. A randomized complete-block design with four replications was used, in a factorial model $2 \times 2 \times 2 + 1$: two spray nozzles (standard flat fan and hollow cone), two fungicide doses (0.75 and 1.5 kg ha^{-1}), two spray volumes (125 and 250 L ha^{-1}) and the control (non-treated plot). There was not influence of the nozzle type (flat fan and hollow cone) neither of the application volume (125 and 250 L ha^{-1}), used in the application of the fungicide chlortalonil, in the control of anthracnose, angular leaf spot or alternaria leaf spot as well as in the bean yield. The chlortalonil has provided a good control for the diseases, increasing the bean yield.

Key-words: application technology, *Phaseolus vulgaris* L., pesticides.

INTRODUÇÃO

As doenças que ocorrem no feijoeiro constituem uma das principais causas da sua baixa produtividade no Brasil. Muitas doenças podem causar, dependendo das condições de ambiente, perdas consideráveis em produção ou, então, dependendo do nível de contaminação, inviabilizar determinadas áreas para o plantio (Paula Júnior & Zambolim, 1998). Entre as doenças de maior importância, estão aquelas causadas por fungos como *Colletotrichum lindemuthianum* (causador da antracnose), *Phaeoisariopsis griseola* (causador da mancha-angular) e *Uromyces appendiculatus* (causador da ferrugem).

Uma alternativa para contornar o problema da ocorrência de doenças é a aplicação de fungicidas, que diminuem a severidade das doenças e podem aumentar a produtividade da cultura (Dudienas *et al.*, 1990). A utilização

de técnicas de aplicação mais eficientes e a adequação do equipamento aplicador possibilitam diminuir a quantidade total do produto a ser introduzido no ambiente, reduzindo, proporcionalmente, todos os problemas relacionados a essa prática (Matuo, 1985). 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 (Carrero, 1996).

Actualmente, entretanto, existe tendência a reduzir o volume de aplicação, a fim de reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência da pulverização (Silva, 1999). O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores. Essa redução de volume de aplicação requer, no entanto, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo.

Os trabalhos pioneiros com essa nova técnica foram desenvolvidos para aplicação de herbicidas. Constatada a eficiência da técnica, estuda-se a possibilidade de utilizá-la também na aplicação de outros pesticidas. A dificuldade está associada, principalmente, ao uso de bicos de jato plano, uma vez que, até então, a pesquisa recomendava bicos de jato cônico vazio para aplicação de fungicidas, os quais permitiam melhor penetração do jorro pulverizado no dossel da planta e, conseqüentemente, melhor controle de doenças (Márquez, 1997).

Os bicos de jato cônico vazio, por trabalharem em pressões mais elevadas que os bicos de jato plano, tendem a produzir gotas de menor diâmetro, mais susceptíveis à deriva. A redução do orifício de saída, visando à diminuição do volume de aplicação, acentua esse problema, o que pode comprometer a aplicação (McMullan, 1995). Para contornar esse problema, uma alternativa seria a utilização de bicos de jato plano que, comparativamente, produzem menor proporção de gotas com diâmetro inferior a $100\mu\text{m}$ (Jensen *et al.*, 2001).

As gotas de pequeno diâmetro são biologicamente mais eficazes, porém pouco seguras sob o ponto de vista ambiental.

Outro fator que deve ser verificado nas aplicações com baixo volume é a uniformidade de deposição. A redução do volume de calda é possível somente quando se dispõem de bicos de pulverização que propiciam distribuição transversal uniforme e espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado. Uma cobertura homogênea pressupõe uma distribuição uniforme, caracterizada por baixos coeficientes de variação da distribuição volumétrica superficial, tanto no sentido longitudinal, como no transversal. Essa uniformidade transversal depende do bico, da sobreposição dos jatos e da posição da barra porta-bicos em relação ao plano de tratamento (Barthelemy *et al.*, 1990). Em geral, para aplicações em barras de pulverização, os bicos de jato plano apresentam maior uniformidade de distribuição que os de jato cônico vazio.

Este trabalho teve como objetivo verificar a eficácia do fungicida chlortalonil no controle de doenças do feijoeiro, em função de bicos de pulverização, de doses de fungicida e de volumes de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi feito em campo, em área experimental da Universidade Federal de Viçosa (Brasil), à altitude de 716 m, longitude de 42° 48' S e latitude de 20° 51' W. O solo foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo.

