

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

**ASSISTÊNCIA DE AR EM BARRA, ÂNGULO E VOLUME DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DE DOENÇAS E NA
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO**

RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp –
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP
Agosto – 2011

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

**ASSISTÊNCIA DE AR EM BARRA, ÂNGULO E VOLUME DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DE DOENÇAS E NA
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO**

RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp –
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP
Agosto – 2011

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

C556a Christovam, Rafael de Souza, 1983-
Assistência de ar em barra, ângulo e volume de pulverização no controle de doenças e na produtividade da cultura do trigo / Rafael de Souza Christovam. - Botucatu : [s.n.], 2011
ix, 84 f. : il. color., tabs., fots.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Ângulo de barra. 2. Assistência de ar. 3. Defensivos vegetais - Tecnologia de aplicação. 4. Fungicidas. 5. Pulverização. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

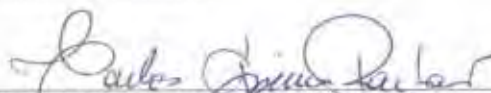
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ASSISTÊNCIA DE AR EM BARRA, ÂNGULO E VOLUME DE PULVERI-
ZAÇÃO NO CONTROLE DE DOENÇAS E NA PRODUTIVIDADE DA
CULTURA DO TRIGO"

ALUNO: RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAN

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. MARCELO DA COSTA FERREIRA



PROF. DR. FERNANDO CESAR BAUER



PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. VILSON LUIS KUNZ

Data da Realização: 19 de agosto de 2011.

OFEREÇO

A Deus por ter dado o privilégio da vida e aos meus pais, Divaldo Christovam e Silvia Maria Villares de Souza Christovam por todos os ensinamentos, educação, carinho, amizade, dedicação e principalmente o grande incentivo aos estudos.

DEDICO

As minhas irmãs Bruna de Souza Christovam e Carla de Souza Christovam, pelos momentos agradáveis que passamos juntos durante toda infância e adolescência.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida por que, com certeza, há alguém superior que nos dá forças quando precisamos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano pela confiança concedida a minha pessoa e pelos inúmeros ensinamentos transmitidos tanto na parte acadêmica como de vida;

Aos docentes dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia (Proteção de Plantas e Agricultura) da UNESP-FCA/Botucatu pelos ensinamentos transmitidos;

À Empresa Máquinas Agrícolas Jacto S.A., pelo fornecimento dos equipamentos;

Aos ex-companheiros da república Santa Cerva em Botucatu (Hanson, Glauber, Fernando, Rafael, Claudinei, Pedro, João Claudio, Rodrigo Morgado, Rômulo, Victor, Caio Favrin, Caio Doiche, Danilo, Marcio e aos atuais companheiros (Manoel Xavier, Humberto Sampaio de Araújo, William Takata, Efraim de Santana Souza e Guilherme Sasso) que foram e são como a minha família em Botucatu;

Aos meus grandes amigos Evandro Pereira Prado, Mário Henrique F. A. Dal Pogetto, Marcelo Júnior Gimenes, Hélio Oliveira Aguiar Junior, Denise Tourino Rezende, Saulo Italo de Almeida Costa, Gustavo Mastria, Bruno Canella Vieira, Rodolfo Pereira Guitarrari e Marina Elisei Serra, pela ajuda nos experimentos e principalmente pela amizade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do curso;

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção - FEPP da FCA/UNESP, em especial ao Técnico agrícola Mário de Oliveira Munhoz pela ajuda nos experimentos e pelos ensinamentos práticos que foram de suma importância na confecção desse trabalho.

À Seção de Pós-Graduação da FCA, pela presteza quando solicitada;
Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Defesa
Fitossanitária da FCA/UNESP, pela colaboração e amizade;

À minha tia Rosy Meiry Christovam Verri pelo apoio e carinho;
Aos amigos de Birigui e Botucatu Marcela Cristina Horácio, que
tornaram minha caminhada mais fácil e mais alegre;

E a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a
realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
4.1 Cultura do trigo.....	08
4.2 Doença do trigo	09
4.2.1 Oídio (<i>Blumeria graminis</i>)	09
4.2.2 Ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	10
4.3 Tratamento químico para controle do oídio e da ferrugem da folha do trigo	11
4.4 Assistência de ar em barra de pulverização	13
4.5 Ângulo da barra pulverizadora	18
4.6 Volume de pulverização	20
4.7 Velocidade do ar sobre os depósitos da pulverização	21
5 MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1 Local dos experimentos	23
5.2 FASE I	24
5.2.1 Experimento 1	24
5.2.1.1 Regulagem da velocidade do ar	26
5.2.1.2 Deposição da pulverização em alvo natural	27

5.2.1.3 Determinação da concentração dos depósitos	28
5.2.1.4 Análise estatística	29
5.2.2 Experimento 2	29
5.2.2.1 Monitoramento de <i>Blumeria graminis</i> e <i>Puccinia triticina</i>	30
5.2.2.2 Avaliação da produtividade	31
5.2.3 Experimentos 3 e 4	34
5.3 FASE II	35
5.3.1 Experimento 1, 2, 3 e 4.....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1 FASE I	37
6.1.1 Experimento 1	37
6.1.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	37
6.1.2 Experimento 2	39
6.1.2.1 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	39
6.1.2.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	41
6.1.2.3 Produtividade da cultura do trigo	43
6.1.3 Experimento 3	45
6.1.3.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	45
6.1.4 Experimento 4	47
6.1.4.1 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	47
6.1.4.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	49
6.1.4.3 Produtividade da cultura do trigo	50
6.2 FASE II	52

6.2.1 Experimento 1	52
6.2.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	52
6.2.2 Experimento 2	53
6.2.2.1 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	53
6.2.2.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	54
6.2.2.3 Produtividade da cultura do trigo	56
6.2.3 Experimento 3	57
6.2.3.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	57
6.2.4 Experimento 4	58
6.2.4.1 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	58
6.2.4.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	60
6.2.4.3 Produtividade da cultura do trigo	61
6.3 Comparação dos experimentos em diferentes locais de condução	63
6.3.1 Velocidade do ar x volume da calda de pulverização	63
6.3.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	63
6.3.1.2 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	64
6.3.1.3 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	65
6.3.1.4 Produtividade da cultura do trigo	67
6.3.2 Velocidade do ar x ângulo da barra de pulverização	68
6.3.2.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo	68
6.3.2.2 Severidade do oídio (<i>Blumeria graminis</i>) na cultura do trigo	69
6.3.2.3 Severidade da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>)	71
6.3.2.4 Produtividade da cultura do trigo	72

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
7 CONCLUSÕES	75
8 REFERÊNCIAS	76

1 RESUMO

Com o intuito de melhorar a eficiência de controle de *Blumeria graminis* Tritici e *Puccinia* Tritici na cultura do trigo, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes técnicas de pulverização sobre os depósitos, controle de oídio e ferrugem da folha, bem como sobre a produtividade da cultura. Oito experimentos foram conduzidos na área experimental da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, na cultura do trigo (cultivar IAC-370), sendo divididos em duas fases: quatro na área didática do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura (Fase I) e quatro na área cascalheira (Fase II) na safra agrícola de 2009. O experimento 1 foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com 6 tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis de ar: 0, 15 e 29 km h⁻¹ combinados a dois volumes de pulverização: 100 L ha⁻¹ com pontas de jato plano XR 110015 e 200 L ha⁻¹ com pontas de jato plano XR 11003). As parcelas foram dimensionadas em 8,0 x 10,0 m (largura x comprimento). De cada parcela foram selecionadas, ao acaso, 20 plantas para amostragem dos depósitos da pulverização. Para avaliação dos depósitos, foi utilizada uma substância marcadora (corante Azul Brillhante) na concentração de 0,15% do volume da calda de pulverização e a quantificação dos depósitos foi por espectrofotometria. O experimento 2 foi conduzido no mesmo local e os tratamentos distribuídos no mesmo delineamento do experimento anterior, acrescido da testemunha (plantas não tratadas). Nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) foram realizadas pulverizações com um fungicida triazol

(tebuconazole) à 100 e 200 L ha⁻¹. A severidade das doenças oídio e ferrugem da folha foram avaliadas através de escala diagramática, coletando-se 20 folhas de cada parcela e submetidas à avaliação visual semanalmente. As notas para oídio variaram de 1 à 50% de infecção e para ferrugem da folha de 1 à 25% de área lesionada. No experimento 3 foram comparadas três tecnologias de aplicação: pulverização convencional (sem ar); pulverização com assistência de ar na barra a 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade do ar, combinados a dois ângulos de pulverização (0 e 30°) sobre os depósitos da pulverização e no controle das doenças. Os tratamentos em número de 6, foram distribuídos no esquema fatorial 3 x 2, em 4 repetições, totalizando 24 parcelas. O experimento 4 foi conduzido nas mesmas condições do experimento 3, sendo acrescido da testemunha (plantas não tratadas). Foram utilizadas pontas de pulverização de jato plano XR 110015 à 100 L ha⁻¹. Os experimentos 1, 2, 3 e 4 (Fase II) foram conduzidos na área experimental Cascalheira, onde foram repetidos e avaliados os mesmos parâmetros dos experimentos anteriores. O volume de calda 200 L ha⁻¹ proporcionou maiores depósitos na parte aérea da cultura do trigo aos 53 e 67 DAS, quando comparado ao volume de 100 L ha⁻¹. No geral, o controle de oídio e ferrugem da folha não foi influenciado pelo volume de pulverização. Ao comparar os volumes de calda em presença da assistência de ar na barra, verificou-se que o volume de 100 L ha⁻¹ proporcionou aumento similar na produtividade quando comparado ao de 200 L ha⁻¹. A variação da assistência de ar junto à barra constitui uma importante ferramenta no controle de doenças da triticultura, porém seu uso é dependente do estágio de desenvolvimento da cultura, nível de infestação da doença, cultivar e índice de área foliar e cobertura de pulverização desejada. A angulação da barra de pulverização não influenciou no controle das doenças foliares, bem como na produtividade da cultura do trigo. Maior volume proporcionou maior nível dos depósitos da pulverização. Volume de calda de 100 L ha⁻¹ proporcionou níveis de controle do patógeno *Puccinia triticina* e da produtividade equivalente na cultura do trigo ao dobro do volume aplicado.

Palavras-chaves: Tecnologia de aplicação, assistência de ar, ângulo da barra pulverizadora, fungicida.

AIR ASSISTANCE IN SLEEVE BOOM, ANGLE AND SPRAY VOLUME ON DEPOSITS AND DISEASE CONTROL IN THE WHEAT CROP. Botucatu, 2011. 83p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RAFAEL DE SOUZA CHRISTOVAM

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

In order to improve the control efficiency of *Blumeria graminis* Triticici and *Puccinia Triticici* in wheat crop, this study aimed to evaluate different spraying techniques on spray deposits, the control of wheat powdery mildew and wheat leaf rust, as well as crop productivity. In general, eight experiments were conducted at experimental area of FCA / UNESP - Botucatu city, in the wheat crop (IAC-370 variety) being divided into two steps: four experiments were carried out at experimental area of Plant Production - Agriculture Department (Step I) and others four experiments were performed at experimental area entitled Cascalheira (Step II) during 2009 season. The first experiment was carried out in randomized blocks with six treatments and four replications, totaling 24 plots. The treatments were arranged in a factorial scheme 3 x 2 (three air speed levels: 0, 15 and 29 km h⁻¹ combined with two spray volumes 100 L ha⁻¹ produced by flat fan nozzle XR 110 015 and 200 L ha⁻¹ produced by flat fan nozzle XR 11003. The plots were dimensioned with 8.0 x 10.0 m (width x length). For each plot, it was selected 20 plants at random, which these plants were utilized to quantify spray deposits. For spray deposits evaluation, it was used a tracer substance (Brilliant Blue dye) in the 0.15% of spray volume concentration and the spray deposits quantification was made by spectrophotometer. The second experiment was carried out at the same place and the treatments were arranged in the same design from the previous experiment, plus a control treatment (untreated plants). In the growth stages 32 (second visible node) and stage 45 (complete boot), it was sprayed a triazol fungicide (tebuconazole) with 100 and 200 L ha⁻¹ of spray volumes. Weekly, the diseases severity were evaluated by a diagrammatic scale, where

20 leaves were taken from each plot and subjected to visual evaluation of the diseases. The powdery mildew scores ranged from 1 to 50% of infection and the leaf rust scores ranged from 1 to 25% of injured area. In the third experiment, three application technologies were compared: conventional spraying (no air assistance), spraying with air assistance in the sleeve boom with air speed of 15 and 29 km h⁻¹, combined with two spray angles (0 and 30°) on the spray deposits and diseases control. This experiment was composed by six treatments arranged in a factorial scheme 3 x 2, with 4 replications, totaling 24 plots. The experiment 4 was carried out under the same conditions of the experiment 3, being added a control treatment (untreated plants). The flat fan nozzles XR 110 015 to 100 L ha⁻¹ were used. The experiments 1, 2, 3 and 4 (Step II) were carried out at Cascalheira experimental area, where it was replayed evaluations parameters of the previous experiments. The 200 L ha⁻¹ of spray volume showed the largest deposits in the aerial part of wheat plants at 53 and 67 DAS, when compared with 100 L ha⁻¹ of spray volume. In general, the powdery mildew control of and leaf rust control were not influenced by spray volume. When compared spray volumes with the air speed in the sleeve boom, it was found that 100 L ha⁻¹ of spray volume promoted similar increase in the wheat productivity when compared with 200 L ha⁻¹ of spray volume. The air assistance variation on spray boom is an important tool in the wheat diseases control, however it is dependent of the growth stage, infestation level of diseases, plant variety, leaf area index and spray coverage. The spray boom angle does not affect the leaf disease control as well the wheat productivity. Higher spray volume provides higher spray deposits. Spray volume of 100 L ha⁻¹ provides control levels of pathogen *Puccinia triticina* and wheat productivity equivalent to twice of this sprayed volume (200 L ha⁻¹).

