

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ASSISTÊNCIA DE AR E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NA
DEPOSIÇÃO DE GOTAS E CONTROLE DO ARROZ VERMELHO
(*Oryza sativa* L.)**

LEOPOLDO LUIS DE SOUZA VIGANÓ

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Novembro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ASSISTÊNCIA DE AR E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NA
DEPOSIÇÃO DE GOTAS E CONTROLE DO ARROZ VERMELHO**
(Oryza sativa L.)

LEOPOLDO LUIS DE SOUZA VIGANÓ

Orientador: Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Novembro – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V672a Viganó, Leopoldo Luis de Souza, 1981-
Assistência de ar volumes de pulverização na deposição de gotas e controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) / Leopoldo Luis de Souza Viganó. - Botucatu : [s.n.], 2006. v, 28 f. : il. color., gráfs, tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia.

1. Arroz vermelho. 2. Pulverização. 3. Herbicidas. 4. Deposição de gotas. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

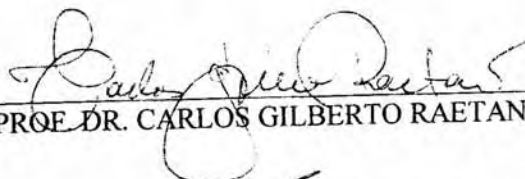
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

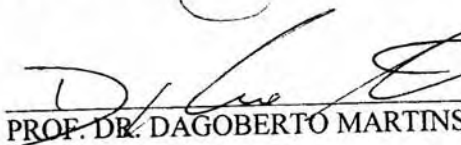
TÍTULO: ASSISTÊNCIA DE AR E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NA DEPOSIÇÃO
DE GOTAS E CONTROLE DO ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.)

ALUNO: LEOPOLDO LUIS DE SOUZA VIGANÓ

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora


PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO


PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS


PROF. DR. MARCELO DA COSTA FERREIRA

Data da Realização: 23 de novembro de 2006.

DEDICO

Aos meus pais

OFEREÇO

A DEUS

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças para obter mais esta conquista.

Aos meus pais, irmãos e familiares por caminharmos sempre juntos.

À minha namorada Renata L. Pasini, pelo estímulo e ajuda valiosíssima, sem o qual não concluiria o curso.

Aos amigos Rogério O. de Sá, Lauter Silva Souto, Vladimir, Gustavo Miranda, pela grande ajuda em todas as etapas.

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela orientação, pelos conhecimentos transmitidos, pelo incentivo e pela amizade.

Aos Professores da Pós-Graduação da UNESP de Botucatu, pelas críticas e sugestões.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, pela oportunidade oferecida para realização deste curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Departamento de Produção Vegetal pela oportunidade na realização deste curso.

Aos Professores do Departamento de Produção Vegetal, Setor de Agricultura pelos ensinamentos e incentivo.

Aos funcionários da biblioteca “Paulo de Carvalho Mattos” e da Seção de Pós-Graduação, pelo eficiente atendimento.

Aos colegas de curso, pela amizade e pelo incentivo.

Às pessoas que, de alguma maneira, contribuíram nesta empreitada.

SUMÁRIO

	Páginas
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY	2
3 INTRODUÇÃO.....	3
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4.1 Assistência de ar em barra de pulverização.....	5
4.2 Volume de calda.....	7
4.3 Alvo do tratamento fitossanitário.....	8
4.4 Marcador para avaliação de depósito da pulverização.....	8
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	10
5.2 Experimentos e delineamento experimental.....	11
5.2.1 Experimento 1.....	11
5.2.2 Deposição da pulverização em alvo natural – Experimento 1...	14
5.2.3 Experimento 2.....	15
5.2.4 Avaliação do efeito da assistência de ar no controle do arroz vermelho – Experimento 2.....	16
5.3 Equipamentos utilizados no experimento.....	16
5.4 Análise estatística.....	16
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6.1 Condições meteorológicas.....	18
6.2 Avaliação da deposição da pulverização.....	18
6.3 Dessecação do arroz vermelho com paraquat.....	21
7 CONCLUSÃO.....	24
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da assistência de ar junto à barra de pulverização e três volumes de aplicação na dessecação e deposição da calda em arroz vermelho sob cultivo de nabo forrageiro em recuperação de áreas de várzeas, pulverizado com herbicida paraquat e corante azul brilhante, respectivamente. Os volumes de calda de pulverização foram 100, 200 e 300 L ha⁻¹, da solução contendo corante alimentício (0,15%, p/v). Tanto na presença do ar junto à barra quanto na sua ausência foram utilizadas pontas de pulverização de jato plano tipo AXI 110015 a pressão de 117,3 kPa, AXI 11002 e AXI 11003 a pressão de 276 kPa. A avaliação da deposição da pulverização deu-se em folhas de plantas de arroz vermelho. Verificou-se nos resultados que houve diferença na deposição entre diferentes técnicas e volumes de calda testados nas plantas de arroz vermelho. Maior deposição foi alcançada pelo maior volume aplicado (300 L ha⁻¹) com a assistência de ar junto à barra pulverizadora. Não se constatou diferença na deposição quando aplicados os volumes de 100, 200 e 300 L ha⁻¹ sem assistência de ar e 200 e 300 L ha⁻¹ com assistência de ar. As maiores porcentagens de dessecação de arroz vermelho foram constatadas com a aplicação de 300 L ha⁻¹, tanto na presença quanto na ausência de assistência de ar junto à barra pulverizadora.