Foram conduzidos dois ensaios. No primeiro, a sementeira foi feita em Agosto de 2002, utilizando-se o cultivar de feijão carioca Pérola. As sementes desse cultivar apresentavam 3,9 % de incidência de antracnose. No segundo, a sementeira foi feita em Fevereiro de 2003, utilizando-se sementes sadias do

cultivar de feijão preto Ouro Negro. Utilizou-se, nos dois ensaios, o espaçamento entre fileiras de plantas de 0,5 m, com cerca de 15 sementes m⁻¹.

O preparo do solo foi feito com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada utilizando-se 700 kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8, no plantio, e 50 kg ha⁻¹ de azoto em cobertura, na forma de sulfato de amônio, aos 18 dias após a emergência (DAE). Aplicaram-se, também, em pulverização, 80 g ha⁻¹ de molibdênio, aos 20 DAE. Realizou-se o controle de infestantes e de pragas com pesticidas. Os feijoeiros foram irrigados com aspersão convencional.

Os ensaios foram conduzidos no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 2 x 2) + 1: dois tipos de bicos de pulverização (jato plano e jato cônico vazio), duas doses de fungicida (dose e sub-dose), dois volumes de calda de fungicida (125 e 250 L ha⁻¹) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida.

Foi utilizado o fungicida chlortalonil na dose recomendada pelo fabricante (1,5 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo) e em sub-dose (0,75 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo). Trata-se de um fungicida de contato, na formulação pó-molhável. O produto foi aplicado quatro vezes. No primeiro ensaio, a intervalos de 10 dias, a partir de 20 DAE. No segundo, a intervalos de 12 dias, a partir de 22 DAE. Para a aplicação, utilizou-se um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), dotado de uma barra porta-bicos de dois metros. A altura da barra em relação à cultura e o espaçamento entre bicos foram de 0,5 m. Durante as aplicações, monitoraram-se temperatura, humidade relativa e velocidade do vento.

Utilizaram-se bicos de pulverização hidráulicos fabricados em alumina revestida por poliactetal: API 110-02 (jato plano), API 110-04 (jato plano), ATR Brown (jato cônico vazio) e ATR Red (jato cônico vazio). Todos eles são fabricados pela Albus, Ceramiques Techni-

ques Desmarquest, Evreux, France. De acordo com o fabricante, os bicos de jato plano API (alumina plástico ISO) são de uso geral e proporcionam aplicações uniformes quando os jatos de pulverização se sobrepõem. São recomendados para trabalhar com pressões entre 200 e 400 kPa e com altura mínima da barra de 40 cm em relação ao alvo. Os bicos de jato cônico vazio ATR (alumina turbulência) são indicados para aplicação de fungicidas e inseticidas com pressão superior a 300 kPa em barras de pulverização.

A velocidade de deslocamento do aplicador foi de 4 Km h⁻¹, quando se utilizou o bico ATR Brown, e de 6 km h⁻¹ para os restantes. A pressão do líquido empregada para atingir os dois volumes de aplicação selecionados (125 e 250 L ha⁻¹) foi de 200 kPa para os bicos de jato plano e de 400 kPa para os bicos de jato cônico.

A avaliação da eficácia do fungicida no controle das doenças da parte aérea do feijoeiro foi feita mediante a comparação da severidade de doenças e dos componentes da produtividade entre parcelas tratadas com fungicida e parcelas não-tratadas (testemunha).

A avaliação da severidade de doenças foi realizada a partir do aparecimento dos primeiros sintomas e, depois, a intervalos de aproximadamente nove dias, totalizando seis avaliações. A primeira avaliação da severidade foi feita aos 30 DAE, no primeiro ensaio, e aos 33 DAE, no segundo. Para tal, utilizaram-se as escalas diagramáticas propostas por Godoy *et al.* (1997). Na avaliação, marcaram-se dez plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, três folhas: uma na parte inferior, outra na parte intermediária e a terceira na parte superior da planta. As médias dessas avaliações constituíram a severidade média da doença.

Com os dados da severidade de doenças procedeu-se à construção da curva de

progresso da doença e à determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Esta foi calculada pelo somatório das áreas trapezoidais, sendo mensurada de forma adimensional (Campbell & Madden, 1990).

Avaliou-se também, por ocasião da colheita, a severidade da antracnose nas vagens, no primeiro ensaio, e da mancha-angular, no segundo. A avaliação foi realizada visualmente, empregando-se uma escala de severidade de nove graus, proposta por VanSchoonhoven & Pastor-Corrales (1987). Nessa escala, 1 representa ausência de sintomas visíveis; 3, presença de poucas e pequenas lesões; 5, presença de várias lesões, geralmente pequenas (menos de 2 mm de diâmetro); 7, lesões abundantes, de tamanho mediano (mais de 2 mm de diâmetro); e 9, necrose severa.