Keywords: application technology, air assistance, spray boom angle, fungicide.

3 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo é afetada por várias doenças, as quais limitam ou comprometem a sua produção. As doenças que incidem na parte aérea, como as ferrugens, o oídio, as manchas foliares e àquelas da espiga podem causar prejuízos consideráveis, especialmente sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias. Os prejuízos são agravados quando várias doenças incidem simultaneamente na lavoura. Dados sobre danos causados por doenças na cultura do trigo são bastante variáveis, especialmente porque diversos fatores interferem no estabelecimento e desenvolvimento das epidemias, tais como: condições ambientais, maior ou menor suscetibilidade das cultivares, agressividade dos patógenos e época do início da infecção (BARROS, 1985; HETZLER, et al., 1991; MEHTA, 1993). No Sul do Brasil, o clima é muito instável, principalmente em relação à precipitação pluviométrica e à temperatura. Esta região caracteriza-se pelo excesso hídrico e temperaturas altas durante o desenvolvimento dos cultivos de inverno contribuindo para a ocorrência e severidade de doenças, constituindo-se na principal causa da instabilidade das safras (REIS et al., 2000).

A ferrugem-da-folha ou ferrugem-alaranjada, causada por *Puccinia triticina* pode ser encontrada nas diferentes regiões que cultivam o trigo no Brasil, acarretando, ocasionalmente, prejuízos acentuados (REIS et al., 2000). Barcellos e Ignaczak (1978) relataram perdas de 50% no rendimento de grãos devido a essa doença no Rio Grande do Sul, e acentuadas perdas no Estado do Paraná também foram mencionadas por Mehta et al.

(1992). Algumas vezes, a extrema suscetibilidade da cultivar inviabiliza seu cultivo (BARCELLOS et al., 1997).

Para o controle eficiente da ferrugem da folha do trigo, causada pelo fungo *Puccinia triticina* (Eriks), e do oídio (*Blumeria graminis*) e redução dos custos de produção deve-se aprimorar as técnicas e os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários, os quais, por sua vez, melhoram a distribuição da pulverização e a colocação do produto no alvo desejado, mais especificamente nas folhas localizadas no baixeiro da cultura, onde a doença inicia sua infestação.

No mercado atual, a maioria dos fungicidas apresenta movimentação no sentido da base para o topo de cada folha, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2005).

Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda torna-se necessário, devido a maior dependência com relação à cobertura dos alvos. Os produtos sistêmicos podem ser aplicados com menor densidade de gotas permitindo o uso de gotas maiores, o que facilita a adoção de técnicas para redução de deriva e melhora a segurança da aplicação aumentando a eficiência. Se usadas de maneira correta, gotas grandes proporcionam bom nível de depósito, mas não proporcionam boas condições de cobertura e penetração (ANTUNIASSI, 2006).

Estudos evidenciam os benefícios do uso da assistência de ar em pulverizadores de barras, acoplados ao sistema hidráulico do trator ou de arrasto, reduzindo a deriva (BAUER; RAETANO, 2000; JORGENSEN; WITT, 2000), aumentando a penetração das gotas no dossel da cultura (KOCH, 1997; MATTHEWS, 2000; RAETANO; BAUER, 2003; CHRISTOVAM, et al., 2010), além de melhorar a distribuição da pulverização (SCUDELER, 2005; VENEGAS et al., 2003).

Portanto, na tentativa de minimizar perdas e melhorar a eficiência de controle de agentes nocivos à cultura do trigo, o presente trabalho teve por objetivos: comparar os depósitos da pulverização, com barra equipada com pontas jato plano XR 110015 e XR 11003 em diferentes níveis de ar junto à barra (0, 15 e 29 km h⁻¹) a 100 e 200 L ha⁻¹; Comparar os depósitos da pulverização, com barra equipada com pontas jato plano XR 110015 em diferentes níveis de ar junto à barra (0, 15 e 29 km h⁻¹) combinado aos ângulos de

0° e 30°, à 100 L ha⁻¹; Avaliar a severidade e o controle das doenças ferrugem da folha e oídio nas diferentes técnicas de pulverização, bem como a produtividade da cultura (kg ha⁻¹), tratadas com fungicida.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura do trigo

No Brasil, a produção anual oscila entre 5 e 6 milhões de toneladas. É cultivado nas regiões Sul (RS, SC e PR), Sudeste (MG e SP) e Centro-oeste (MS, GO e DF). O consumo anual no país tem-se mantido em torno de 10 milhões de toneladas. Cerca de 90% da produção de trigo está no Sul do Brasil. O cereal vem sendo introduzido paulatinamente na região do cerrado, sob irrigação ou sequeiro. No final da década de 80, a produção era de 6 milhões de toneladas. De acordo com os pesquisadores da Embrapa Trigo, o Brasil oferece área e condições de ser auto-suficiente na produção de trigo. Na safra 2010/2011 foram cultivados 2.149,8 mil hectares, 11,5% menor que a área cultivada na safra 2009/2010, que foi de 2.428 mil hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010).

No mundo, a produtividade de grãos em trigo tem sido descrito numa ampla faixa de variação, desde 1.000 kg/ha em condições de estresse hídrico (MORRIS et al., 1991) até recordes de 17.000 kg/ha em condições de ambientes extremamente favoráveis em parcelas experimentais no Chile (HEWSTONE, 1998). No Brasil, há disponibilidade de cultivares de trigo com potencial de produtividade elevado e que já atingem níveis da ordem de 6.000 a 7.000 kg/ha (100 a 117 sacos/ha) no sul do Brasil e chegam a valores superiores a 8.000 kg/ha (133 sacos/ha) no Brasil Central, em condições de cultivo irrigado. Assim, é

biologicamente possível a obtenção de produtividade superior a 100 sacos/hectare em condições específicas. As perdas de produtividade de grãos por doenças na cultura de trigo [*Triticum aestivum* L. Thell.] são relativamente elevadas, podendo chegar a 44,6% (PICININI; FERNANDES, 2001).

No Brasil, atualmente, na safra 2010/2011, em media, o trigo teve desempenho excelente de produtividade, alcançando 2.736 kg ha⁻¹. A região mais produtiva foi a Centro-Oeste, com destaque para o Distrito Federal (5.079 kg ha⁻¹) e Goiás (4.733 kg ha⁻¹). Na região Sudeste, Minas Gerais produziu 3.790 kg ha⁻¹. Na região Sul, onde se concentra 94% da produção nacional, o Paraná ficou com a maior produtividade (2.891 kg ha⁻¹), seguido por Santa Catarina (2.755 kg ha⁻¹) e Rio Grande do Sul (2.490 kg ha⁻¹). A produção nacional do trigo 2010, safra 2010/2011 é de 5.881,6 mil toneladas, superior em 17% as 5.026,2 mil toneladas da safra 2009/2010 (CONAB, 2010).

4.2 Doenças do trigo

4.2.1 Oídio (*Blumeria graminis*)

Segundo Kimati et al. (2005) o oídio (*Blumeria graminis*) ocorre principalmente nos cultivos de trigo da Região Sul, e nas demais regiões onde o cultivo é feito sob irrigação. Plantas infectadas mostram menor vigor, crescimento retardado, redução do número de espigas e peso de grãos. Em ocorrências severas, pode haver a morte da folha e o acamamento das plantas. Danos de até 62% no rendimento de grãos foram registrados em cultivares suscetíveis. Esta doença é reconhecida pela presença dos sinais (estruturas vegetativas e reprodutivas do patógeno) sobre todos os tecidos verdes do hospedeiro, principalmente sobre limbo foliar. Quando as plantas são atingidas, liberam um pó branco, constituído de conídios, que são produzidos abundantemente. Tecidos infectados mostram amarelecimento com o avanço da colonização. Pode observar com frequência, nos tecidos amarelos, o aparecimento de manchas clorofiladas chamadas “ilhas verdes”. Em ataques intensos, as estruturas do patógeno podem cobrir toda a planta, desde sua base até as espigas. Embora se trate de parasita que só ataca a epiderme do órgão colonizado, sua ação é

irreversível. O tecido lesionado morre. A presença de cleistotécios entre o micélio branco pulverulento não é muito freqüente. Porém, em algumas situações, estes podem ser encontrados principalmente nas bainhas das folhas inferiores, sob o aspecto de pontos pretos na massa micelial (Figura1).



Figura 1. Folha de trigo infestada por oídio (*Blumeria graminis*)

O fungo sobrevive em plantas voluntárias de trigo, porém algumas informações da literatura sustentam a hipótese de que pode sobreviver como micélio dormente ou cleistotécio nos restos culturais. Os conídios não requerem molhamento foliar como estímulo à germinação. A temperatura ótima para o desenvolvimento da doença situa-se entre 15 e 22°C. A medida preferencial para o controle do oídio do trigo é o uso de cultivar resistente. No entanto, a resistência tem sido quebrada por novas raças produzidas numa freqüência muito alta. A doença pode também ser controlada pelo tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos. Outra opção de controle é a pulverização dos órgãos aéreos com fungicidas sistêmicos quando a doença atingir o limiar de dano econômico (LDE) indicado pela pesquisa (COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO - CSBPT, 2011).

4.2.2 Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

A ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) é uma das principais doenças do trigo no Brasil. Em ensaios realizados por Picinini e Fernandes (1994; 1995) foram determinadas perdas de até 80% no rendimento de grãos e de até 10% no peso de grãos.

Segundo Kimati et al. (2005) esta doença manifesta-se desde o surgimento das primeiras folhas até a maturação da planta. Inicialmente, surgem pequenas urédias arredondadas, amarelo-alaranjadas, dispostas sem ordenação, de preferência localizadas na face superior das folhas (Figura 2), estendendo-se até as bainhas. A estas pústulas, com cerca de 1,5 mm de diâmetro, sucedem as pústulas teliais, pretas e ovais. Estas frutificações ficam sempre recobertas pela epiderme até o final do ciclo da planta.



Figura 2. Folha de trigo infestada pela ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

A temperatura ideal para o desenvolvimento do patógeno é de 15 a 22°C, requerendo um molhamento foliar (água livre) de 6-10h. *P. triticina* é um parasito obrigatório, perpetuando-se na cultura do trigo e em plantas voluntárias desta gramínea. É disseminado pelo vento a longa distância, e a distribuição da doença ocorre de forma generalizada na lavoura.

O início da ocorrência e a intensidade da doença podem determinar a produtividade e influenciar economicamente a produção. Para o controle desta doença é recomendado o uso de cultivar resistente e o controle químico com fungicidas triazóis.

4.3 Tratamento químico para controle do oídio e da ferrugem da folha do trigo

A necessidade de melhorar na eficiência das aplicações de produtos fitossanitários tem sido relatada por vários pesquisadores como Adam (1997), Matuo (1990), Van de Zande et al. (1994). Assim, o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de

aplicação tornam-se indispensável para a obtenção de melhores índices de controle, que estão diretamente relacionados à qualidade da aplicação. Da mesma forma, Mathews (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.

O manejo das doenças do trigo preconiza a adoção simultânea de várias práticas como a utilização de cultivar resistente e/ou precoce, o plantio em época adequada, especialmente para evitar danos causados pelas ferrugens e oídio, práticas culturais e a aplicação de fungicidas (MEHTA et al., 1992; REIS et al., 1988). O controle químico é recomendável para culturas bem conduzidas e com alto potencial produtivo (GOULART et al., 1998; INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC, 2002), mas pode ter um importante papel na garantia da produtividade da cultura, desde que empregado com critério, dentro de um contexto que considera o ciclo biológico do patógeno, o comportamento das cultivares e as condições ambientais (FERNANDES; PICININI, 1999; REIS et al., 1988). As epidemias de doenças foliares iniciadas antes da emergência da folha bandeira geralmente têm maior impacto sobre a produção e as recomendações de controle, visando minimizar as perdas, sugerem que sejam realizadas aplicações logo após o aparecimento dos primeiros sintomas (BARROS et al., 1984; COOK et al., 1999; MEHTA et al., 1992; REIS et al., 1988).