Palavras-chave: arroz vermelho, nabo forrageiro, assistência de ar.

AIR ASSISTANCE AND SPRAY VOLUMES ON DROP DEPOSITION AND RED RICE CONTROL (*Oryza sativa* L.). Botucatu, 2006. 29p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LEOPOLDO LUIS DE SOUZA VIGANO

Adviser: Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the effect of air-assistance on spraying at three volumes in the dessecation and deposition on red rice under fodder radish cultivation. To evaluate the dessecation and spray deposition were used paraquat herbicide and a Brilliant Blue dye, respectively. The three volumes of spray were 100, 200 and 300 L ha⁻¹, using a tracer dye at 0,15% (w/v). Both solution used flat fan nozzles AXI 110015 at 117.3 kPa, AXI 11002 and AXI 11003 at 276 kPa. The evaluation of deposition was made on red rice leaves. We observed no significant different deposition between spray techniques and application volumes on red rice plants. Higher deposition was obtained by 300 L ha⁻¹ application with air assistance in the spray boom. No difference it was observed on spray deposition at 100, 200 and 300 L ha⁻¹ volumes without air assistance and at 200 as well as 300 L ha⁻¹ with air assistance. The highest percentages of red rice dessecation were observed with 300 L ha⁻¹ application with or without air assistance at the sleeve boom sprayer.

Key words: red rice, fodder radish, air assisted sprayer

3 INTRODUÇÃO

A necessidade de melhoria na eficiência das aplicações de produtos fitossanitários tem sido relatada por vários pesquisadores como Adam (1977), Matuo (1990), Van De Zande et al. (1994) entre outros. Assim, o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação torna-se indispensável para a obtenção de melhores índices de controle, que estão diretamente relacionados com a qualidade da aplicação. Da mesma forma, Matthews (1992) afirma que os produtos fitossanitários devem ser aplicados com o máximo de eficiência e para isso torna-se necessário o estudo da deposição, cobertura e deriva, sendo esta última responsável por perdas, além de constituir em um fator de contaminação ambiental.

Paschoal (1979) relata que partículas de produtos fitossanitários em suspensão podem ser levadas pelo vento e contaminar alimentos e forragens em áreas não tratadas e, partículas menores, usualmente produzem contaminações mais sérias a maiores distâncias da área de aplicação. Os efeitos dos agrotóxicos em áreas vizinhas àquelas que receberam a aplicação também foram estudados por Marshall (1987), concluindo que muitas espécies são severamente afetadas por contaminações acidentais ou deriva, principalmente de herbicidas; Sorthia & Chari (1985) constataram 100% de mortalidade em abelhas melíferas

(*Apis florea* F. e *Apis melipona* L.) quando atingidas pela deriva de inseticidas organofosforados.

Assim sendo, cabe às áreas diretamente relacionadas a agricultura buscar e fornecer as informações necessárias para o uso de diferentes técnicas de controle. Nesse caso, a assistência de ar pode constituir importante estratégia no tratamento fitossanitário via pulverização pela possibilidade de maior penetração da nuvem de gotas com a adoção desta tecnologia. Uma vez decidido pelo uso do controle químico, cabe ao processo de aplicação colocar o ingrediente ativo no alvo desejado, na quantidade necessária, sem risco para o homem e para o ambiente (Bauer, 1999).

A aplicação de produtos fitossanitários com o uso da assistência de ar nos pulverizadores como forma auxiliar a melhoria da eficiência é comumente utilizada em aplicações em pomares, mas pouco utilizada em lavouras anuais, (Furness, 1991). No entanto, Hislop (1991) menciona que muito embora a idéia de se usar a assistência de ar em pulverizações não seja nova, estudos mais detalhados devam ser efetuados em relação ao uso dessa tecnologia.

O uso de herbicidas visando a dessecação das espécies infestantes em áreas agrícolas tem causado a contaminação de áreas vizinhas e culturas sensíveis à aplicação, bem como do aplicador. A assistência de ar junto a barra de pulverização pode contribuir significativamente para a melhoria dos depósitos da pulverização e redução da deriva nas aplicações em área total, visando a dessecação da comunidade de plantas infestantes. A recuperação de áreas de cultivo de arroz irrigado pode ser obtida com o plantio do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Porém ao final de seu desenvolvimento vegetativo a presença de luz favorece o aparecimento de outras plantas infestantes a exemplo do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.).

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da assistência de ar junto à barra de pulverização combinada a três volumes de calda, na deposição da pulverização de uma substância marcadora, bem como na dessecação do arroz vermelho sob cultivo de nabo forrageiro com o herbicida paraquat.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Assistência de ar em barra de pulverização

A técnica de assistir a ar uma barra de pulverização horizontal surgiu ao final da década de 80 e início de 90 (Koch, 1997).

Barras dotadas de assistência de ar surgiram como ferramenta para melhorar a qualidade de aplicação através da distribuição de gotas menores em maior número, também aumentam a produtividade à medida que geram menores volumes e reabastecimentos, além de maior velocidade de deslocamento e extensão dos horários de pulverização e redução da deriva, pois a velocidade do vento da máquina é maior que o vento ambiente e auxilia na redução da exposição dos operadores a esses produtos (Sartori, 1997).

Esta tecnologia pode vir a auxiliar na redução da deriva (Cooke et al., 1990; Bauer e Raetano, 2000), bem como no aumento de penetração das gotas no dossel da cultura (Matthews, 2000). Por outro lado, os níveis dos depósitos em plantas alvo não dependem somente do equipamento aplicador, mas também da idade e do tipo da cultura, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização, (Cooke et al., 1990).