A colheita foi realizada, no primeiro ensaio, aos 85 DAE e, no segundo, aos 90 DAE. Foram avaliados estande final, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, massa de 100 sementes e produtividade. Para a estimativa dessas duas últimas variáveis, o conteúdo de água das sementes foi corrigido para 12% (b.u.).

A parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de 5 m de comprimento. A área útil correspondeu às duas fileiras centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade, perfazendo 4 m². Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias das parcelas tratadas com fungicida foram comparadas com a testemunha utilizando-se o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura, a humidade relativa do ar e a velocidade do vento foram, durante as aplicações do fungicida, adequadas: temperatura inferior a 28°C, humidade relativa

superior a 60 % e velocidade do vento entre 1 e 3 m s⁻¹.

Primeiro ensaio (cultivar Pérola)

A antracnose e a mancha-angular foram as doenças que atacaram o feijoeiro com maior intensidade. Também houve ocorrência de ferrugem. As três doenças apresentaram os primeiros sintomas na fase inicial do ciclo da cultura (cerca de 20 DAE). Na testemunha, a área foliar afetada pela antracnose variou de 0,7%, aos 30 DAE, a 10,8%, aos 73 DAE. No caso da mancha-angular, a área variou de 0,2%, aos 30 DAE, a 10,3%, aos 73 DAE; e no caso da ferrugem, de 0,8%, aos 30 DAE, a 1,6%, aos 58 DAE. Aos 73 DAE, a área foliar afetada com ferrugem caiu para 0,9%.

As doenças, nas parcelas tratadas, mostraram comportamento similar e não apresentaram avanço acentuado ao longo do ciclo, contrastando com o que ocorreu na testemunha. Isso mostra a eficácia do fungicida no controle das doenças, principalmente no da antracnose e da mancha-angular. A ferrugem não atacou o feijoeiro com grande intensidade,

mas houve tendência de o controle ser maior com a dose de 1,5 kg ha⁻¹ de clortaloni1. Este tem sido usado com êxito no controle de doenças do feijoeiro, como antracnose, mancha-angular e ferrugem, em condições de campo (Castro *et al.*, 1989; Oliveira *et al.*, 1992).

No Quadro 1, tem-se o resumo da análise de variância dos dados de área abaixo da curva de progresso da antracnose, da mancha-angular e da ferrugem e de severidade de antracnose nas vagens. Observa-se que as interações, bem como os efeitos de bico e volume, não foram significativos pelo teste F.

Em experimentos realizados no Paraná, visando ao controle da mancha-angular e da antracnose, Silva (1999) não constatou, igualmente, diferença significativa entre os bicos de jato cônico vazio e de jato plano standard na eficácia de fungicidas aplicados com diferentes volumes de calda. Garcia *et al.* (2000), estudando o controle de doenças do feijoeiro com fungicida sistêmico, também não constataram diferença significativa entre os bicos de jato plano e os de jato cônico vazio. Estes autores, apesar de terem encontrado maior cober-

Quadro 1 - Resumo da análise de variância dos dados de área abaixo da curva de progresso (AACP) da antracnose, da mancha-angular e da ferrugem e de severidade de antracnose na vagem (cultivar Pérola).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		Antracnose nas vagens	Antracnose	Mancha-angular	Ferrugem
Bloco	3	7,4074E-02	8,1025E+01	2,9090E+02	1,6369E+02
Dose	1	3,1250E-02 ^{ns}	5,1946E+02*	6,7666E+02*	1,2986E+03**
Bico	1	3,1250E-02 ^{ns}	2,3824E+02 ^{ns}	1,3674E+02 ^{ns}	1,5598E+02 ^{ns}
Volume	1	3,1250E-02 ^{ns}	1,3261E+02 ^{ns}	7,7969E+01 ^{ns}	4,1519E+01 ^{ns}
Dose x bico	1	3,1250E-02 ^{ns}	7,5772E-02 ^{ns}	6,8913E+00 ^{ns}	1,7776E+01 ^{ns}
Dose x volume	1	3,1250E-02 ^{ns}	2,5946E+01 ^{ns}	1,9380E+02 ^{ns}	1,3674E+02 ^{ns}
Volume x bico	1	3,1250E-02 ^{ns}	8,5816E+00 ^{ns}	6,3281E-03 ^{ns}	4,1519E+01 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	3,1250E-02 ^{ns}	2,5393E+00 ^{ns}	2,0560E+01 ^{ns}	5,2403E+01 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	2,6281E+01**	5,5844E+04**	1,1951E+05**	1,7575E+03**
Resíduo	24	5,3241E-02	7,1 103E+01	1,2106E+02	6,4680E+01
CV(%)		17,31	24,59	20,48	26,44

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

tura foliar de fungicida aplicado em volume de calda de 200 L ha⁻¹, mostraram, ademais, a viabilidade de se utilizar volumes de aplicação mais reduzidos, próximos a 100 L ha⁻¹, visto que, para a severidade de doenças, não houve diferença significativa entre tratamentos.