Alguns trabalhos têm mostrado diferentes respostas de cultivares de trigo ao tratamento químico, sendo as mais suscetíveis, especialmente à ferrugem-da-folha, aquelas que freqüentemente apresentam os maiores ganhos em produtividade após a aplicação de fungicidas (BARCELLOS; IGNACZAK., 1978; BARROS, 1988; FERNANDES et al., 1980; GIORDANI; NETO, 1986). Outras características inerentes às mesmas, como o ciclo de desenvolvimento, também podem ser importantes na resposta ao controle químico (BARROS, 1988; DIMMOCK; GOODING, 2002).

Há no mercado, vários fungicidas registrados para o controle da ferrugem do trigo entre sistêmicos ou protetores, constituindo um dos principais problemas para os produtores a aquisição do fungicida adequado.

O aumento da participação dos produtos fitossanitários no custo da produção agrícola e as crescentes preocupações ambientais obrigam, cada vez mais, o

aperfeiçoamento das técnicas utilizadas para a sua aplicação, visando reduzir a quantidade necessária e os riscos de contaminação ambiental.

Nas últimas décadas, muitos produtos foram desenvolvidos pela indústria agroquímica para o controle fitossanitário das culturas, mas poucas mudanças têm ocorrido na tecnologia de aplicação.

O controle químico deve ser recomendado em lavouras onde as condições climáticas são favoráveis ao estabelecimento do patógeno, levando-se em conta a ocorrência da doença. As principais dificuldades relacionadas com o controle químico utilizando fungicidas são: esporadicidade de sua ocorrência, dificuldade de aplicar os fungicidas no momento correto e dificuldade de se atingir o alvo desejado (REIS, 1988).

A eficiência do tratamento fitossanitário não depende somente da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e distribuição deste produto sobre a superfície alvo. Aplicações de fungicidas com baixo volume de calda podem ser realizadas desde que garantam boa cobertura no alvo e desde que as condições de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento estejam adequadas para sua realização.

As condições ambientais favoráveis como solo úmido, umidade relativa do ar acima de 60% e temperaturas entre 20 a 30°C contribuem para a absorção foliar e a eficácia de fungicidas (MENEGHETTI, 2006). Condições climáticas favoráveis permitem o emprego de volumes de calda reduzidos, propiciando maior aproveitamento do tempo, mão-de-obra, uso de máquinas e equipamentos e, reduzindo as perdas que podem contaminar e causar danos ao ambiente.

4.4 Assistência de ar em barras de pulverização

A deposição de produtos aplicados sobre plantas normalmente apresenta-se de forma irregular e entre os fatores que afetam a aplicação de produtos fitossanitários por pulverizadores equipados com barras horizontais está a manutenção da barra em uma distância constante do solo durante a pulverização (FEDRIZZI et al., 1995). KAUL et al. (1996) relataram que a deposição e perdas do produto são influenciadas pela velocidade de vento, altura de barra, velocidade do trator, altura da cultura e estabilidade atmosférica.

Desta forma, alterações nos equipamentos de pulverizações que permitam melhorar o nível de eficiência dos produtos pelo aumento na quantidade depositada, proporcionalmente à quantidade aplicada, revertem em ganho econômico e menor impacto ao ambiente.

Com o intuito de melhorar a aplicação de fungicidas na cultura do trigo, pulverizadores têm sido equipados com barras assistidas por ar, as quais direcionam o fluxo da calda de pulverização, evitando perdas por deriva (COOKE et al., 1990; BAUER; RAETANO, 2000) e melhorando a distribuição e a deposição do produto na superfície abaxial das folhas localizadas na parte inferior do dossel da cultura (LEONARD et al., 2000; PANNETON et al., 2000; VENEGAS, 2002; CHRISTOVAM et al., 2010).

Cooke et al. (1990), em experimento de campo, comparando um pulverizador convencional com um equipamento dotado de assistência de ar com aplicações em diversas culturas relatam que na cultura da cevada (31 dias após a semeadura) foram encontrados maiores depósitos provenientes do equipamento com ar assistido sobre alvos verticais, mas em alvos horizontais esse equipamento conseguiu níveis bem menores que o convencional. Nesse caso, onde o volume de aplicação foi de 100L ha^{-1} , a deriva foi maior com o equipamento dotado de assistência de ar. Mas aos 48 dias após a semeadura, o padrão de deposição mudou com o equipamento assistido por ar obtendo maiores depósitos nos caules e nas folhas superiores e decrescendo nas folhas mais baixas, aplicando-se o mesmo volume de calda. Um dado interessante nesse trabalho foi que, aos 48 dias após a semeadura da cevada, e com volumes de 100L ha^{-1} a perda de calda para o solo foi de 11% com o equipamento convencional e 4% com o equipamento assistido a ar. Esses mesmos autores 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 bicos.

Resultados obtidos por Lockley (1993) mostraram que primeiro o experimento, realizado em 1990 na cultura do trigo, não houve diferenças significativas entre aplicações com e sem assistência de ar junto à barra de pulverização. Já no segundo experimento, realizado em 1991 com a mesma cultura, porém em local diferente do anterior, verificou que com a maior velocidade do ar assistido obteve melhor controle na aplicação do

fungicida propiconazole. Concluiu-se, nesse experimento, que a assistência de ar mostrou pouco efeito no controle de *Septoria tritici* na cultura do trigo, mas o aumento da velocidade do ar mostrou melhor efeito do que o ar a baixa velocidade.

May (1991) afirma que o uso da assistência de ar reduziu a deriva em aproximadamente 50% quando comparada a aplicação sem assistência de ar e que o uso dessa tecnologia melhorou em 30% a deposição nas entre linhas da cultura da beterraba. 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 (1992) constatou que melhor penetração da pulverização nas culturas e redução da deriva podem ser obtidas com barras assistidas por ar.

A assistência de ar em barras de pulverização contribui para o incremento dos depósitos nas superfícies abaxial e adaxial das folhas da parte superior das plantas de soja. Porém estudos são necessários para o estabelecimento das melhores condições operacionais (dinâmica do volume de ar em função das velocidades do ar e de deslocamento do equipamento) para o aumento dos depósitos na parte inferior das plantas.

A seleção da velocidade e volume de ar em pulverizações deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da cultura, pois quanto maior o índice de área foliar (IAF) são menores as perdas das gotas por deflexão do ar. Já, para pulverizações em solo nu não se recomenda o uso dessa tecnologia por incrementar a deriva, decorrente desse processo físico e ausência da vegetação. A contaminação do solo cultivado com cereais pode ser reduzida, em aproximadamente 40%, ao utilizar-se de 50% da velocidade máxima do ar gerado pelo ventilador em pulverizador dotado de assistência de ar na barra, em relação a aplicação convencional (sem ar), conforme relatado por Taylor e Andersen (1997).

Raetano e Bauer (2003) avaliaram o efeito da variação de velocidade do ar (50, 75 e 100% da capacidade máxima de rotação do ventilador) em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários na cultura do feijoeiro, cv. Carioca. Aos 48 dias, após a emergência, foram aplicados 200 g 100 L⁻¹ d'água de óxido cuproso com as pontas AXI-110015 à 206,7 kPa e JA-1 à 1.033,5 kPa, com ou sem a assistência de ar, utilizando-se um pulverizador Modelo Falcon Vortex com velocidade de deslocamento de 6,1 km.h⁻¹. O volume de calda foi 100 L ha⁻¹, em ambas as condições operacionais. A variação da velocidade do ar não influenciou os níveis de depósitos na cultura, mas o uso da assistência de

ar, operada a plena capacidade do ventilador, resultou em melhores níveis de depósitos na superfície abaxial dos folíolos posicionados na parte baixa das plantas.

Gotas finas propiciam maior cobertura nas plantas, especialmente em monocotiledôneas. Porém, estão mais suscetíveis à deriva. Dessa forma, a assistência de ar possibilita o uso das gotas finas com maior eficiência, pela redução da deriva e maiores depósitos sobre o alvo, além de possibilitar maior penetração dessas gotas em culturas mais enfolhadas com redução das perdas para o solo (JORGENSEN; WITT, 2000).

Por outro lado, gotas grossas geralmente propiciam bom controle de deriva. Em dicotiledôneas, os depósitos não são apenas dependentes do tamanho das gotas (NORDBO, 1992). Ao contrário do obtido com gotas de menor diâmetro, as gotas grossas proporcionam depósitos significativamente menores em superfícies verticais (monocotiledôneas) e, especialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento com o aumento da perda para o solo proporcionalmente ao seu tamanho (JORGENSEN; WITT, 2000).

Pelo fato das gotas menores prolongarem sua trajetória no ar, na pulverização convencional (sem ar), estas tornam-se expostas às correntes aéreas por períodos relativamente longos antes de atingir ou penetrar na vegetação, quando não desviam do alvo. Dessa forma, a deriva de gotas menores (aertransportadas) não é somente função do seu tamanho e velocidade do vento, mas certamente depende das propriedades aerodinâmicas do bico de pulverização selecionado.

Bauer e Raetano (2000), avaliando o efeito da assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja, em relação ao equipamento convencional (sem ar) com alvos artificiais constataram níveis significativamente menores de deriva (aertransportada) para o equipamento dotado de ar em diferentes distâncias da barra pulverizadora. Os autores também constataram menor deriva por sedimentação na área externa à cultura com o uso de barra pulverizadora assistida por ar.

Na Holanda, testes com o pulverizador assistido por ar Twin (Hardi) foram conduzidos em plantios de batata. No geral, a assistência de ar reduziu a deriva por sedimentação em 50% e a deriva aertransportada em 75%. Neste país, a porcentagem de deriva aceita está entre 8,0 – 10,0% para a distância de 1,5 a 2,0 metros da barra e ao redor de

0,2% entre 5,0 a 6,0 metros. A recomendação para a realização de pulverizações na Holanda é com velocidade de vento inferior a $5,0 \text{ m s}^{-1}$. Já para a Alemanha os valores de deriva por sedimentações admitidos nas aplicações dos produtos fitossanitários variam de 0,6 a 0,1%, respectivamente para as distâncias de 5,0 a 30,0 metros da barra pulverizadora (JORGENSEN; WITT, 2000).

Considerando os limites de deriva aceitos em pulverização na Alemanha, a distância segura para as aplicações próximas aos canais de água (irrigação/drenagem) nesse país é 10,0 metros para 80% dos herbicidas aprovados para uso e de 20,0 metros para outros herbicidas. A França e a Bélgica seguem os limites de deriva aceitos na Alemanha (JORGENSEN; WITT, 2000).

Alvos artificiais foram usados no Morley Research Centre para simular plantas daninhas em beterraba açucareira. As variações nos valores dos depósitos de pulverizações com assistência de ar foram menores em relação aos obtidos com o pulverizador convencional (TAYLOR; ANDERSEN, 1997). Esses autores também constataram a influência da assistência de ar sobre a redução no percentual de deriva em relação a aplicação convencional (sem ar), sendo de 90, 84, 83, 76, 68 e 61%, respectivamente pulverizando-se cevada, feijão, ervilha, couve de Bruxelas, alface e alho-poró com gotas finas. A assistência de ar, também pode contribuir para a redução da deriva e dose do herbicida na dessecação da comunidade de plantas infestantes (GARCIA et al., 2004).

Estudos envolvendo modelos computacionais objetivam esclarecer o relacionamento entre o ar liberado, risco de deriva e depósito no alvo. Resultados preliminares têm mostrado que o aumento da velocidade de deslocamento com pulverizadores assistidos por ar pode reduzir a deriva, mas proporciona menor uniformidade do tratamento na cultura alvo (MILLER, 1997).

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, aumentar a capacidade operacional do equipamento (LEONARD et al., 2000).

4.5 Ângulo da barra pulverizadora

O posicionamento em ângulo dos jatos de pulverização, em relação a vertical, combinado ao uso da assistência de ar, pode incrementar os níveis dos depósitos da pulverização na superfície abaxial das folhas, principalmente na parte inferior das plantas, proporcionando melhor controle das doenças (CHRISTOVAM et al., 2007; SCUDELER, 2005; VENEGAS et al., 2003).

Christovam (2008), avaliando diferentes níveis de ar na barra de pulverização (0, 9, 11 e 29 km h⁻¹) combinados a dois ângulos de aplicação (0° e 30°) com pontas de jato plano AXI 110015 verificou que, a combinação de angulação da barra à 30°, a favor do deslocamento do equipamento, com velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador proporcionaram maiores depósitos na cultura da soja. Barra angulada de 30° com assistência de ar (29 km h⁻¹ da velocidade) influenciou positivamente no controle da ferrugem da soja.

Bauer (2002) utilizando diferentes pontas de pulverização, diferentes pressões, alturas e ângulos de aplicação com relação à vertical para avaliar a deposição da pulverização em dois estádios de desenvolvimento da cultura da soja, conclui que melhores deposições da pulverização foram obtidas com angulação da barra a 45°, no sentido do deslocamento do equipamento proporcionaram os maiores depósitos na cultura.