Dessa forma, estudos de deriva e deposição com esse tipo de equipamento tem sido alvo de muitas pesquisas, com inúmeros relatos e conclusões, embora algumas vezes elas mostrem se contraditórias.

Cooke et al. (1990) comparando um pulverizador convencional com um equipamento dotado de assistência de ar junto a barra de pulverização demonstram que o equipamento com assistência de ar pode aumentar ou diminuir a deriva, se comparado ao equipamento convencional, dependendo da idade das plantas e do tipo de cultura alvo, da configuração operacional, inclusive a velocidade do ar na barra de pulverização, e do tipo de bico. Concluíram que o uso da assistência de ar pode contribuir para a redução na dosagem dos agroquímicos, mas para que isso ocorra pesquisa e desenvolvimento serão necessários para diminuir a deriva causada por esses equipamentos em níveis iguais ou menores que os convencionais.

Em um experimento visando a redução de deriva, utilizando pulverizadores de barra com assistência de ar (Taylor et al.,1989), relatam que o efeito esperado da diminuição da deriva com esse equipamento não foi pronunciado quando plantas de trigo constituíram a cultura alvo. Também, constataram que a assistência de ar junto a barra de pulverização não afetaram a qualidade na distribuição das gotas.

Cooke et al. (1990) verificaram que aos 48 dias após a semeadura da cevada e com volumes de 100 L ha⁻¹ a perda de calda para o solo foi de 11% com o equipamento convencional e apenas 4% com o equipamento dotado de assistência de ar.

Van de Zande et al. (1994) constataram aumento de 100% na deposição da superfície abaxial das folhas dos terços médio e baixo na cultura da batata, além de aumento de 20% dos depósitos no terço superior através da utilização da assistência de ar. No Brasil o efeito da assistência de ar em pulverizações na cultura da batata também foi avaliado por Venegas et al. (2003) e Scudeler (2004). O uso dessa tecnologia reduziu a variabilidade da distribuição da pulverização ao longo da barra, porém não influenciou sobre os níveis de depósitos nessa cultura em aplicações com 400 ou 600 L ha⁻¹ de calda, conforme relatado por Venegas et al. (2003).

May (1991) afirma que o uso da assistência de ar reduziu a deriva em aproximadamente 50% quando comparado a aplicação convencional (sem ar) e que o uso de pulverizadores de barras com assistência de ar melhorou em 30% a deposição nas entrelinhas

da cultura. Quando a velocidade do ar foi máxima (trabalhando com gotas finas e 90 L ha⁻¹ de calda) aumentou a deposição na face inferior das folhas em aplicação de herbicida na cultura da beterraba. Da mesma forma, Matthews (2000) constatou que melhor penetração da pulverização nas culturas e redução da deriva podem ser conseguidas com o uso de pulverizadores com barras assistidas a ar.

A utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar é um fator importante na redução dos custos com aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que eles podem reduzir o volume de aplicação, aumentando a capacidade operacional do equipamento (Stevenson e James, 1997; Leonard et al., 2000).

4.2 Volume de aplicação

O efeito do volume de calda de pulverização e o tipo de herbicida apresentam uma interação significativa, conforme constatado por Knoche (1994) em trabalho de revisão bibliográfica. Neste trabalho, o pesquisador observou que para o herbicida glyphosate a planta consistentemente aumentou a resposta com o decréscimo do volume de pulverização.

Stahlman et al. (1979) estudaram o efeito de diferentes volumes de calda: 93, 187, 374 e 561 L ha⁻¹ do herbicida glyphosate aplicado sobre plantas de *Sorghum bicolor* L. e observaram que a redução do volume de pulverização com glyphosate aumentou a intoxicação e conseqüentemente o controle.

Trabalhando nessa mesma linha de pesquisa, mas com diferentes plantas daninhas, Bryson et al. (1994) e Foloni (1995) concluíram que os herbicidas estudados tiveram um incremento na sua eficácia com a redução do volume da calda de pulverização. Bryson et al. (1994) estudaram volumes de pulverização de 19 e 187 L ha⁻¹ de solução de glyphosate e MSMA para o controle de *Cyperus rotundus* L. e Foloni (1995) trabalhou com volumes de 118,75; 125 e 208,75 L ha⁻¹ de solução de glyphosate para aplicações em áreas de plantio direto no controle de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.).

Jensen et al. (1994) analisaram a eficiência da redução do volume da calda de pulverização no controle de plantas daninhas, em aplicações foliares com misturas de tanque de pendimethalin com bentazon e MCPA. Os autores observaram um melhor controle

de *Brassica napus* L. no estágio de 2 a 4 folhas, com menores volumes de pulverização e aplicados com pontas de espectro de gotas pequenas.

Na literatura, poucos estudos evidenciam o efeito da assistência de ar com a redução do volume de aplicação. Garcia et al. (2004) avaliaram o efeito da assistência de ar em diferentes volumes de calda na dessecação de aveia – preta (*Avena strigosa* Schreb) com mistura dos herbicidas dicloreto de paraquat (400g ha^{-1}) e ao diuron (200g ha^{-1}), em sistema de plantio direto sob a palha. A suficiência na dessecação foi obtida no volume de 100 L ha^{-1} em presença de assistência de ar e comparável ao sistema de aplicação convencional (sem ar) com o dobro desse volume.