Tradicionalmente, os agricultores têm utilizado bicos de jato cônico, com volumes de calda superiores a 200 L ha⁻¹, para aplicação de fungicida no feijão. Entretanto, em face dos resultados obtidos, deve-se avaliar também a possibilidade de uso de bicos de jato plano, com menores volumes de pulverização, principalmente em condições climáticas que favorecem a deriva.

Em geral, o volume de aplicação não tem influência direta no resultado do controle, pois a adição de água ao produto tem como finalidade diluir, transportar e facilitar a distribuição do ingrediente ativo sobre o alvo. Aplicações com volumes de calda de 125 L ha⁻¹, utilizando bicos de jato plano ou de jato cônico vazio, podem propiciar densidade de cobertura superior a 70 gotas cm², o que é desejável para obter uma boa cobertura do alvo com fungicidas de contato, explicando-se, assim, o controle de doenças utilizando esses volumes. Vários autores citam esse valor de cobertura como sendo o valor mínimo necessário para obter bom controle de doenças utilizando fungicidas de contato (Barthelemy *et al.*, 1990; Márquez, 1997; Azevedo, 2001).

Houve efeito significativo de dose na área

abaixo da curva de progresso das três doenças. Também houve efeito significativo nessas variáveis e na severidade de antracnose nas vagens da fonte de variação fatorial vs testemunha. Observa-se, no Quadro 2, que a AACP das três doenças foi superior quando se utilizou sub-dose (0,75 kg ha⁻¹ i.a.). Isso indica que houve menor controle das doenças com essa dose, principalmente no caso da ferrugem. Vale ressaltar que a dose do chlortalonil recomendada pelo fabricante, para a cultura do feijão, situa-se na faixa de 1,0 a 1,5 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo.

Com relação à comparação entre parcelas tratadas e testemunha (Quadro 3), nota-se o efeito positivo da aplicação do fungicida no controle da antracnose, da mancha-angular e da ferrugem. As severidades das doenças foram significativamente maiores nas parcelas que não receberam fungicida, exceto em relação à ferrugem nos tratamentos que utilizaram sub-dose e bicos de jato plano.

Os resultados das análises de variância referentes aos efeitos dos tratamentos nos componentes da produtividade do feijoeiro são apresentados no Quadro 4. Observa-se que, para todos os componentes, somente a fonte de variação fatorial vs testemunha foi significativa pelo teste F, com exceção do componente plantas ha⁻¹, em que nenhuma fonte de variação foi significativa. Dessa forma, procedeu-se à comparação de médias entre as parcelas tratadas e a testemunha pelo teste de Dunnett (Quadro 5).

Quadro 2 - Efeitos de doses de fungicida na área abaixo da curva de progresso (AACP) da antracnose, da mancha-angular e da ferrugem, entre 30 e 73 DAE* (cultivar Pérola).

Dose de fungicida	AACP		
	Antracnose	Mancha-angular	Ferrugem
Dose cheia (1,5 kg ha ⁻¹ i.a.)	16,33 b	28,74b	21,57 B
Sub-dose (0,75 kg ha ⁻¹ i.a.)	24,39a	37,94a	34,31A

* Médias seguidas por letras maiúsculas ou minúsculas distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 3 - Efeitos de bicos de pulverização, de volumes de aplicação e de doses de fungicida na área abaixo da curva de progresso (AACP) da antracnose, da mancha-angular e ferrugem, entre 30 e 73 DAE, e na severidade de antracnose na vagem (cultivar Pérola).

Bico	Tratamento		Antracnose nas vagens	AACP		
	Volume (L ha ⁻¹)	Dose (kg ha ⁻¹ i.a.)		Antracnose	Mancha-angular	Ferrugem
Jato plano	125	1,5	1,00*	20,01*	31,16*	23,74*
Jato plano	125	0,75	1,00*	29,21*	42,75*	36,56*
Jato plano	250	1,5	1,00*	16,31*	25,54*	19,69*
Jato plano	250	0,75	1,00*	26,83*	42,19*	40,61
Jato cônico	125	1,5	1,25*	16,83*	30,38*	23,18*
Jato cônico	125	0,75	1,00*	23,55*	35,33*	32,85*
Jato cônico	250	1,5	1,00*	12,19*	27,90*	19,69*
Jato cônico	250	0,75	1,00*	17,98*	31,50*	27,23*
Testemunha			3,75	145,69	216,68	50,18