Panneton et al. (2000) analisando os efeitos dos ângulos das pontas de pulverização, em túnel de vento, utilizando ângulos de aplicação desde -10° a 40,2° puderam observar que as pontas num ângulo de 20° em relação a vertical, no sentido de deslocamento do equipamento, aumentaram o depósito e a penetração da pulverização na cultura da batata cultivar 'Kennebec'.

Estudos evidenciam que a angulação dos jatos de pulverização, combinada ao uso da assistência de ar, pode otimizar os níveis dos depósitos da pulverização na superfície abaxial das folhas, principalmente na parte inferior das plantas, proporcionando melhor controle das doenças (SCUDELER; RAETANO, 2006; VENEGAS et al., 2003).

Dorr (1990) comparando o efeito da orientação de bicos de jato plano, em relação à vertical, e o ângulo do jato pulverizado sobre a deposição constatou aumento na

deposição com bicos angulados a 45° em relação à vertical no sentido do deslocamento, e que os fatores ambientais e o tempo de ensaio (pulverização) tiveram grande influência na deposição.

Friesen e Wall (1991) estudaram o ângulo de aplicação (45° e 90°) dos bicos para determinar a eficiência do herbicida “fluazifop-p-butyl” no controle de algumas plantas daninhas na cultura do linho e observaram que ao orientar a 45° no sentido do deslocamento do equipamento apresentaram melhor controle.

Tomazella (1997) avaliou a deposição da calda (água mais marcador NaCl) em folhas de *Brachiaria plantaginea* e no solo variando o volume de calda, a densidade de plantas e o ângulo do bico em relação a barra. Neste trabalho os ângulos estudados foram -30°, -15°, 90°, +15°, +30° sendo o sinal negativo para o sentido do deslocamento do equipamento e o sinal positivo oposto ao deslocamento. Verificou que a quantidade de calda retida no alvo foi estatisticamente superior quando foram usadas quaisquer configurações comparadas à tradicional de 90°, em relação ao deslocamento (posição vertical). Verificou, ainda, que a quantidade de calda recebida pelo alvo foi 53, 71, 55 e 41% superior a configuração tradicional (vertical) para as configurações +15°, +30°, -15° e -30°, respectivamente.

Silva (2001), ao estudar o depósito de marcadores no solo e em plantas de *Cyperus rotundus*, trabalhando com ângulos de incidência do jato de pulverização de -30°, -15°, +15° e +30° em relação à vertical, constatou que os maiores valores de depósitos ocorreram com ângulos +15° e +30° (no sentido do deslocamento), onde obteve incrementos dos depósitos de 26 a 34 e 50 a 60%, respectivamente quando comparados ao ângulo de 0°, ou vertical. Na mesma linha de pesquisa, Tomazella (2001) concluiu que os ângulos no sentido do deslocamento do equipamento apresentam maiores depósitos sobre plantas de *Brachiaria plantaginea* em relação à vertical e que o ângulo de 30° no sentido do deslocamento proporcionou incrementos no volume de depósitos da ordem de 24% e que os ângulos de 15 e 30° no sentido contrário ao deslocamento proporcionaram decréscimos nos depósitos na planta alvo.

Raetano e Merlin (2006), avaliando o efeito de volumes de aplicação, assistência de ar e o ângulo de posicionamento dos bicos na barra pulverizadora constataram níveis maiores dos depósitos na superfície adaxial dos folíolos, na parte superior das plantas

de soja (var. IAC-19). Isto ocorreu quando a pulverização foi realizada na presença de assistência de ar com pontas de pulverização de jato cônico vazio (JA-2), a 30° em relação à vertical (a favor do deslocamento do equipamento) e volume de 143 L. ha⁻¹.

No entanto, Maciel et al. (2001), avaliando os depósitos em laboratório com alvos artificiais (papel hidrossensível) e naturais (plantas de *Ipomea grandifolia*), na presença e ausência do surfatante Aterbane BR, em cinco ângulos da ponta de pulverização XR 11002: -30°, -15°, 90°, +15° e +30°, onde o sinal negativo indica sentido contrário ao deslocamento do equipamento e positivo a favor, concluíram não haver diferenças na deposição com a variação do ângulo de aplicação.

A interferência da angulação da barra de pulverização, em presença ou não da assistência de ar junto à barra, sobre os níveis dos depósitos de um marcador cúprico na cultura da batata cv. Ágata foi estudada por (SCUDELER; RAETANO, 2006). Um fungicida cúprico (840 g de i.a. kg⁻¹ equivalente a 500 g kg⁻¹ de cobre metálico) na dosagem de 200 g de p.c. 100 L⁻¹ d'água foi aplicado aos 58 dias, após o plantio, em presença ou não da assistência de ar combinados aos ângulos de aplicação +30°(a favor do deslocamento), 0° (vertical) e -30° (contrário ao deslocamento), com a ponta de pulverização de jato cônico vazio JA-4 (621 kPa) e volume de calda equivalente a 400 L ha⁻¹. Os maiores depósitos nos folíolos foram constatados com bicos posicionados a 0° e +30°, em presença da assistência de ar, tanto na parte superior quanto na inferior da planta, na superfície adaxial e abaxial das folhas. A presença do ar, além de propiciar maiores depósitos na parte inferior das plantas, mudou o gradiente vertical, proporcionando maior uniformidade na distribuição dos depósitos na planta.

4.6 Volume de pulverização

No Brasil, 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.

O efeito da assistência de ar junto à barra de pulverização combinada a três volumes de calda (100, 200 e 300 L ha⁻¹) na deposição da pulverização, bem como na dessecação do arroz vermelho sob cultivo de nabo forrageiro em área de várzea com o herbicida paraquat proporcionou níveis de depósitos similares, quando comparados aos obtidos na ausência da assistência de ar, para os diferentes volumes (VIGANÓ; RAETANO, 2007). Provavelmente, isso ocorreu pelo melhor aproveitamento das gotas com menor diâmetro captadas por alvos predominantemente verticais (plantas de arroz vermelho com 2 a 4 folhas) quando foi pulverizado 100 L ha⁻¹ sem a assistência de ar junto à barra pulverizadora, mesmo em condições meteorológicas críticas (temperatura maior que 30°C e umidade relativa do ar menor que 55%) em época de veranico.

Quando o solo está coberto por vegetação a assistência de ar auxilia aquelas gotas de menor momento (menor quantidade de movimento) a penetrar no dossel da cultura (MATTHEWS, 2000; RAETANO; BAUER, 2003) mas, na pesquisa de Viganó e Raetano (2007) em que a cultura do nabo forrageiro estava com menor densidade foliar a assistência de ar, por deflexão, pode ter contribuído para que parte dessas gotas finas fosse captada pelas plantas do nabo forrageiro, reduzindo os depósitos da pulverização nas plantas de arroz vermelho, especialmente quando o menor volume (100 L ha⁻¹) foi pulverizado. Porém, a quantidade do herbicida que atingiu essas plantas infestantes foi suficiente para proporcionar níveis de controle semelhantes aos obtidos com os volumes maiores de pulverização.

4.7 Velocidade do ar sobre os depósitos da pulverização

A seleção da velocidade e volume de ar em pulverizações deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da cultura, pois quanto maior o índice de área foliar (IAF) menores as perdas das gotas pela deflexão do ar. Já para pulverizações em solo nu não se recomenda o uso dessa tecnologia por incrementar a deriva, decorrente desse processo físico e ausência da vegetação.

A influência da velocidade do ar (0, 50, 75 e 100% da rotação máxima do ventilador) combinada a diferentes ângulos da barra pulverizadora (0° e 30°) em relação à vertical, no sentido de deslocamento do equipamento, sobre a deposição da pulverização na cultura da soja, var. Conquista, foi estudada por Christovam et al. (2007). Foi constatado um incremento de 50% dos depósitos na superfície adaxial de folíolos do baixeiro quando a pulverização foi realizada a 30°, a favor do deslocamento do equipamento, com velocidade máxima do ar (100% da rotação do ventilador) junto à barra pulverizadora. Essa condição operacional foi essencial para obtenção do dobro dos depósitos na superfície abaxial dos folíolos dessa parte das plantas de soja.

Aliado ao volume, velocidade do ar gerado e angulação dos bicos nesses pulverizadores outros fatores como: velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador, presença ou não de cobertura vegetal na área, tipo de cobertura vegetal (monocotiledônea ou dicotiledônea, densidade de plantas, arquitetura e características da cutícula das plantas), comportamento de insetos-pragas na planta, epidemiologia, características do produto fitossanitário, tamanho das gotas e condições ambiente, especialmente velocidade de vento, podem influenciar na eficácia de controle dos agentes nocivos às culturas agrícolas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local dos experimentos

Os experimentos na cultura do trigo foram conduzidos em área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, área didática do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura (FASE I, experimentos 1, 2, 3 e 4) e Gleba Cascalheira (FASE II, experimentos 1, 2, 3 e 4), na cultura do trigo, Cultivar IAC-370, na safra agrícola de 2009. A área didática do DPV – Agricultura está situada a 694 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas 22° 41' 33,5" de latitude Sul e 48°25'22,7" de longitude Oeste, com vento predominante na direção Leste para Oeste. Já a área Cascalheira está situada a 724 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas 22° 48' 59,7" de latitude Sul e 48°25'38,2" de longitude Oeste, com vento predominante na direção Leste para Oeste.

A seleção do cultivar IAC-370 se deveu pela maior adaptação do cultivar na região de Botucatu-SP, e ciclo de desenvolvimento médio de 120 a 130 dias, proporcionando um tempo maior da cultura a campo e, conseqüentemente aumentando o potencial de desenvolvimento de doenças.

A semeadura do trigo foi realizada no dia 29/05/2009 (Fase I) e em 05/06/2009 (Fase II), com espaçamento de 0,17 m entre linhas de semeadura, 65 plantas por metro de linha, 200 kg ha⁻¹ de adubo N P K (formula 8-28-16) e, aos trinta dias após a germinação, foi realizada adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia). A recomendação de adubação foi realizada com base na análise de solo realizada nos respectivos locais (Tabelas 1 e 2). Ambos os experimentos foram conduzidos no sistema de plantio direto. A colheita foi realizada nas duas áreas em 01/10/2009.

Tabela 1. Análise do solo Fase I (Área Experimental – Agricultura)

pH	M.O	P resina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol/dm ³ -----							
5,5	26	21	-----	29	3,2	39	21	63	92	68

Tabela 2. Análise do solo Fase II (Área Experimental – Cascalheira)

pH	M.O	P resina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol/dm ³ -----							
5,6	32	17	-----	30	2,6	54	21	78	107	72

5.2 FASE I

5.2.1 Experimento 1

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso com 6 tratamentos em quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 3 x 2 [três níveis de ar: 0, 15 e 29 km⁻¹ (velocidade máxima da rotação do ventilador) combinados a dois volumes de aplicação 100 e 200 L ha⁻¹], conforme descritos na Tabela 3.

Nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo), conforme descrito por Zadoks et al. (1974), foram realizadas as pulverizações aos 53 e 67 dias após a semeadura (DAS) com o corante marcador alimentício

Azul Brilhante, na concentração de 0,15% do volume de calda. Para tais procedimentos utilizou-se um pulverizador Advance Vortex 2000 com barras de 18,5 m de comprimento, equipado com 37 pontas de pulverização de jato plano, XR 110015 e XR 11003, operando à pressão de 295 kPa para aplicação de 100 e 200 L ha⁻¹ sem e com assistência de ar na barra (Figuras 3 e 4). A pulverização de cada parcela foi realizada com a metade (50%) da barra do pulverizador Advance Vortex 2000.

Tabela 3. Níveis de assistência de ar combinados a dois volumes de calda sobre os depósitos da pulverização.

Volume de aplicação (L ha ⁻¹)	Velocidade média de ar gerado pelo ventilador na saída da barra (km h ⁻¹)
100	0
	15
	29*
200	0
	15
	29*

*Ventilador operado em rotação máxima no equipamento Advance Vortex 2000.



Figuras 3 e 4. Pulverização na cultura do trigo sem e com assistência de ar junto à barra, respectivamente.

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi 7 km h⁻¹. A escolha da ponta de jato plano XR 110015 e XR 11003 se deve ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas da pulverização ser compatível com o uso dessa

tecnologia, respectivamente de 198 μm e 241 μm e ao volume de calda obtido na respectiva condição operacional.

Durante a pulverização da substância marcadora as condições meteorológicas foram as seguintes: aos 53 (DAS) umidade relativa do ar entre 70 e 75%, temperatura 19,5 e 21,2°C e velocidade do vento 2,3 e 2,5 km h^{-1} , no período de 8:10h a 9:45h, e aos 67 (DAS) umidade relativa do ar entre 68,3 e 69,5%, temperatura 18,5 e 21°C e velocidade do vento 5,5 e 7,5 km h^{-1} , no período de 8:40h a 9:45h.