4.3 Alvo do tratamento fitossanitário

O alvo é considerado tudo aquilo que se elege para ser atingido na aplicação de um produto fitossanitário (Matuo, 1990).

Em avaliações de pulverizações, um fator importante é a definição do alvo de coleta. Segundo Himel (1969), o diâmetro das gotas mais adequado para deposição em todas as regiões de uma folhagem natural é aquele com variação entre 41 e 100 micrometros, e para depósitos no solo e na folhagem periférica é aquele entre 220 e 340 micrometros.

Cooke e Hislop (1993) resumiram as vantagens e desvantagens de trabalhar com alvo natural ou artificial para avaliar a pulverização, afirmando que depende das circunstâncias do uso e das prioridades da pesquisa. As superfícies naturais devem ser preferidas, mas sua complexidade e variabilidade natural afetam a retenção e o espalhamento da pulverização. Um dos exemplos é a retenção e o espalhamento sempre menores em folhas jovens, quando comparados aos obtidos nas folhas velhas. Os alvos artificiais são uniformes, e podem ser localizados precisamente em posições predeterminadas, mas não reproduzem, necessariamente, os alvos naturais.

4.4 Marcador para avaliação de depósito da pulverização

O conhecimento do destino dos produtos fitossanitários após a sua aplicação é essencial no entendimento e estudo da eficiência em qualquer técnica de aplicação.

Nesse sentido, o uso de substâncias marcadoras tem-se constituído em uma técnica bastante comum para a avaliação da distribuição e depósito de pulverizações, utilizando-se alvos naturais ou artificiais (Cooke e Hislop, 1993).

Substância utilizada para marcar é aquela usada monitorar o andamento ou o comportamento de um processo, podendo ser o ingrediente ativo da formulação de um produto fitossanitário ou qualquer substância química utilizada para imitar esse produto no momento da aplicação. A opção pelo uso do ingrediente ativo de uma formulação ou de uma substância marcadora depende do objetivo e dos métodos utilizados no estudo caso se deseje determinar somente a deposição ou localização inicial do que foi pulverizado substâncias que não o ativo podem ser utilizadas mas, desejando-se estudar o caminho e/ou o destino daquilo que foi aplicado deve-se optar pelo ativo marcando-o com radiação ou quantificando-o em análises químicas (Cooke e Hislop, 1993).

Esses marcadores, como os corantes têm sido adicionados à calda de pulverização para deixar marcas constantes sobre a superfície podendo, desse modo, ter seus depósitos visualizados. Porém, segundo Matthews (1992), a variabilidade desses depósitos podem ser diferentes quando se trabalha com alvos naturais ou artificiais.

Hayden et al. (1997), com o objetivo de comparar duas condições de trabalho em alvo natural, utilizando uma mesma solução para determinar a quantidade depositada em cada teste, escolheram dois corantes alimentícios solúveis em água, FD&C n° 6 e FD&C n°1, pelas leituras ópticas em duas faixas distintas, 482 e 630 nanômetros respectivamente. Concluíram que o método foi preciso e barato para as pesquisas de avaliações de depósitos em plantas.

Assim, é indispensável para se obter melhores eficiências nas aplicações de produtos fitossanitários que estudos e desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação sejam realizados.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em área de cultivo de arroz irrigado (várzea), localizada na Fazenda Experimental Edgárdia da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, UNESP em novembro de 2005. A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 22° 51' 5'' de latitude sul, 48° 26' 5'' WGr de longitude oeste e altitude aproximada de 770 m.

Na área experimental fez-se a semeadura do nabo forrageiro o qual foi conduzido até o estágio de máximo crescimento vegetativo (florescimento) como cultura de rotação do arroz irrigado (Figura 1).

O clima de Botucatu, baseado no sistema de classificação internacional de Köppen, foi incluído no tipo Cfa, que significa clima temperado com inverno frio e seco e verão quente; com temperatura do mês mais frio inferior a 18° C e a do mês mais quente superior a 22° C.



Figura 1. Várzea da FEPP – Edgárdia – FCA/UNESP, Botucatu, SP, com arroz vermelho sob a cultura do nabo forrageiro.

5.2 Experimentos e delineamento

Dois experimentos foram conduzidos sob a cultura do nabo forrageiro. Em ambos experimentos o tamanho de cada parcela foi de 15 x 15m.

5.2.1 Experimento 1

Avaliou-se o efeito da assistência de ar combinado a diferentes volumes de aplicação sobre os depósitos da calda em plantas de arroz vermelho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos distribuídos no esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 volumes de calda (100, 200, 300L ha⁻¹) combinados a 2

tecnologias de aplicação: sem assistência de ar (convencional) e com assistência de ar junto a barra de pulverização, em 4 repetições.

Os tratamentos consistiram da combinação de duas tecnologias de pulverização: equipamento tratorizado sem ar (convencional) e com assistência de ar na barra de pulverização a três volumes de calda: $T_1 = 100 \text{ L ha}^{-1}$ de calda com assistência de ar; $T_2 = 200 \text{ L ha}^{-1}$ de calda com assistência de ar; $T_3 = 300 \text{ L ha}^{-1}$ de calda com assistência de ar; $T_4 = 100 \text{ L ha}^{-1}$ de calda sem assistência de ar; $T_5 = 200 \text{ L ha}^{-1}$ de calda sem assistência de ar; $T_6 = 300 \text{ L ha}^{-1}$ de calda sem assistência de ar;

Para o mesmo volume aplicado, os tratamentos sem assistência de ar e com velocidade máxima (100%) do ar na barra foram executados um após o outro, da seguinte forma: após deslocar o equipamento, iniciou-se a pulverização com assistência de ar desligada (Figura 2), antes do começo da parcela, adentrado-a já com a velocidade de deslocamento e vazão estabilizadas; após o término dessa parcela, em área reservada para manobra e com o equipamento em movimento, o operador acionava a assistência de ar, adentrando, em seguida, em outra parcela com a assistência de ar ligada e estabilizada, interrompendo a pulverização ao término da parcela (Figura 3).