† Severidade de antracnose na vagem, escala de 1 a 9, em que: 1 = ausência de sintomas e 9 = necrose severa. As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Quadro 4 - Resumo da análise de variância dos componentes da produção - plantas ha⁻¹, vagens planta⁻¹, sementes vagem⁻¹, massa de 100 sementes e produtividade (cultivar Pérola).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Planta ha ⁻¹	Vagem planta ⁻¹	Semente vagem ⁻¹
Bloco	3	1,5573E+08	2,0846E+00	3,2106E-01
Dose	1	6,7988E+08 ^{ns}	1,4570E-02 ^{ns}	3,7201E-02 ^{ns}
Bico	1	1,7578E+06 ^{ns}	8,5052E-01 ^{ns}	2,7887E-02 ^{ns}
Volume	1	4,6895E+08 ^{ns}	4,6991E-01 ^{ns}	1,5299E-01 ^{ns}
Dose x Bico	1	1,6426E+08 ^{ns}	9,3259E-01 ^{ns}	2,6661E-02 ^{ns}
Dose x Volume	1	6,3457E+08 ^{ns}	1,0772E+00 ^{ns}	1,1553E-02 ^{ns}
Volume x Bico	1	1,9531E+05 ^{ns}	2,5923E-01 ^{ns}	1,1444E-01 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	2,0721E+09 ^{ns}	1,7564E+00 ^{ns}	6,5544E-03 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	3,6675E+06 ^{ns}	9,7680E+00**	1,4854E+00**
Resíduo	24	4,6550E+08	1,1240E+00	1,0240E-01
CV(%)		8,96	18,11	7,67

		Massa de 100 sementes	Produtividade
Bloco	3	1,3066E+00	5,0879E+04
Dose	1	1,1038E+00 ^{ns}	3,2867E+04 ^{ns}
Bico	1	1,5462E+00 ^{ns}	1,7749E+05 ^{ns}
Volume	1	4,3945E-03 ^{ns}	4,4383E+04 ^{ns}
Dose x Bico	1	1,2700E+00 ^{ns}	3,2116E+02 ^{ns}
Dose x Volume	1	7,5740E-02 ^{ns}	6,5122E+03 ^{ns}
Volume x Bico	1	1,4382E+00 ^{ns}	1,1618E+03 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	3,7969E-02 ^{ns}	1,25 15E+06 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	6,4303E+00**	7,8700E+04**
Resíduo	24	4,5871E-01	5,0879E+04
CV(%)		3,06	21,02

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 5 - Efeito do tipo de bico de pulverização, do volume de aplicação e da dose de fungicida nos componentes da produtividade do feijoeiro (cultivar Pérola).

Bico	Tratamento		Planta ha ⁻¹	Vagem Planta ⁻¹	Semente Vagem ⁻¹	Massa de 100 sementes (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
	Volume (L ha ⁻¹)	Dose (kg ha ⁻¹ i.a.)					
Jato plano	125	1,5	231250	5,93	4,18*	22,8*	1308*
Jato plano	125	0,75	242500	5,40	4,23*	23,5*	1309*
Jato plano	250	1,5	250625	6,23	4,28*	22,8*	1515*
Jato plano	250	0,75	238750	5,95	4,17*	22,6*	1343*
Jato cônico	125	1,5	256875	5,60	4,18*	21,9*	1350*
Jato cônico	125	0,75	218125	6,74*	4,11	22,7*	1339*
Jato cônico	250	1,5	243750	6,48*	4,47*	22,6*	1590*
Jato cônico	250	0,75	246250	5,99	4,34*	22,7*	1454*
Testemunha			240000	4,38	3,60	21,3	808

As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Como ocorreu na avaliação da severidade de doenças, os bicos e os volumes de pulverização também não influenciaram a produtividade da cultura, confirmando a viabilidade do uso de bicos de jato plano em volume de aplicação de 125 L ha⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia *et al.* (2000).

A população final de plantas variou de 218 a 257 mil plantas ha⁻¹ situando-se dentro da população de plantas recomendada para a cultura do feijão (Vieira, 1978). O número de vagens por planta variou de 4,4 a 6,7; o número de sementes por vagem, de 3,6 a 4,5; a massa de 100 sementes, de 21,3 a 23,5 g; e a produtividade, de 808 a 1590 kg ha⁻¹. Os componentes de produtividade mais afetados pela aplicação de fungicida foram o número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes. A produtividade nas parcelas tratadas com fungicida foi significativamente superior à da testemunha: 73%, em média.