As dimensões das unidades experimentais (parcela) foram 8,0 x 10,0 m (largura x comprimento). De cada parcela foram selecionadas, ao acaso, 20 plantas para a amostragem dos depósitos da pulverização.

5.2.1.1 Regulagem da velocidade de ar

A regulagem da velocidade de ar foi feita pelo número de voltas do dispositivo controlador da rotação do ventilador (sentido horário aumenta a velocidade e sentido anti-horário diminui a velocidade do vento), onde o número máximo de voltas dada no dispositivo proporciona velocidade de ar de 29 km h^{-1} no equipamento Advance Vortex 2000, pulverizando à 0,50 m de altura do alvo (Figura 5).



Figura 5. Dispositivo para regulagem da velocidade do ar gerado pelo ventilador do pulverizador.

As velocidades do ar foram medidas com auxílio de um Termoanemômetro digital modelo TAD-500 (Figura 6) e, estabelecidas em zero (sem ar), 15 e 29 km h^{-1} para a realização do experimento.



Figura 6. Anemômetro digital para avaliação da velocidade do ar junto à barra de pulverização.

5.2.1.2 Deposição da pulverização em alvo natural

Para avaliação quantitativa dos depósitos da pulverização, sob diferentes condições operacionais, utilizou-se como marcador, o corante alimentício Azul Brillante em solução aquosa (0,15%) pela facilidade de remoção das folhas e estabilidade do marcador após aplicação (PALLADINI et al., 2005). De cada parcela foram retiradas 20 plantas de trigo, seccionadas rente ao solo, com auxílio de tesouras e 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 da área foliar de cada planta em um medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI-3100.

Em cada saco plástico, foram colocados 20 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 potes plásticos com capacidade de 50 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 na solução de lavagem 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 et al. (2005).

5.2.1.3 Determinação da concentração dos depósitos

Para determinação da 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 apresentado conforme a seguinte equação:

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

Ao considerar que a concentração de corante Azul Brillante na calda aplicada a campo foi de 1500 ppm para a transformação dos depósitos em microlitro (μl) foi utilizado 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 pelo alvo (μ l)

C_f = concentração detectada em densidade óptica (ppm)

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

5.2.1.4 Análise estatística

Os dados dos depósitos da substância marcadora, expressos em μ l cm^{-2} foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, análise conjunta utilizando as médias dos tratamentos, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2.2 Experimento 2

Os dados da severidade da doença óidio e ferrugem da folha, submetidos à análise de variância, pelo teste F, análise conjunta utilizando as médias dos tratamentos, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste experimento foram feitas duas aplicações fungicidas como controle curativo, nos estádios de desenvolvimento, 32 (segundo nó visível), aos 53 DAS e 45 (emborrachamento completo), aos 67 DAS. A dosagem do fungicida Folicur 200 EC utilizado no controle curativo das doenças foram 0,6 L ha^{-1} ou 120 g i.a. ha^{-1} . Durante as pulverizações as condições climáticas foram às seguintes: 53 DAS (umidade relativa do ar entre 61,3 e 65,5%, temperatura 22,5 e 27,1°C e vento entre 2,2 e 4,5 km h^{-1} , no período de 15:00h às 16:10h) e aos 67 DAS (umidade relativa do ar entre 66,3 e 76,5%, temperatura 21,5 a 25°C e vento entre 3,2 e 5,5 km h^{-1} , no período de 15:20h às 16:30h).

O experimento foi conduzido no mesmo local e os tratamentos distribuídos no mesmo delineamento do experimento anterior, acrescido da testemunha (plantas não tratadas). Assim o experimento foi constituído por 7 tratamentos no esquema fatorial (3 x 2 + 1) e quatro repetições, totalizando 28 parcelas.

Nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) da cultura do trigo, foi realizada uma pulverização com fungicida triazol (tebuconazole), respectivamente aos 53 e 67 (DAS), com pontas de pulverização XR 110015 à 100 L ha⁻¹ e XR 11003 à 200 L ha⁻¹, espaçadas de 0,50 m e posicionadas a 0,50 m de altura do alvo. Antes e após as pulverizações foram realizadas avaliações semanais da porcentagem de doença (oídio e ferrugem da folha), utilizando escala visual diagramática de Azevedo (1998).

5.2.2.1 Monitoramento de *Blumeria graminis* e *Puccinia triticina*

Antes e após os estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo), foram realizadas avaliações semanais no campo, e atribuída nota visual à severidade das doenças: oídio (1, 5, 25 e 50%) e ferrugem da folha (1, 5, 15 e 25%), utilizando escala visual diagramática de Azevedo (1998), expressa em porcentagem de área lesionada pela doença, conforme apresentado nas Figuras 7 e 8, respectivamente para oídio e ferrugem da folha do trigo.



Figura 7. Escala diagramática para a avaliação do oídio em trigo, expressa pela porcentagem de área foliar lesionada, proposta por Azevedo (1998).

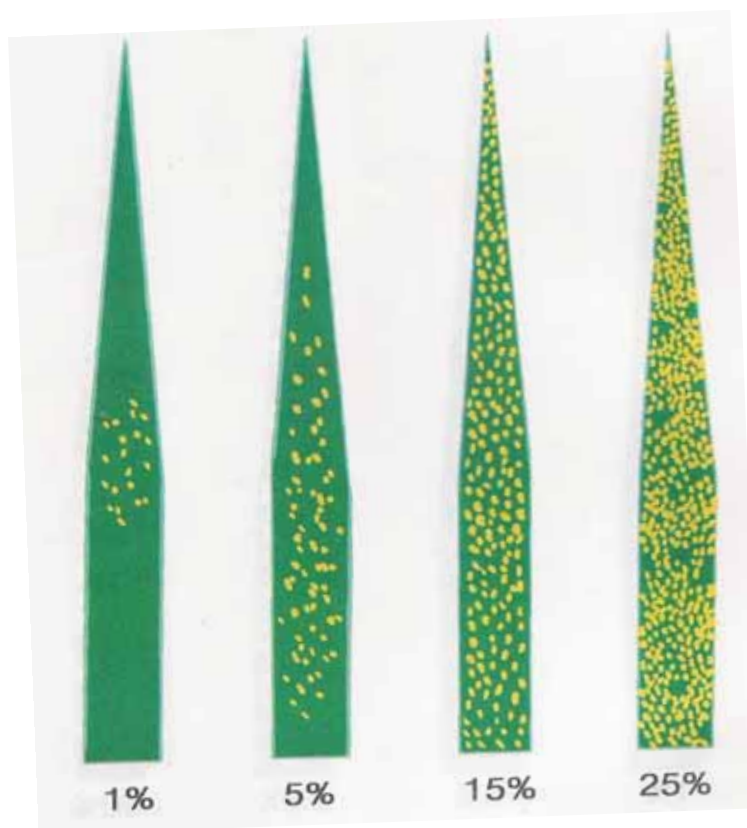


Figura 8. Escala diagramática para avaliação da ferrugem da folha em trigo, expressa pela porcentagem de infecção, proposta por Azevedo (1998).

5.2.2.2 Avaliação da produtividade

Para avaliação do efeito da assistência de ar combinado a dois volumes de pulverização no controle do oídio e da ferrugem da folha sobre a produtividade do trigo, foi realizada a colheita de 8 linhas de plantio centrais de cada parcela, com tamanho de 6 metros de comprimento, com auxílio de uma colhedora de parcela (Figura 9). Foi avaliada a produtividade (kg ha^{-1}) da cultura nos diferentes tratamentos, com umidade dos grãos corrigida a 13%.

Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F, análise conjunta utilizando as médias dos tratamentos, e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 9. Colhedora de parcelas (Marca WINTERSTEIGER SEEDMECH – Gesellschaft m.b.h, modelo A-4910 Ried/Áustria – Fabr. n° 1400-1998-1105, Type-NM-ELITE).

- **Teor de água (TA)** – Foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ (Figura 10), durante 24 horas, com duas repetições para cada amostra, conforme metodologia prescrita pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992).
- **Produção total** – Foi obtida pela pesagem em balança de precisão das sementes colhidas em cada parcela, sendo os dados transformados em kg ha^{-1} (grau de umidade corrigida a 13%), seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).



Figura 10. Estufa com amostras de sementes de trigo.

5.2.3 Experimentos 3 e 4

Os experimentos foram instalados adjacentes ao local dos experimentos anteriores no delineamento de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas (experimento 3) e no controle das doenças oídio e ferrugem da folha foram 6 tratamentos, acrescido da testemunha (plantas não tratadas), com 4 repetições, totalizando 28 parcelas (experimento 4). Foram avaliados os depósitos da pulverização (experimento 3) e severidade das doenças, bem como a produtividade da cultura do trigo (experimento 4) tratada com o fungicida triazol (tebuconazole) nos diferentes níveis de ar na barra, sendo zero (pulverização convencional), 15 e 29 km h⁻¹ sobre os depósitos da pulverização, combinados a dois ângulos de pulverização 0 e 30°. Foram utilizadas pontas de pulverização de jato plano XR 110015, operando à pressão de 295 kPa para a aplicação de 100 L ha⁻¹. A velocidade de deslocamento do conjunto trator pulverizador foi de 7 km h⁻¹. Os tratamentos e as respectivas especificações estão apresentados na Tabela 4.

Nos experimentos 3 e 4 foram alterados os volumes de calda e ângulo da barra de pulverização na tentativa de se obter melhor desempenho dos produtos fitossanitários ao menor volume da calda (100 L ha⁻¹).

Durante a pulverização as condições climáticas foram as seguintes: Experimento 3, aos 53 DAS, umidade relativa do ar de 63 a 65%, temperatura de 21,2 a 24,8°C e velocidade do vento de 2,4 a 3,3 km h⁻¹, no período de 10:15h às 11:35h e aos 67 (DAS), umidade relativa do ar de 60 a 63%, temperatura de 24,2 a 28,8°C e velocidade do vento de 5,4 a 7,3 km h⁻¹, no período de 10:25h às 11:40h. Já no experimento 4 as condições climáticas foram as seguintes: 53 DAS (umidade relativa do ar de 60 a 65%, temperatura de 19,2 a 21,8°C e velocidade do vento de 4,4 a 6,3 km h⁻¹, no período de 16:40h às 17:50h) e 67 DAS (umidade relativa do ar de 62 a 66%, temperatura de 23,2 a 26,8°C e velocidade do vento de 2,4 a 3,3 km h⁻¹, no período de 17:00h às 18:10h).

Tabela 4. Velocidades de ar combinadas a dois ângulos na barra sobre os depósitos de pulverização com pontas de pulverização XR 110015.

Trat.	Ângulo	Equipamento de pulverização	Velocidade do ar (km h ⁻¹)
1		Pulverização de barras sem ar (convencional)	0
2	0°	Pulverização de barras com assistência de ar	15
3		Pulverização de barras com assistência de ar	29*
4		Pulverização de barras sem ar (convencional)	0
5	30°	Pulverização de barras com assistência de ar	15
6		Pulverização de barras com assistência de ar	29*
7		Testemunha (Plantas não tratadas)	

*Ventilador operado em velocidade máxima no equipamento Advance Vortex 2000.

A metodologia para avaliação dos depósitos da pulverização, bem como o efeito das tecnologias de pulverização no controle do oídio e da ferrugem da folha na cultura do trigo foi a mesma utilizada nos experimentos 1 e 2, respectivamente.

5.3 FASE II

5.3.1 Experimentos 1, 2, 3 e 4

Os experimentos foram conduzidos na safra de 2009 na cultura do trigo, cultivar IAC-370, em área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP – Campus de Botucatu, Gleba Cascalheira. Os parâmetros de avaliação dos experimentos conduzidos na Fase II foram os mesmos realizados na Fase I, porém em locais diferentes. A área está situada a 724 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas 22° 48' 59,7" de latitude Sul e 48°25'38,2" de longitude Oeste, com vento predominante na direção Leste para Oeste.

A semeadura do trigo foi realizada no dia 05/06/2009 com espaçamento de 0,17 m entre linha de plantio, 65 plantas por metro linear, 200 kg ha⁻¹ de adubo (fórmula 8-28-16) e, trinta dias após a germinação foi realizada adubação de cobertura

com 100 kg ha⁻¹ de uréia. A recomendação da adubação foi realizada com base na análise de solo, anteriormente apresentada (Tabela 2).