Figura 2. Pulverização do marcador Azul Brilhante sem assistência de ar, várzea da FEPP – Edgárdia – FCA/UNESP, Botucatu, SP.



Figura 3. Pulverização do marcador Azul Brilhante com assistência de ar, várzea da FEPP – Edgárdia – FCA/UNESP, Botucatu, SP.

5.2.2 Deposição da pulverização em alvo natural - experimento 1

Para a avaliação quantitativa dos depósitos da pulverização, sob diferentes condições operacionais, utilizou-se como marcador, o corante alimentício Azul Brilhante (Palladini, 2000) em solução aquosa (0,15%). Em cada parcela foram demarcadas, ao acaso, quatro sub-amostras com área equivalente a um metro quadrado cada uma delas. De cada sub-amostra foram colhidas seis plantas de arroz vermelho, totalizando 24 plantas por parcela.

As plantas colhidas foram colocadas, individualmente, em sacos plásticos devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica (isopor). Esse material vegetal foi encaminhado ao laboratório de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas para a remoção do marcador e posterior medição de área foliar de cada planta em um integrador de área foliar de bancada LICOR, modelo 3100.

Em cada saco plástico, foram colocados 10 mL de água destilada e procedeu-se a agitação por 30 segundos visando a remoção do corante das plantas alvo. A solução de lavagem foi colocada em vidros com capacidade de 20 mL e tampa de rosca, os quais foram mantidos a temperatura de $8 \pm 3^\circ\text{C}$ até o momento da análise.

As leituras (absorbância), dos depósitos do marcador foram realizadas em espectrofotômetro UV – VIS, Shimadzu, modelo CP 1601, equipado com filtro no comprimento de onda de 630 nanômetros (nm), conforme método desenvolvido por Palladini (2000).

Para determinar a concentração (ppm) dos depósitos foi confeccionada a curva padrão de linearidade com a mesma solução aplicada a campo.

A curva padrão de determinação da concentração do marcador na solução aplicada a campo foi determinada com modelo de regressão linear descrita como se segue:

$$\text{Abs} = \text{Abs água} + a \cdot C \quad (\text{E}_1)$$

Onde:

Abs = valor de leitura de absorbância

Abs água = valor de leitura de absorbância da água

a = coeficiente angular

C = concentração

Portanto, a concentração (C) do produto depositado pode ser apresentada conforme a seguinte equação:

$$C = \frac{(\text{Abs} - \text{Abs água})}{a} \quad (\text{E}_2)$$

Ao considerar que a concentração de corante Azul Brillhante na calda aplicada a campo foi de 1500 ppm para a transformação dos depósitos em microlitro (μl) utilizou-se a seguinte equação:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f \quad (E_3)$$

Onde:

C_i = concentração inicial do marcador na calda (ppm)

V_i = volume retido pele alvo (μ l)

C_f = concentração detectada em densidade óptica (ppm)

V_f = volume de diluição da amostra de cada planta (μ l)

5.2.3 Experimento 2

Avaliou-se o efeito das diferentes tecnologias (com e sem assistência de ar) combinada aos mesmos volumes utilizados no experimento anterior sobre a eficiência do controle do arroz vermelho com o herbicida paraquat.

Os mesmos procedimentos e tratamentos utilizados no experimento 1 foram adotados nesse experimento com a adição das parcelas não pulverizadas com o herbicida paraquat (testemunha).

5.2.4 Avaliação do efeito da assistência de ar no controle do arroz vermelho – Experimento 2

Para avaliar o efeito dessa tecnologia combinada a diferentes volumes de aplicação no controle do arroz vermelho utilizando-se o herbicida paraquat na dosagem 3L ha⁻¹ atribuíram-se notas, em porcentagem (0 a 100%) para cada parcela, decorrente do efeito dos respectivos tratamentos, comparado a uma parcela não tratada (testemunha).

As avaliações, em número de quatro, foram realizadas aos 3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação (DAA).

5.3 Equipamentos utilizados no experimento

O equipamento utilizado na execução do trabalho foi um pulverizador modelo Falcon Vortex, equipado com barra pulverizadora de quatorze metros com acionamento hidráulico e tanque com capacidade de 600 litros. As pontas de pulverização

utilizadas foram AXI 110015 à pressão de 117,3 kPa, AXI 11002 e AXI 11003 ambos operando à 276 kPa, os quais proporcionaram a obtenção de 100, 200 e 300L ha⁻¹ de calda.

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi de 4,8 km h⁻¹, determinada pelo tempo cronometrado para se deslocar 50 metros. Foram feitos o ajuste da pressão e a troca das pontas antecedendo as pulverizações de cada tratamento, separadamente, para cada ponta de pulverização envolvida nesse estudo.