Segundo ensaio (cultivar Ouro Negro)

A mancha-angular foi a doença que atacou o feijoeiro com maior intensidade. Ela apresentou seus sintomas iniciais cerca de 25 DAE. Também houve ocorrência de mancha-de-alternária (*Alternaria spp.*), a partir de 45 DAE. Na testemunha, a área foliar afetada pela

mancha-angular variou de 0,4%, aos 33 DAE, a 21,4%, aos 76 DAE. No caso da mancha-de-alternária, a área variou de 2,5%, aos 52 DAE, a 6,25%, aos 76 DAE.

De forma semelhante ao primeiro ensaio, as doenças, nas parcelas tratadas, mantiveram-se em baixo nível ao longo do ciclo de vida do feijoeiro, contrastando com o que ocorreu na testemunha. Redução da severidade da mancha-angular e da mancha-de-alternária, com a utilização do clortalonil, também foi verificada por Vieira *et al.* (1998). De maneira geral, o controle das doenças proporcionado pelas aplicações de fungicida com os diferentes bicos e volumes de calda não apresentou diferenciação entre si.

No Quadro 6 tem-se o resumo da análise de variância dos dados de área abaixo da curva de progresso da mancha-angular e da mancha-de-alternária e de severidade da mancha-angular na vagem. Observa-se que as interações, bem como os efeitos de bico, dose e volume, não foram significativos pelo teste F. Todos os tratamentos com aplicação de fungicida proporcionaram controle das duas doenças significativamente superior à testemunha (Quadro 7). Isso reforça os resultados obtidos no primeiro ensaio.

Os efeitos dos tratamentos nos componentes da produtividade são apresentados nos

Quadro 6 - Resumo da análise de variância dos dados de área abaixo da curva de progresso (AACP) da mancha-angular e da mancha-de-alternária e de severidade de mancha-angular na vagem (cultivar Ouro Negro).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Mancha-angular nas vagens	AACP	
			Mancha-angular	Mancha-de-alternária
Bloco	3	1,3731E-01	7,6657E+02	1,0362E+02
Dose	1	2,5313E-02 ^{ns}	1,3924E+02 ^{ns}	1,6675E+01 ^{ns}
Bico	1	1,5313E-02 ^{ns}	7,9695E-01 ^{ns}	9,1378E+00 ^{ns}
Volume	1	3,1250E-04 ^{ns}	1,5976E+00 ^{ns}	2,4500E-01 ^{ns}
Dose x Bico	1	2,5313E-02 ^{ns}	4,3945E-01 ^{ns}	2,5313E-02 ^{ns}
Dose x Volume	1	2,8125E-03 ^{ns}	1,3585E+01 ^{ns}	1,4045E+01 ^{ns}
Volume x Bico	1	7,8125E-03 ^{ns}	7,0508E-01 ^{ns}	6,1250E+00 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	3,1250E-04 ^{ns}	5,1258E-01 ^{ns}	1,0125E-01 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	6,2813E+01**	1,5315E+05**	1,9249E+04**
Resíduo	24	1,1169E-01	5,1593E+02	2,7371E+01
CV(%)		22,08	47,28	17,75

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 7 - Efeitos de bicos de pulverização, de volumes de aplicação e de doses de fungicida na área abaixo da curva de progresso (AACP) da mancha-angular e da mancha-de-alternária, entre 33 e 76 DAE, e na severidade de mancha-angular na vagem (cultivar Ouro Negro).

Tratamento			AACP		
Bico	Volume (L ha ⁻¹)	Dose (kg ha ⁻¹ i.a.)	Mancha- angular na vagem	Mancha- angular	Mancha-de- alternária
Jato plano	125	1,5	1,05*	22,58*	20,95*
Jato plano	125	0,75	1,03*	27,56*	23,78*
Jato plano	250	1,5	1,00*	23,78*	21,34*
Jato plano	250	0,75	1,03*	26,66*	21,29*
Jato cônico	125	1,5	1,00*	21,48*	19,06*
Jato cônico	125	0,75	1,10*	27,44*	21,78*
Jato cônico	250	1,5	1,03*	23,78*	20,98*
Jato cônico	250	0,75	1,15*	26,63*	21,26*
Testemunha			5,25	232,53	94,88

† Severidade de mancha-angular na vagem, escala de 1 a 9, em que: 1 = ausência de sintomas e 9 = necrose severa. As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Quadros 8 e 9. A fonte de variação fatorial vs testemunha foi significativa para as variáveis vagens planta⁻¹, massa de 100 sementes e produtividade. Todas as parcelas que receberam fungicida diferiram significativamente da testemunha com relação à massa de 100 sementes e à produtividade. Quanto às variáveis plantas ha⁻¹ e sementes vagem⁻¹, nenhuma fonte de variação foi

significativa, o que demonstra que elas não foram afetadas pela aplicação do fungicida. O tipo de bico, o volume e a dose utilizada na aplicação do fungicida não afetaram a produção do feijoeiro.