Durante as pulverizações dos experimentos as condições climáticas foram as seguintes:

- **Experimento 1:** Durante a pulverização da substância marcadora (Azul Brilhante) as condições climáticas foram as seguintes: Aos 53 DAS, Umidade Relativa do ar 72 a 75%, temperatura 19,5 a 21,3°C e velocidade do vento 2,5 a 3,8 km h⁻¹ no período de 08:05h às 09:15h e, aos 67 DAS, Umidade Relativa do ar 80 a 75%, temperatura 22,1 a 23,3°C e velocidade do vento 2,5 a 3,0 km h⁻¹ no período de 08:20h às 09:25h.
- **Experimento 2:** Durante a pulverização do fungicida triazol (tebuconazole) as condições climáticas foram as seguintes: Aos 53 DAS, Umidade Relativa do ar 59 a 62%, temperatura 20,1 a 26,4°C e velocidade do vento 2,0 a 3,0 km h⁻¹ no período de 15:05h às 16:15h e, aos 67 DAS, Umidade Relativa do ar 58 a 60%, temperatura 23,1 a 25,7°C e velocidade do vento 1,5 a 3,3 km h⁻¹ no período de 15:00h às 16:00h.
- **Experimento 3:** Durante a pulverização da substância marcadora (Azul Brilhante) as condições climáticas foram as seguintes: Aos 53 DAS, Umidade Relativa do ar 62 a 67%, temperatura 24,1 a 27,7°C e velocidade do vento 3,5 a 5,1 km h⁻¹ no período de 09:45h às 11:15h e, aos 67 DAS, Umidade Relativa do ar 56 a 59%, temperatura 25,1 a 28,3°C e velocidade do vento 6,5 a 7,0 km h⁻¹ no período de 10:00h às 11:25h.
- **Experimento 4:** Durante a pulverização do fungicida triazol (tebuconazole) as condições climáticas foram as seguintes: Aos 53 DAS, Umidade Relativa do ar 58 a 63%, temperatura 23,1 a 24,4°C e velocidade do vento 1,0 a 2,0 km h⁻¹ no período de 16:50h às 18:15h e, aos 67 DAS, Umidade Relativa do ar 55,9 a 60%, temperatura 23,9 a 25,4°C e velocidade do vento 3,5 a 4,3 km h⁻¹ no período de 16:40h às 17:50h.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 FASE I

6.1.1 Experimento 1

Os resultados médios dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$) aos 53 e 67 DAS (Dias Após Semeadura), utilizando como marcador o corante Azul Brilhante, com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo são apresentados na Tabela 5.

6.1.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

No geral, verificou-se que não houve influência da velocidade do ar sobre os depósitos da calda na planta (Tabela 5), independente da época de pulverização (53 e 67 DAS). Já para os volumes de calda retidos na planta de trigo, observa-se que somente houve influência desse fator, quando a pulverização foi realizada aos 53 DAS, com maiores depósitos para a pulverização realizada à 200 L ha^{-1} em relação ao volume de 100 L ha^{-1} (Tabela 5). Via de regra, os maiores volumes proporcionam maiores depósitos na mesma velocidade de aplicação (Matthews & Hislop, 1993; Matthews, 2000). Por outro lado, os

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).

Segundo Matuo (1990), a utilização de volumes de aplicação cada vez menores, visando à redução de custos operacionais e aumento da rapidez do tratamento, obriga o desenvolvimento de novas tecnologias. O volume de calda utilizado está na dependência do tipo de aplicação a ser realizado, das características do alvo e das condições ambientais. Teixeira et al. (1998), estudando o efeito do volume de aplicação com ponta de jato plano sobre a cobertura de alvos planos, observaram um aumento significativo de cobertura quando o volume de aplicação passou de 100 para 200 L ha⁻¹, porém não diferindo quando este volume passou para 300 L ha⁻¹.

Tabela 5. Média dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) do corante Azul Brilhante, com diferentes velocidades do ar junto à barra de pulverização nas plantas de trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume de calda (L ha ⁻¹)			
	53 DAS (µL cm ⁻²)		67 DAS (µL cm ⁻²)	
	100	200	100	200
0	0,2294 aA	0,4035 bA	0,2385 aA	0,2989 aA
15	0,2645 aA	0,5132 bA	0,2412 aA	0,3231 aA
29	0,3091 aA	0,5152 bA	0,2969 aA	0,3368 aA
CV %	18,47		21,97	
DMS Volume	0,10		0,09	
DMS Velocidade	0,12		0,11	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O ponto fundamental na tecnologia de aplicação é acertar o alvo. A arquitetura da planta de trigo e suas folhas facilitam a penetração de fungicidas, se comparada com a cultura da soja, com isso melhora a sistemicidade do produto e sua translocação na planta (Hoffmann, 2003).

Não houve diferença dos resultados obtidos na deposição da pulverização utilizando diferentes volumes (100 e 200 L ha⁻¹) aos 67 DAS. Isto pode ser

devido a arquitetura da planta, pois aos 67 DAS a planta de trigo encontrava-se com menor índice de área foliar e porte maior da planta (altura média de 62,2 cm), quando comparado aos 53 DAS (altura média de 35, 26 cm), obtendo-se maior penetração da pulverização nas plantas de trigo.

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, verifica-se que quanto maior o volume de pulverização e velocidade do ar na barra de pulverização, maiores foram os valores de depósitos nas plantas de trigo, tanto para 53 DAS quanto para 67 DAS.

6.1.2 Experimento 2

O resultados médio da área lesionada obtido após duas pulverizações 53 e 67 DAS (Dias Após Semeadura) do fungicida tebuconazole para controle de *Blumeria graminis* e *Puccinia triticina* são apresentados na Tabela 6, pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) e Tabelas 7 e 9 a eficiência de controle (%) das doenças. Após a pulverização do fungicida pode-se constatar redução significativa de lesões na área foliar.

6.1.2.1 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

No geral verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ (velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador), após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole. Já para o volume de pulverização, verifica-se que aos 62 DAS, à 200 L ha⁻¹, com velocidade de ar máxima gerada pelo ventilador (29 km h⁻¹), obteve-se menor infecção de área lesionada pela doença (*Blumeria graminis*) quando comparada ao volume de 100 L ha⁻¹ (Tabela 6).

Na avaliação do total acumulado da AACPD (Tabela 6), verifica-se no tratamento com maior volume (200 L ha⁻¹) o menor valor da AACPD. Essa menor AACPD deve-se a um maior volume do fungicida depositado nas superfícies das folhas das plantas de trigo. Sauer (1999) estudou o controle de doenças foliares em trigo, aplicando volumes de calda de 50, 100, 200 e 300 L ha⁻¹ com pontas de jato plano. Foi verificado que o aumento do

volume de calda resultou em controle mais eficiente, refletindo em incremento no rendimento dos grãos.

Mauler-Machinik e Zahn, (1994) comparando técnicas de aplicação verificaram que a aplicação terrestre, utilizando entre 100 e 200 L ha⁻¹ de calda proporcionou eficiência de controle entre 10 e 20% superior quando comparada à aplicação aérea (15 a 30 L ha⁻¹).

Devido às condições climáticas adversas, aliadas a suscetibilidade das cultivares, a cultura do trigo pode ter seus rendimentos reduzidos pela infecção das doenças causadas por fungos. Em razão disso, o controle das doenças, pela aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, pode ser um fator de estabilização ou de aumento de rendimento em níveis econômicos.

Tabela 6. Área lesionada por oídio, expressa pela AACPD (Área abaixo da curva de progresso da doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

DAS	Volume L ha ⁻¹	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Volume	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	100	74,29 aA	63,66 aA	85,23 aA	155,53 aA	68,26	82,87	110,80
	200	40,47 abA	59,59 abA	31,24 aA	155,53 bA			
62	100	108,63 aA	90,43 aA	100,36 aA	280,70 bA	48,27	84,55	113,58
	200	50,18 aA	36,58 aA	17,24 aB	280,70 bA			
69	100	53,77 aA	46,11 aA	38,11 aA	281,09 bA	48,96	66,47	88,87
	200	28,75 aA	6,34 aA	9,01 aA	281,09 bA			
76	100	24,63 aA	2,89 aA	2,63 aA	284,37 bA	58,86	67,13	89,75
	200	20,74 aA	4,16 aA	1,44 aA	284,37 bA			
83	100	23,63 aA	6,78 aA	3,59 aA	299,69 bA	42,36	51,13	68,36
	200	23,54 aA	3,68 aA	1,09 aA	299,69 bA			
Total	100	284,95 aA	209,87 aA	229,91 aA	1301,39 bA	38,64	258,09	345,08
	200	163,67 aA	110,34 aA	60,03aA	1301,39 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação à eficiência de controle total (Tabela 7), verifica-se que os tratamentos com volume de pulverização de 200 L ha⁻¹ proporcionaram maior controle da

doença, e mostraram-se ser mais eficientes em comparação aos tratamentos com volume de pulverização de 100 L ha⁻¹. Já para a velocidade de ar gerado pelo ventilador, pode-se constatar que o aumento da velocidade do ar aumentou a eficiência de controle da doença. Isto se deve, provavelmente, pelo maior volume do fungicida depositado nas superfícies das folhas na cultura trigo no estágio de desenvolvimento 32 (segundo nó visível). No geral, a assistência de ar junto à barra de pulverização contribuiu para o melhor controle do oídio na cultura do trigo. Apesar de não haver diferença significativa entre os depósitos da pulverização, verifica-se que quanto maior a velocidade do ar gerado pelo ventilador na barra de pulverização, independente do volume de calda utilizado (100 e 200 L ha⁻¹) aos 53 e 67 DAS, maiores valores de depósitos foram obtidos nas plantas de trigo (Tabela 5), consequentemente aumentando a eficiência de controle de *Blumeria graminis* (Tabela 7).

Tabela 7. Eficiência de controle (%) do oídio nas diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização e volumes de calda, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade do ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência de controle (%)					Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	
0	100	52	61	81	91	92	78
15		59	68	84	99	98	84
29		45	64	86	99	99	82
0	200	74	82	90	93	92	87
15		62	87	98	99	99	92
29		80	94	97	99	100	95

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.1.2.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Observa-se que todos os tratamentos que receberam aplicação do fungicida apresentaram valores de severidade da doença menores em relação aos obtidos na testemunha (Tabela 8).

Pode-se verificar que não houve efeito da assistência de ar e do volume de aplicação, após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole, no controle de *P.*

triticina. Também pode-se observar valores elevados do coeficiente de variação para ambos os volumes (100 e 200 L ha⁻¹), conforme apresentado na Tabela 8.

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, verifica-se que a eficiência de controle total de *Puccinia triticina* foi maior quando utilizada a velocidade máxima do ar gerado pelo ventilador (Tabela 9). Isto pode ser devido ao resultado obtido durante a deposição da pulverização (Tabela 5), pois o maior valor de depósito foi obtido com velocidade máxima gerada pelo ventilador (29 km h⁻¹), independente do volume de calda, aos 53 e 67 DAS sendo assim, influenciando significativamente no controle de *Puccinia triticina*.

Tabela 8. Área lesionada pela ferrugem do trigo e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas aplicações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Volume L ha ⁻¹	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Volume	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	100	0,70 aA	5,03 aA	2,01 aA	21,13 bA	131,28	13,46	18,00
	200	3,19 aA	1,09 aA	1,93 aA	21,13 bA			
62	100	2,23 aA	4,99 aA	3,15 aA	23,84 bA	121,84	14,37	19,21
	200	3,24 aA	1,05 aA	2,32 aA	23,84 bA			
69	100	2,01 aA	1,93 aA	1,66 aA	8,49 aA	180,30	7,99	10,68
	200	0,39 aA	0,74 aA	0,57 aA	8,49 aA			
76	100	0,79 aA	1,62 aA	0,17 aA	17,37 aA	297,90	20,62	27,57
	200	0,22 aA	0,35 aA	0,04 aA	17,37 aA			
83	100	2,27 aA	0,66 aA	1,88 aA	50,27 bA	198,50	39,72	57,02
	200	1,44 aA	2,84 aA	0,04 aA	50,27 bA			
90	100	4,03 aA	0,96 aA	1,97 aA	78,44 bA	164,33	50,57	67,62
	200	1,58 aA	3,28 aA	0,00 aA	78,44 bA			
Total	100	12,03 aA	15,18 aA	10,85 aA	199,54 bA	157,36	132,47	177,12
	200	10,06 aA	9,36 aA	4,90 aA	199,54 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 9. Eficiência de controle (%) da ferrugem da folha nas diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização e volumes de calda, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade do ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência de controle (%)						Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	23 DA2 ^a A	
0	100	97	91	76	95	95	95	94
15		76	79	77	91	99	99	92
29		90	87	80	99	96	97	95
0	200	85	86	95	99	97	98	95
15		95	96	91	98	94	96	95
29		91	90	93	100	100	100	98

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925).

6.1.2.3 Produtividade da cultura do trigo

Ao comparar as técnicas de pulverização do fungicida no controle das doenças (oídio e ferrugem da folha) em relação a produtividade da cultura do trigo, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabelas 10 e 11). Observa-se que todos os tratamentos que receberam aplicação do fungicida nas diferentes técnicas de pulverização, apresentaram maior produtividade em relação à testemunha (Tabela 10).