5.4 Análise estatística

O efeito das tecnologias de aplicação (sem e com assistência de ar) combinadas aos volumes de 100, 200 e 300L ha⁻¹ de calda sobre os depósitos da pulverização foi avaliado estatisticamente pelo teste F, conforme especificação da análise de variância constante da Tabela 1 (p<0,05).

O desmembramento foi realizado somente quando a interação entre os fatores em estudo foi significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Já a análise de variância do efeito das tecnologias combinadas a diferentes volumes no controle do arroz vermelho, foi realizado pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Esquema da análise de variância para o experimento 1.

Causas da Variação	Graus de Liberdade
Técnicas de aplicação (A)	1
Volumes de calda (V)	2
Interação (A x V)	2
Tratamentos	(5)
Blocos	3
Resíduo	15
Total	23

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Condições meteorológicas

Os dados meteorológicos no momento da aplicação do corante marcador se mantiveram e praticamente constantes durante toda a aplicação com valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, respectivamente de 31,3°C, 46,7%, 4,5 km h⁻¹. Realizado no dia três de novembro, tendo iniciado as aplicações as nove horas da manhã e término as onze horas.

6.2 Avaliação da deposição da pulverização

A concentração dos depósitos retidos pelas folhas de arroz vermelho foi determinada por comparação em curva padrão de linearidade (Figura 4) com a mesma solução aplicada a campo.

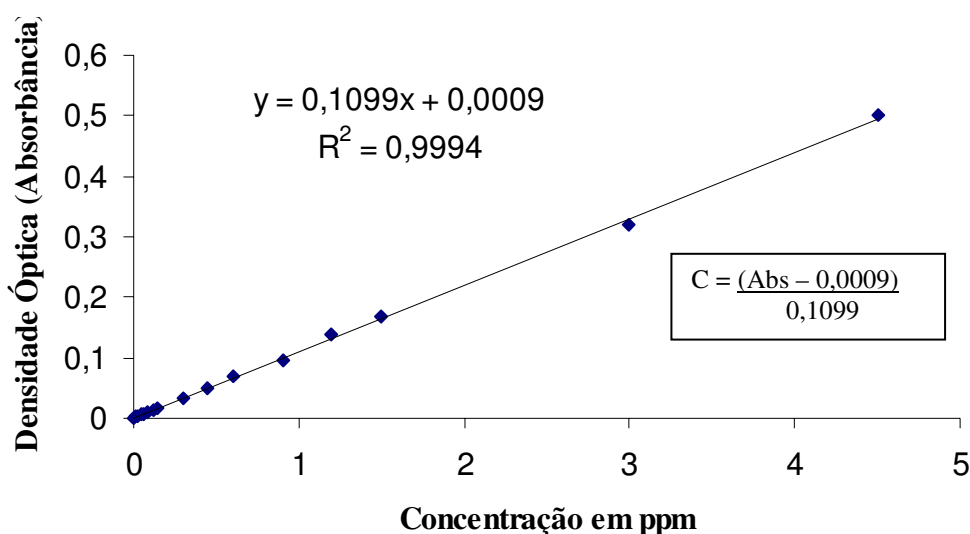


Figura 4. Curva padrão de linearidade, equação e coeficiente de determinação (R^2) da concentração do corante Azul Brilhante na solução aplicada a campo.

Os resultados da análise de variância para o depósito de corante por cm^2 de área nas folhas de arroz vermelho em função das técnicas de aplicação, volumes e interação técnicas de aplicação x volumes são apresentados na Tabela 2. Não se observou significância para técnicas de aplicação pelo teste F, mostrando assim que não houve efeito desse fator sobre os depósitos da pulverização.

Tabela 2. Fatores de variação, graus de liberdade e fatores de F e Pr > F. Botucatu – SP, 2006.

FV	GL	F	Pr > F
Bloco	3	3,070	0.0601 ns
Técnicas de aplicação	1	0,024	0.8798 ns
Volumes	2	11,628	0.0009 *
Técnicas de aplicação x Volumes	2	6,250	0.0106 *
Resíduo	15		
CV (%)	26		

ns – não significativo ($p < 0,05$)

* Significativo a 5% de probabilidade

Para volumes e a interação entre técnicas de aplicação (com e sem ar) x volumes houve significância a 5% de probabilidade (Tabela 2).

As médias dos depósitos das pulverizações realizadas com e sem assistência de ar junto à barra não diferiram significativamente a 5% de probabilidade. Já para volumes de aplicação verificou-se uma diferença significativa entre os valores médios dos depósitos dos maiores volumes (200 e 300 L ha⁻¹) em relação ao menor volume, 100 L ha⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3. Média dos depósitos ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) obtidos com duas técnicas de aplicação e volumes. Botucatu – SP, 2006.

Técnicas de aplicação	Médias dos depósitos ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) ¹
Com ar	0,475 a
Sem ar	0,467 a
DMS	0,107
Volume	Médias dos depósitos ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
100	0,303 a
200	0,521 b
300	0,588 b
DMS	0,160

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores médios dos depósitos da calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$), para a interação volumes de aplicação (100, 200, e 300 L ha⁻¹) e técnicas de aplicação (com e sem assistência de ar), são apresentados na Tabela 4.