Como no ensaio anterior, a população final de plantas de todos os tratamentos ficou dentro da recomendada, variando de 232 a 246 mil plantas ha⁻¹. O número de vagens por planta

Quadro 8 - Resumo da análise de variância da produtividade e dos seus componentes (cultivar Ouro Negro).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Planta ha ⁻¹	Vagem planta ⁻¹	Semente vagem ⁻¹
Bloco	3	9,1128E+08	1,9933E+00	6,7407E-02
Dose	1	3,1250E+06 ^{ns}	5,1824E-01 ^{ns}	2,5313E-02 ^{ns}
Bico	1	3,1250E+06 ^{ns}	3,9350E-01 ^{ns}	3,1250E-04 ^{ns}
Volume	1	1,3203E+08 ^{ns}	5,8028E-01 ^{ns}	9,0313E-02 ^{ns}
Dose x Bico	1	7,0313E+06 ^{ns}	1,4924E-03 ^{ns}	7,0313E-02 ^{ns}
Dose x Volume	1	3,1250E+06 ^{ns}	3,4688E+00 ^{ns}	2,5313E-02 ^{ns}
Volume x Bico	1	3,1250E+06 ^{ns}	4,1229E-01 ^{ns}	3,7813E-02 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	7,8125E+05 ^{ns}	1,5207E-01 ^{ns}	3,1250E-04 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	4,6259E+08 ^{ns}	7,9810E+00*	6,4201E-02 ^{ns}
Resíduo	24	1,8381E+08	1,3078E+00	1,2387E-01
CV(%)		5,60	11,30	6,46

		Massa de 100 sementes	Produtividade
Bloco	3	1,6991E+00	2,5168E+05 ^{ns}
Dose	1	7,0846E-01 ^{ns}	7,2526E+04 ^{ns}
Bico	1	3,8530E-01 ^{ns}	1,7650E+05 ^{ns}
Volume	1	3,8033E-01 ^{ns}	1,3468E+05 ^{ns}
Dose x Bico	1	3,1964E-02 ^{ns}	9,2849E+04 ^{ns}
Dose x Volume	1	7,1382E-02 ^{ns}	4,4482E+05 ^{ns}
Volume x Bico	1	1,4568E-03 ^{ns}	1,3939E+05 ^{ns}
Dose x Volume x Bico	1	6,1051E-02 ^{ns}	2,2612E+04 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	1,0230E+02**	6,7867E+06**
Resíduo	24	1,3422E+00	1,7873E+05
CV(%)		4,03	11,02

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 9 - Efeito do tipo de bico de pulverização, do volume de aplicação e da dose de fungicida nos componentes da produtividade do feijoeiro (cultivar Ouro Negro).

Bico	Tratamento			Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	Volume (L ha ⁻¹)	Dose (kg ha ⁻¹ i.a.)	Planta ha ⁻¹	Vagem Planta ⁻¹	Semente Vagem ⁻¹	Massa de 100 sementes (g)	
Jato plano	125	1,5	246 250	10,04	5,48	29,5*	3979*
Jato plano	125	0,75	245 625	10,80	5,28	29,7*	4149*
Jato plano	250	1,5	242 500	10,51	5,60	29,2*	4164*
Jato plano	250	0,75	240 000	10,24	5,50	29,5*	3968*
Jato cônico	125	1,5	244 375	9,89	5,45	29,0*	3801*
Jato cônico	125	0,75	245 000	10,95*	5,43	29,6*	4293*
Jato cônico	250	1,5	241 250	10,19	5,43	29,1*	3829*
Jato cônico	250	0,75	241 250	9,66	5,53	29,2*	3743*
Testemunha			231 875	8,79	5,33	24,0	2609

As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

variou de 8,8 a 11,0; o número de sementes por vagem, de 5,3 a 5,6; a massa de 100 sementes, de 24,0 a 29,7 g e a produtividade, de 2.609 a 4.293 kg ha⁻¹. A produtividade nas parcelas tratadas com fungicida foi significativamente superior à da testemunha: 53%, em média.