Barros et al. (2006) observaram que em ensaios utilizando fungicidas houve aumento significativo no peso médio das sementes (PMS) em resposta ao tratamento com tebuconazole e com trifloxystrobin + propiconazole. Segundo estes autores, os aumentos no tamanho e peso dos grãos parecem ser devidos não só ao controle de doenças, mas também à maior translocação de nutrientes e ao aumento no período de maturação proporcionados pelos fungicidas. Os autores também constataram que o peso de sementes foi à variável mais consistente e negativamente influenciada pela ferrugem da folha. Ainda, verificaram que, a aplicação de fungicidas, em especial do grupo das estrubilurinas, pode prolongar o ciclo da cultura, ou seja, o período em que a cultura mantém a área foliar verde, e esse fato parece ter impacto positivo sobre o rendimento de grãos. Dallagnol et al. (2006) relataram a influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo e verificaram redução de

40,8% no rendimento de grãos e redução do peso hectolitro e do peso de 1000 sementes quando não foi realizado o controle da ferrugem da folha do trigo.

Tabela 10. Média da produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo e diferença do número de sacas (sc), após duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Volume de calda (L ha^{-1})			
	100		200	
	kg ha^{-1}	(sc)	kg ha^{-1}	(sc)
0	2665,03 aA	6,8	2798,57 aA	9,04
15	2926,50 aA	11,17	2744,43 aA	8,13
29	2501,52 aA	4,09	3064,33 aA	13,47
Testemunha	2256,07 aA		2256,07 aA	
CV %	18,94			
DMS Volume	732,9			
DMS Velocidade	979,91			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 11. Quadro da análise de variância da produtividade da cultura do trigo, após duas pulverizações, nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) com fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Fator de Variação	G. L.	S. Q	Q. M.	Fc	Pr>Fc
Velocidade	3	1711429,93	570476,64	2,26	0,1070 NS
Volume	1	132244,53	132244,53	0,52	0,4760 NS
Veloc x volume	3	603234,30	201078,10	0,79	0,5075 NS
Erro	24	6052776,79	252199,03		
Total corrigido	31	8499685,55			
CV%	18,94				
Média geral	2651,57				

6.1.3 Experimento 3

Os resultados médios dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L cm}^{-2}$), aos 53 e 67 DAS (Dias Após Semeadura) utilizando como marcador o corante Azul Brilhante, com diferentes técnicas de pulverização na parte aérea da cultura do trigo, são apresentados na Tabela 12.

6.1.3.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

Pode-se verificar que não houve diferença significativa, aos 53 DAS entre os depósitos da pulverização de plantas tratadas com diferentes técnicas de pulverização. Já aos 67 DAS, com ângulo na barra de pulverização à 30° , observa-se que houve incremento dos depósitos da pulverização nas diferentes velocidades de ar junto à barra de pulverização, quando comparadas à 0° (sem angulação) da barra de pulverização, especialmente com a velocidade de ar gerada pelo ventilador à 15 km h^{-1} , obtendo-se depósitos superiores aos obtidos com pulverização convencional (sem ar) e à 29 km h^{-1} (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12. Média dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) do corante Azul Brilhante, com diferentes ângulos de pulverização e velocidades do ar junto à barra na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Ângulo de Pulverização			
	53 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)		67 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	
	0°	30°	0°	30°
0	0,2107 aA	0,2763 aA	0,2552 aA	0,4531 bAB
15	0,2759 aA	0,2243 aA	0,2823 aA	0,5362 bB
29	0,2478 aA	0,2958 aA	0,2887 aA	0,4386 bA
CV %	26,15		12,75	
DMS Volume	0,09		0,07	
DMS Velocidade	0,12		0,08	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na América do Norte, a aplicação para o controle de giberela é realizada com pontas de jato plano (8002), embora não forneça boa cobertura das espigas. Quando a mesma ponta foi utilizada com uma configuração diferente (duas pontas, uma direcionada para frente e outra para trás) à cobertura de pulverização foi melhor tanto nas espigas quanto em papel indicador (MCMULLEN, 1998). Pelas observações durante a aplicação, a utilização das pontas em configuração para frente, aparentemente aumenta a cobertura das anteras, porém não foi verificado aumento da eficiência de controle da doença (PANISSON et al. 2003).

Tabela 13. Quadro da análise de variância dos depósitos da pulverização (velocidade do ar x ângulo) aos 53 e 67 DAS.

Fator de Variação	G.L	53 DAS	67 DAS
		Pr>Fc	Pr>Fc
Velocidade	2	0,6800 NS	0,0738 NS
Ângulo	1	0,4571 NS	0,0000 *
Veloc. x Ângulo	2	0,1947 NS	0,1229 NS
Erro	18		
Total corrigido	23		
CV%		26,15	12,75
Média geral		0,2551	0,38

A angulação dos jatos de pulverização, combinada ao uso da assistência de ar, podem otimizar os níveis dos depósitos da pulverização nas plantas, principalmente na parte inferior, proporcionando melhor controle das doenças (VENEGAS et al., 2003; SCUDELER, 2005; CHRISTOVAM et al., 2010). No entanto, a arquitetura das plantas (mono ou dicotiledôneas), estágio de desenvolvimento das plantas, velocidade do ar, volume de aplicação e tamanho das gotas podem influenciar significativamente os níveis dos depósitos da pulverização.

6.1.4 Experimento 4

Os resultados médios da área lesionada obtidos antes e após duas pulverizações (53 e 67 Dias Após Semeadura-DAS) do fungicida tebuconazole para controle de *Blumeria graminis* e *Puccinia triticina* são apresentados nas Tabelas 14 e 16, pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença). Nas Tabelas 15 e 17 são apresentados os resultados da eficiência de controle (%) das doenças. Após a pulverização do fungicida pode-se constatar redução significativa de lesões na área foliar da cultura do trigo.

6.1.4.1 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

Todos os tratamentos que receberam aplicação do fungicida apresentaram valores menores de severidade representados pela AACPD, em relação aos obtidos na testemunha (Tabela 14).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade de ar gerada pelo ventilador e ângulo de pulverização 0° e 30°, após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole. Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, nota-se, que na eficiência de controle total da doença (*Blumeria graminis*) apresentada na Tabela 15 os tratamentos com 0° de angulação na barra e velocidade do ar na barra de pulverização à 15 km h⁻¹ e 30° de angulação na barra e velocidade de ar na barra de pulverização à 29 km h⁻¹, apresentaram melhor eficiência de controle da doença.

Tabela 14. Área lesionada pelo oídio e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Ângulo	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Âng.	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	0°	35,74 aA	51,27 aA	68,60 aA	138,21 aA	93,62	97,41	130,24
	30°	36,62 aA	47,56 aA	54,16 aA	138,21 aA			
62	0°	50,71 aA	20,21 aA	30,23 aA	227,28 bA	38,65	49,54	66,24
	30°	60,11 aA	62,17 aA	24,76 aA	227,28 bA			
69	0°	51,41 aA	19,56 aA	19,91 aA	273,44 bA	32,59	44,40	59,37
	30°	52,89 aA	43,01 aA	14,79 aA	273,44 bA			
76	0°	10,72 aA	12,16 aA	6,87 aA	274,53 bA	25,68	28,63	38,29
	30°	10,72 aA	15,66 aA	6,04 aA	274,53 bA			
83	0°	15,75 aA	8,58 aA	3,59 aA	280,00 bA	24,39	28,23	37,74
	30°	21,44 aA	14,35 aA	10,85 aA	280,00 bA			
Total	0°	164,33 aA	111,78 aA	129,19 aA	1193,45 bA	31,10	185,36	247,83
	30°	181,78 aA	182,75 aA	110,60 aA	1193,45 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 15. Eficiência de controle (%) do oídio nas diferentes velocidades da assistência de ar e ângulo junto à barra de pulverização, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade ar (km h ⁻¹)	Ângulo	Eficiência de controle (%)					Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	
0	0°	74	78	81	96	94	86
15		63	91	93	96	97	91
29		50	87	93	97	99	89
0	30°	74	74	81	96	92	85
15		66	73	84	94	95	85
29		61	89	95	98	96	91

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.1.4.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Todos os tratamentos que receberam aplicação do fungicida apresentaram valores menores em relação aos obtidos na testemunha (Tabela 16).

Pode-se verificar que não houve diferença significativa entres os tratamentos convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade de ar gerada pelo ventilador e ângulo de pulverização 0° e 30° (Tabela 16), bem como, na eficiência (%) total no controle da doença (Tabela 17), após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole no controle da ferrugem da folha do trigo.

Tabela 16. Área lesionada pela ferrugem e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Ângulo	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Ângulo	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	0°	0,96 aA	0,87 aA	1,49 aB	7,17 bA	102,58	3,68	4,92
	30°	0,48 aA	1,09 aA	0,44 aA	7,17 bA			
62	0°	0,61 aA	1,88 aA	2,40 aA	14,48 bA	119,19	8,06	10,77
	30°	0,88 aA	1,27 aA	1,05 aA	14,48 bA			
69	0°	1,05 aA	1,97 aA	1,49 aA	20,65 bA	161,48	14,81	19,80
	30°	1,67 aA	1,53 aA	1,27 aA	20,65 bA			
76	0°	1,40 aA	1,93 aA	1,36 aA	43,36 bA	68,98	12,11	16,20
	30°	1,71 aA	2,28 aA	0,92 aA	43,36 bA			
83	0°	1,66 aA	1,58 aA	2,98 aA	76,56 bA	50,26	15,12	20,22
	30°	1,79 aA	1,97 aA	1,88 aA	76,56 bA			
90	0°	2,32 aA	0,83 aA	2,23 aA	91,44 bA	43,58	15,29	20,44
	30°	1,36 aA	1,05 aA	1,71 aA	91,44 bA			
Total	0°	8,01 aA	9,06 aA	11,94 aA	253,66 bA	60,16	61,53	82,26
	30°	7,87 aA	9,18 aA	7,26 aA	253,66 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 17. Eficiência de controle (%) da ferrugem da folha nas diferentes velocidades da assistência de ar e ângulo junto à barra de pulverização, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade ar (km h ⁻¹)	Ângulo	Eficiência de controle (%)						Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	23 DA2 ^a A	
0		87	96	95	97	98	97	97
15	0°	88	87	90	96	98	99	96
29		79	83	93	97	96	98	95
0		93	94	92	96	98	99	97
15	30°	85	91	93	95	97	99	96
29		94	93	94	98	98	98	97

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.1.4.3 Produtividade da cultura do trigo

Comparando as técnicas de pulverização do fungicida no controle das doenças (oídio e ferrugem da folha) em relação à produtividade da cultura do trigo, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Observa-se que todos os tratamentos que receberam pulverização do fungicida, nas diferentes técnicas de pulverização, apresentaram produtividades maiores em relação à testemunha (Tabelas 18 e 19).

Tabela 18. Média da Produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo e diferença do número de sacas (sc), após duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Ângulo de Pulverização			
	0°		30°	
	kg ha^{-1}	(sc)	kg ha^{-1}	(sc)
0	3465,32 aA	19,02	3449,97 aA	18,76
15	3433,66 aA	18,49	3025,99 aA	11,70
29	3493,84 aA	19,49	3369,99 aA	17,43
Testemunha	2323,86 aA		2323,86 aA	
CV %		21,3		
DMS Ângulo		967,14		
DMS Velocidade		1293,10		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 19. Quadro da análise de variância da produtividade da cultura do trigo, após duas pulverizações: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) do fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização, para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Fator de Variação	G. L.	S. Q	Q. M.	Fc	Pr>Fc
Velocidade	3	6855037,78	2285012,59	5,20	0,0065 NS
Ângulo	1	149545,70	149545,70	0,34	0,5650 NS
Veloc x ângulo	3	213988,13	71329,38	0,16	0,9207 NS
Erro	24	10540094,38	439170,60		
Total corrigido	31	17758666,00			
CV%			21,30		
Média geral			3110,81		

6.2 FASE II

6.2.1 Experimento 1

6.2.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

Não houve influência da velocidade do ar sobre os níveis de depósitos da pulverização na planta, independente da época de pulverização (53 e 67 DAS). Já para os respectivos volumes de calda, observa-se aos 53 e 67 DAS maiores depósitos quando a pulverização foi realizada à 200 L ha⁻¹ em relação ao volume de 100 L ha⁻¹ (Tabela 20). Estes resultados corroboram com os resultados obtidos na Fase I do experimento (Tabela 5), evidenciando que quanto maior o volume pulverizado maior o depósito sobre o alvo.

Tabela 20. Média dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) do corante Azul Brillhante, com diferentes técnicas de pulverização na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume de calda (L ha ⁻¹)			
	53 DAS (µL cm ⁻²)		67 DAS (µL cm ⁻²)	
	100	200	100	200
0	0,2217 aA	0,3454 bA	0,2242 aA	0,4200 bA
15	0,2450 aA	0,3613 bA	0,2583 aA	0,4291 bA
29	0,2790 aA	0,4069 bA	0,2661 aA	0,4825 bA
CV %	14,08		14,69	
DMS Volume	0,06		0,07	
DMS Velocidade	0,07		0,09	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.2.2 Experimento 2

6.2.2.1 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

Na avaliação do total acumulado da AACPD, verifica-se que o tratamento com maior volume (200 L ha⁻¹) apresentou o menor valor da AACPD (Tabela 21). Essa menor AACPD deve-se a um maior volume do fungicida depositado nas superfícies das folhas das plantas de trigo. Observam-se menores infecções de área lesionada total pela doença nos tratamentos pulverizados com fungicida tebuconazole quando comparados à testemunha. Verifica-se que na avaliação do total acumulado da AACPD com volume de calda a 200 L ha⁻¹ e, velocidade de ar na barra de pulverização à 29 km h⁻¹, obteve-se menor infecção de área lesionada pela doença tratada com o fungicida.