Ao comparar as técnicas de aplicação dentro de cada volume de calda (letras maiúsculas), pode-se verificar que não houve diferença significativa somente para o volume de 200 L ha⁻¹. Para o volume de 100 L ha⁻¹, na ausência da assistência de ar, constatou-se maior depósito do marcador em plantas de arroz vermelho sob cultivo de nabo forrageiro (Tabela 4). No volume de 300 L ha⁻¹ ocorreu o inverso do tratamento anterior. A assistência de ar proporcionou um incremento dos depósitos em relação a pulverização convencional (sem ar). Os resultados obtidos com o maior volume de calda corroboram com as constatações de Matthews (2000) ao relatar que equipamento dotado de assistência de ar junto a barra de pulverização aumenta a penetração das gotas no dossel da cultura. Por outro lado, os níveis dos depósitos nas plantas alvo não dependem apenas do equipamento aplicador,

mas também da idade, do tipo da cultura, densidade, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização (COOKE et al.,1990).

Tabela 4. Desdobramento da interação técnicas de aplicação (com e sem ar) x volume (100, 200, 300L ha⁻¹) sobre os depósitos de calda (µL cm⁻²) em plantas de arroz vermelho. Botucatu – SP, 2006.

Volume (L ha ⁻¹)	Técnicas de Aplicação	
	Com ar	Sem ar
100	0,187 Bb	0,418 Aa
200	0,550 Aa	0,492 Aa
300	0,686 Aa	0,489 Ba

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Quando se compara os volumes de calda na aplicação com o uso da assistência de ar (Tabela 4), foram constatados depósitos da pulverização significativamente maiores para os volumes de 200 e 300 L ha⁻¹ em relação ao menor volume aplicado (100 L ha⁻¹).

De modo geral, a assistência de ar junto a barra de pulverização não mostrou um aumento significativo nos depósitos da calda quando comparado a pulverização convencional (sem ar) dentro dos respectivos volumes de aplicação. O incremento nos depósitos da pulverização em plantas de arroz vermelho, praticamente se deve ao aumento do volume de calda somente para o menor volume quando se utilizou a assistência de ar.

6.3 Dessecação do arroz vermelho com paraquat

As médias das notas, em porcentagem, para a dessecação das plantas de arroz vermelho são apresentadas na Tabela 5. Na primeira avaliação de controle da planta daninha (*Oryza sativa* L.) o volume de 300 L ha⁻¹ se sobressaiu tanto na presença de assistência de ar quanto na ausência desta tecnologia, não diferindo entre si, já os tratamentos com 100 e 200 L ha⁻¹ obtiveram as piores porcentagens de controle e diferenciaram estatisticamente do volume de 300 L ha⁻¹ com assistência de ar.

Tabela 5. Porcentagem média de dessecação de arroz vermelho em função da aplicação com e sem assistência de ar e diferentes volumes de calda. Botucatu-SP, 2006. (n = 4).

Volume (L ha ⁻¹)	Avaliação (%)			
	3 DAA	5 DAA	7 DAA	9 DAA
sem ar				
100	30,00c	41,25d	51,25d	73,75c
200	25,00c	45,00cd	60,00cd	77,50bc
300	43,75ab	56,25ab	71,25ab	85,00a
com ar				
100	33,75bc	50,00bc	63,75bc	82,50ab
200	35,00bc	52,50abc	70,00ab	85,00a
300	46,25a	60,00a	76,25a	88,75a
CV	13,13	6,47	6,08	3,40
DMS	10,74	7,56	9,14	6,40

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

Na segunda e terceira avaliações os tratamentos de 200 L ha⁻¹ com assistência de ar e 300 L ha⁻¹ com e sem assistência de ar não diferiram significativamente entre si, porém diferiram da aplicação com 100 L ha⁻¹ sem assistência de ar. Na quarta e última avaliação, aos 9 DAA, a porcentagem de controle aplicando 100 L ha⁻¹ com assistência

de ar não diferiu daquelas obtidas com os volumes 200 e 300 L ha⁻¹ utilizando essa tecnologia. Porém, volumes de 100, 200 e 300 L ha⁻¹ aplicados na presença da assistência de ar proporcionaram níveis de controle significativamente maiores que aquele obtido com o menor volume sem a presença da assistência de ar. Provavelmente, isto se deveu pelo maior aproveitamento das gotas em presença da assistência de ar, pois na pulverização convencional (sem ar) gotas com menor momento (menor quantidade de movimento) podem ter ficado suspensas e parte do volume aplicado ter sido depositado nas plantas de nabo forrageiro, não atingindo o alvo. Entretanto, o volume de calda retido nas plantas de arroz vermelho nesse experimento pode ter sido suficiente para obtenção de níveis de controle superiores a 80% (Tabela 5).

Desempenho comparável na dessecação de aveia – preta (*Avena strigosa* Schreb) foi obtido por Garcia et al. (2004), utilizando a mistura dos herbicidas dicloreto de paraquat (400 g ha⁻¹) e diuron (200 g ha⁻¹) no volume de 100 L ha⁻¹, em presença da assistência de ar junto à barra pulverizadora, quando comparado ao dobro desse volume na ausência dessa tecnologia.

7 CONCLUSÕES

Baseado nas condições experimentais em que o estudo foi desenvolvido e nas análises dos resultados, conclui-se:

- a) A assistência de ar promoveu significativo aumento nos depósitos da pulverização em plantas de arroz vermelho quando comparada a aplicação convencional (sem ar) a 300 L ha^{-1} , porém isto não influenciou significativamente o controle com as diferentes técnicas para este volume de aplicação;
- b) O uso da assistência de ar junto à barra de pulverização proporcionou significativa melhoria no controle do arroz vermelho quando o herbicida paraquat foi aplicado nos volumes de 100 e 200 L ha^{-1} aos 9 dias após a aplicação.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, A. V. **Importance of pesticide application equipment and related field practices in developing countries.** In: WATSON, D. L.; BROWN, A. W. (Eds.) pesticide management and insect resistance. New York: Academic Press, 1977. p 217 – 25.