Os resultados alcançados com o cultivar Ouro Negro reforçam os dados obtidos com o cultivar Pérola. Não houve diferença significativa entre bicos, volumes e doses no controle das doenças do feijoeiro. Portanto, há viabilidade em se utilizar bicos de jato de plano com volumes de aplicação próximos a 125 L ha⁻¹, principalmente em condições climáticas adversas, em que o emprego de bicos de jato plano pode propiciar redução de deriva e, com isso, uma aplicação mais segura.

CONCLUSÕES

1. Não houve influência do tipo de bico de pulverização (jato plano e jato cônico vazio) e do volume de calda (125 e 250 L ha⁻¹), empregados na aplicação do fungicida clortalonil, no controle da antracnose, da mancha-angular e da mancha-de-alternária e na produtividade do feijoeiro.
2. O fungicida propiciou bom controle das doenças. Isso refletiu na produtividade, que foi, em média, 73% superior à obtida na testemunha, para o cultivar Pérola, e 53%, para o cultivar Ouro Negro.
3. Há viabilidade em se utilizar bicos de jato plano com volume de aplicação de 125 ou 250 L ha⁻¹ para a aplicação de fungicida em feijoeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil), pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, L.A.S. (2001) - *Proteção integrada de plantas com fungicidas*. São Paulo, [s.n.]. 230 pp.
- Barthelemy, P.; Boisgointer, D.; Jouy, L.; Lajoux, P. (1990) - *Choisir les outils de pulverisation*. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Paris, 160 pp.
- Campbell, C.L. & Madden, L.V. (1990) - *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons, New York, 532 pp.
- Carrero, J.M. (1996) - *Maquinaria para tratamientos fitosanitarios*. Mundi-Prensa, Madrid, 159 pp.
- Castro, J.L.; Dudienas, C.; Ito, M.F. & Igue, T. (1989) - Eficiência de fungicidas no controle das doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Summa Phytopathologica* 15: 145-155.
- Dudienas, C.; Castro, J.L.; Ito, M.F.; Soave, & Maeda, J.A. (1990) - Efeito de fungicidas na produção, sanidade e qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Fitopatologia Brasileira* 15 (1): 20-24.
- Garcia, L.C.; Zeny, E.P.; Justino & Canteri, M.G. (2002) - Avaliação da qualidade da aplicação de um fungicida em função do tipo de ponta de pulverização e do estágio de desenvolvimento da cultura do feijão. *In: Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 2, 2000*. Jundiá. Anais... IAC, Jundiá. 5 pp.
- Godoy, C.V.; Carneiro, S.M.T.P.G.; Tamauti, M.T.; Dalla Pria, M.; Amorim, L.; Berger, R.D. & Bergamin Filho, A. (1997) - Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 104 (4): 336-345.
- Jensen, P.K.; Jorgensen, L.N & Kirknel, E. (2001) - Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. *Crop Protection* 20 (1): 57-64.
- Márquez, L. (1997) - Tecnología para la aplicación de defensivos agrícolas. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26., 1997, Campina Grande*. Anais... UFPB, Campina Grande. CD-ROM.
- McMullan, P.M. (1995) - Effect of spray volume, spray pressure and adjuvant volume on efficacy of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl. *Crop Protection* 14(7): 549-554.
- Matuo, T. (1985) - Enfoque multidisciplinar da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. *In: Simposio Brasileiro Sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente 1, 1985*. Jaboticabal. Anais... FCAV, Jaboticabal, pp. 3-11.

- Oliveira, S.H.F., Barros, B.C. & Castro, J.L. (1992) - Avaliação do efeito de fungicidas no controle de doenças da parte aérea e na qualidade de sementes de feijoeiro. *Summa Phytopathologica* 18: 178-184.
- Paula Júnior, T.J. & Zambolim, L. (1998) - Doenças. *In: Vieira, C., Paula Junior, T.J. Borem, A. (Eds.). Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.* UFV, Viçosa, pp. 375-433.
- Silva, O.C. (1999) - Tecnologia de aplicação de fungicidas. *In: Canteri, M.G.; Pria, M.D. & Silva, O.C. (Eds.) Principais doenças fúngicas do feijoeiro.* UEPG, Ponta Grossa, pp. 127-137.
- Van-Schoonhoven, A. & Pastor-Corrales, M.A. (1987) - *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol.* Cali, CTAT. 56 pp.
- Vieira, C. (1978) - *A cultura do feijão.* UFV, Viçosa, 146 pp.
- Vieira, R.F.; Paula Júnior, T.J. & Berger, P.G. (1998) - Avaliação da eficiência de fungicidas e do inseticida cartap no controle de doenças da parte aérea do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) no inverno-primavera. *Summa Phytopathologica* 24(1): 17-22.