BAUER, F. C. **Influência da assistência de ar na deposição e perdas em pulverização na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Botucatu, 1999. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BAUER, F. C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola.** Piracicaba, v. 57, n. 2 , p. 271-276, 2000.

BRYSON, C. T., HANKS, J. E., WILLIS, G. D. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in reduced-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.) with low-volume technology. **Weed technology**, v. 8, n. 1, p. 28 – 31, 1994.

COOKE, B. K.; HISLOP, E. C.; HERRINGTON, P. J.; WESTERN, N. M.; HUMPHERSN-JONES, F. Air assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, v. 9 , n. 4, p. 303 – 11, 1990.

COOKE, B. K., HISLOP, E. C. **Spray tracing techniques**. In: MATTHEWS, G. A., HISLOP, E. C. (Ed) Application technology for crop protection. Wallingford: CAB, 1993. p. 85-100.

FOLONI, L. L. **Respostas da utilização de bicos de baixa vazão com glyphosate e sulfosate no controle do arroz vermelho em aplicação, em aplicação de pré-plantio, em área de plantio direto de arroz (*Oryza sativa* L.)**. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 21, Porto Alegre, 1995. p. 253.

FURNESS, G. O. A comparison of simple bluff plate and axial fans for air-assisted, high-speed, low – volume spray application to wheat and sunflower plants. **J. Agric. Eng. Res.** v. 48, p. 57-75, 1991.

GARCIA, L. C., RAETANO, C. G., JUSTINO, A., PURÍSSIMO, C. Dessecação da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) com herbicida de contato, em presença ou não de assistência de ar junto à barra do pulverizador, em diferentes volumes de calda. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 758 – 763, 2004.

HAYDEN, J., AYERS, G., GRAFIUS, E., HAYDEN, N. **Two water-soluble optically resolvable dyes for comparing pesticide spray distribution**. *J.Econ.Entomol.*, v. 83, n. 6, p. 2411-3, 1990.

HIMEL, C. H. **The optimum size for insecticide spray droplets**. *J. Econ Entomol.*, v. 62, p. 919-25, 1969.

HISLOP, E. C. **Air assisted crop spraying: na introductory review**. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. Air-assisted spraying in crop protection. *Proceedings*. Swansea, 1991, p.3 – 14 (BCPC Monograph, 46).

JENSEN, P. K., KIRKNEEL, E. Influence of spray quality on crop tolerance and weed control with foliage-applied herbicides in combining peas. **Crop Protection**, v. 13, n.3, p. 189 – 194, 1994.

KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. **Crop Protection**, v. 13, n. 3, p. 163, 1994.

KOCH, H. **Application rate and spray deposition targets in plant protection**. In: Symposium International Sur Les Techniques D' Application Des Produits Phytosanitaires, 2, 1993, Strasbourg. *Annales...* Strasbourg: British Crop Protection Council, 1993, p. 175-82

MAY, M. J. **Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayer**. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. (eds.) Air-assisted spraying in crop protection. *Proceedings*. Swansea, 1991. p. 89 – 96. (BCPC monograph,46).

MARSHALL, E. J. P. **Herbicide effects on the flora of arable field boundaries**. British Crop Protection Conference – Weeds, 1987. *Proceedings* v.1, p. 291 – 98, 1987.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 2.ed. London: Longman, 1992. 405p.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3. ed. London, Balckwell, 2000. 432p.

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

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. Botucatu, 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

PASCHOAL, A.D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro. Fundação Getulio Vargas, 1979. 102p.

SARTORI, S. Equipamentos tratorizados para culturas de baixo fuste: situação no Cone-Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997. p. 110-112.

STHALMAN, P. W., PHILLIPS, W. M. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. **Weed Science**, v. 27, p. 38 – 41, 1979.

SCUDELER, F. **Assistência de ar e angulação da barra pulverizadora na deposição e perdas da pulverização na cultura da batata**. Botucatu, 2005, 53 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SORTHIA, B. K.; CHARI, M. S. **Toxicity of some insecticides to honey bees, *Apis florea* F. and *Apis melipona* L.** Journal of Entomological Research, v. 9, n. 2, p. 195 – 97, 1985.

STEVENSON, W. R.; JAMES, R. V. **Evaluation of different sprayers Technologies for fungicide application to control early and late blights**. Vegetable Diseases Control Trials, p. 21-28, 1997. Disponível em: <http://www.plantpath.wisc.edu/wivegdis>. Acessado em: 15 jun. 2005.

TAYLOR, W. A.; ANDERSON, P. J.; COOPER, S. **The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories**. Brighton Crop Protection Conference, Weeds. *Proceedings*. p. 2, 631 – 39, 1989.

VAN DE ZANDE, J. C.; MEIER, R.; VAN IJZENDOORN, M. T. **Air assisted spraying in winter wheat-results of deposition measurements and the biological effects of fungicides against leaf and ear diseases**. In: British Crop Protection Conference – Pests and Diseases. Brighton: 1994. *Proceedings*. Brighton. BCPC, 1994. p. 313 – 18.

VENEGAS, F.; RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. **Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata.** Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 29, n. 4, p. 323 – 329, 2003.