Tabela 21. Área lesionada pelo oídio e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo), no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Volume (L ha ⁻¹)	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Volume	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	100	37,49 aA	31,76 aA	44,98 aA	13,61 aA	95,86	35,53	47,50
	200	26,99 aA	21,57 aA	13,17 aA	13,61 aA			
62	100	39,68 abA	21,70 aA	23,23 aA	84,18 bA	48,82	26,57	35,53
	200	23,50 aA	7,74 aA	14,22 aA	84,18 bA			
69	100	51,01 aA	25,33 aA	36,84 aA	146,34 bA	36,21	31,83	42,57
	200	30,54 aA	23,33 aA	21,96 aA	146,34 bA			
76	100	54,51 bA	23,89 aA	43,53 abA	187,47 cA	28,40	29,49	39,43
	200	22,62 aB	34,61 aA	15,05 aB	187,47 bA			
83	100	97,12 bA	39,37 aA	52,50 abA	257,03 cA	22,04	32,08	42,90
	200	37,19aB	30,19 aA	27,69 aA	257,03 bA			
Total	100	279,83 aA	142,06 aA	201,08 aA	688,63 bA	27,28	117,01	156,44
	200	140,83 aB	117,78 aA	92,09 aB	688,63 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação à eficiência de controle total (Tabela 22), verifica-se que os tratamentos com volume de calda de pulverização de 200 L ha⁻¹ obteve maior controle da doença, e mostraram ser mais eficientes em comparação ao tratamento com volume de pulverização à 100 L ha⁻¹. Já para a velocidade de ar junto à barra de pulverização, verifica-se que quando a velocidade do ar é aumentada, nota-se que também ocorreu o aumento da eficiência de controle da doença. Isto se deve ao maior volume do fungicida depositado nas superfícies das folhas na cultura trigo. Esses resultados obtidos na fase II, para controle de oídio, corroboram com os resultados obtidos na Fase I do experimento (Tabela 7).

Tabela 22. Eficiência de controle (%) do oídio nas diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização e volumes de calda, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade do ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência de controle (%)					Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	
0	100	0	53	65	71	62	59
15		0	74	83	87	85	79
29		0	72	75	77	80	71
0	200	0	72	79	88	86	80
15		0	91	84	82	88	83
29		3	83	85	92	89	87

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.2.2.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade de ar gerada pelo ventilador e volume de pulverização 100 e 200 L ha⁻¹, após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole (Tabela 23). Somente aos 83 DAS, que os tratamentos fungicidas apresentaram áreas lesionadas pela ferrugem significativamente menores em relação à testemunha (Tabela 23).

Tabela 23. Área lesionada pela ferrugem e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Volume (L ha ⁻¹)	Velocidade do ar (km h ⁻¹)				CV%	DMS Volume	DMS Veloc
		0	15	29	Test.			
55	100	0,26 bA	0,13 abA	0,00 aA	0,00 aA	183,77	0,17	0,23
	200	0,04 aB	0,09 aA	0,00 aA	0,00 aA			
62	100	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00	0,00	0,00
	200	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA			
69	100	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,17 aA	230,94	0,14	0,19
	200	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,17 aA			
76	100	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	4,86 aA	347,44	6,15	8,23
	200	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	4,86 aA			
83	100	0,39 aA	0,17 aA	0,22 aA	28,74 bA	111,54	12,02	16,08
	200	0,22 aA	0,17 aA	0,44 aA	28,74 bA			
90	100	0,39 aA	0,17 aA	0,22 aA	56,44 bA	113,78	23,76	31,77
	200	0,22 aA	0,17 aA	0,47 aA	56,44 bA			
Total	100	1,05 aA	0,48 aA	0,48 aA	90,21 bA	103,64	34,82	46,56
	200	0,48 aA	0,44 aA	0,87 aA	90,21 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 24. Eficiência de controle (%) da ferrugem da folha nas diferentes velocidades da assistência de ar junto à barra de pulverização e volumes de calda, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade do ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência de controle (%)						Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	23 DA2 ^a A	
0		0	0	0	0	99	99	99
15	100	0	0	0	0	99	100	99
29		0	0	0	0	99	100	100
0	200	0	0	0	0	99	100	99
15		0	0	0	0	99	100	100
29		0	0	0	0	98	99	99

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

Com relação a eficiência de controle da ferrugem da folha, verifica-se na eficiência total de controle, que os tratamentos utilizando o fungicida tebuconazole foram eficientes no controle da doença (Tabela 24).

6.2.2.3 Produtividade da cultura do trigo

Quando comparadas as técnicas de pulverização do fungicida no controle das doenças (oídio e ferrugem da folha) em relação à produtividade da cultura do trigo, pode-se verificar pela Tabela 25 que houve diferença significativa na produtividade da cultura, entre os volumes de pulverização quando realizada de maneira convencional (sem ar).

Tabela 25. Média da Produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo e diferença do número de sacas (sc), após duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização, para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Volume de calda (L ha^{-1})			
	100	200		
	kg ha^{-1}	(sc)	kg ha^{-1}	(sc)
0	3436,80 aB	13,44	3833,88 bB	20,05
15	3718,17 aB	18,13	3882,82 aB	20,87
29	3803,21 aB	19,54	3859,45 aB	20,48
Testemunha	2630,31 aA		2630,31aA	
CV %	7,6			
DMS Volume	385,17			
DMS Velocidade	514,99			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No volume de pulverização de 200 L ha^{-1} obteve-se produtividade maior (3.833,88 kg) em relação àquela obtida com 100 L ha^{-1} (3.436,80 kg). Todos os

tratamentos que receberam aplicação do fungicida nas diferentes técnicas de pulverização, apresentaram produtividades maiores em relação à testemunha (Tabela 25).

6.2.3 Experimento 3

6.2.3.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

Pelas Tabelas 26 e 27, verifica-se que não houve diferença significativa, aos 53 e 67 DAS, entre os depósitos da pulverização em plantas tratadas com as diferentes técnicas de pulverização. Isto evidencia que não houve efeito da assistência de ar ou tampouco do ângulo da barra de pulverização sobre os níveis dos depósitos em plantas de trigo.

Tabela 26. Média dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) do marcador Azul Brilhante, com diferentes técnicas de pulverização na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Ângulo da Barra de Pulverização			
	53 DAS (µL cm ⁻²)		67 DAS (µL cm ⁻²)	
	0°	30°	0°	30°
0	0,2349 aA	0,2252 aA	0,2719 aA	0,2734 aA
15	0,2404 aA	0,2475 aA	0,2372 aA	0,2905 aA
29	0,2360 aA	0,2675 aA	0,2691 aA	0,3099 aA
CV %	13,34		22,71	
DMS Ângulo	0,04		0,09	
DMS Velocidade	0,05		0,11	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 27. Quadro da análise de variância dos depósitos de pulverização (velocidade do ar x ângulo) aos 53 e 67 DAS.

Fator de Variação	G.L	53 DAS	67 DAS
		Pr>Fc	Pr>Fc
Velocidade	2	0,4142 NS	0,7107 NS
Ângulo	1	0,4763 NS	0,2277 NS
Veloc. x Ângulo	2	0,4536 NS	0,6931 NS
Erro	18		
Total corrigido	23		
CV%		13,34	22,71
Média geral		0,2419	0,2754

6.2.4 Experimento 4

6.2.4.1 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

Os tratamentos que receberam aplicação do fungicida apresentaram valores menores de severidade da doença em relação aos obtidos na testemunha (Tabela 28). Não houve diferença significativa entre o tratamento convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade de ar gerada pelo ventilador e ângulo de pulverização 0° e 30°, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole (Tabela 28). Estes resultados corroboram com os resultados obtidos na Fase I do experimento (Tabela 14).

Tabela 28. Área lesionada pelo oídio e expressa em AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Ângulo	Velocidade do ar (km h ⁻¹)			Test.	CV%	DMS Âng.	DMS Veloc.
		0	15	29				
55	0°	19,45 aA	18,60 aA	19,05 aA	160,25 bA	32,37	30,11	40,25
	30°	53,25 aA	33,00 aA	46,10 aA	160,25 bA			
62	0°	66,00 aA	53,62 aA	51,00 aA	208,12 bA	17,46	23,65	31,63
	30°	54,75 aA	53,81 aA	47,25 aA	208,12 bA			
69	0°	118,12 aA	100,62 aA	102,37 aA	267,97 bA	14,85	30,30	40,51
	30°	89,25 aA	91,00 aA	81,37 aA	267,97 bA			
76	0°	93,00 aA	77,75 aA	79,00 aA	345,00 bA	19,47	40,71	54,44
	30°	77,00 aA	60,50 aA	69,00 aA	345,00 bA			
83	0°	65,25 aA	34,87 aA	39,75 aA	277,50 bA	18,62	27,95	37,38
	30°	50,81 aA	39,19 aA	38,25 aA	277,50 bA			
Total	0°	361,82 aA	285,66 aA	291,17 aA	1258,84 bA	14,08	111,49	149,06
	30°	325,06 aA	277,31 aA	281,97 aA	1258,84 bA			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 29. Eficiência de controle (%) do oídio nas diferentes velocidades da assistência de ar e ângulo junto à barra e de pulverização, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade ar (km h ⁻¹)	Ângulo	Eficiência de controle (%)					Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	
0	0°	88	68	56	73	76	71
15		88	74	62	77	87	77
29		88	75	62	77	86	77
0	30°	67	74	67	78	82	74
15		79	74	66	82	86	78
29		71	77	70	80	86	78

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

Quando o fungicida foi pulverizado de forma convencional (sem ar), independente do ângulo de pulverização, foram constatadas eficiências menores de controle do oídio quando comparadas com a pulverização assistida por ar (Tabela 29).

Pela Tabela 29, pode-se observar que o efeito da combinação velocidade de ar x ângulo da barra de pulverização sobre o controle da doença foi menor comparativamente à combinação velocidade do ar x volume de pulverização (Tabela 7), Fase I desse experimento. No entanto, na Fase II, os valores de eficiência de controle do oídio para as respectivas combinações foram bastante variáveis.

6.2.4.2 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Os tratamentos que receberam aplicação do fungicida apresentaram valores menores em relação aos obtidos na testemunha (Tabela 30). Verifica-se que não houve diferença significativa entres os tratamentos convencional (zero de ar), 15 e 29 km h⁻¹ da velocidade de ar e ângulo de pulverização 0° e 30°, após as duas pulverizações do fungicida tebuconazole (Tabela 30), bem como, na eficiência total de controle da ferrugem da folha na cultura do trigo (Tabela 31). Estes resultados corroboram com os resultados obtidos na Fase I do experimento (Tabelas 16 e 17).

Tabela 30. Área lesionada pela ferrugem e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, nos estádios de desenvolvimento: 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) no controle de *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

(DAS)	Ângulo	Velocidade do ar (km h ⁻¹)				Test.	CV%	DMS Âng.	DMS Veloc.
		0	15	29					
55	0°	0,13 aA	0,35 aA	0,35 aA	0,96 aA	120,06	0,79	1,05	
	30°	0,53 abA	0,26 abA	0,04 aA	0,96 bA				
62	0°	0,13 aA	0,13 aA	0,22 aA	2,10 bA	90,47	0,89	1,20	
	30°	0,31 aA	0,13 aA	0,31 aA	2,10 bA				
69	0°	0,88 aA	0,57 aA	0,61 aA	18,33 bA	88,24	6,74	9,01	
	30°	1,05 aA	0,74 aA	1,36 aA	18,33 bA				
76	0°	0,92 aA	0,48 aA	0,48 aA	48,52 bA	77,51	14,37	19,21	
	30°	0,96 aA	0,70 aA	1,05 aA	48,52 bA				
83	0°	0,18 aA	0,08 aA	0,13 aA	83,47 bA	96,81	29,64	39,64	
	30°	0,31 aA	0,08 aA	0,13 aA	83,47 bA				
90	0°	0,04 aA	0,08 aA	0,13 aA	143,85 bA	44,52	23,43	31,32	
	30°	0,31 aA	0,08 aA	0,13 aA	143,85 bA				
Total	0°	2,27 aA	1,71 aA	1,93 aA	297,24 bA	30,26	33,60	44,93	
	30°	3,46 aA	2,01 aA	3,02 aA	297,24 bA				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 31. Eficiência de controle (%) da ferrugem da folha nas diferentes velocidades da assistência de ar e ângulo junto à barra de pulverização, utilizando o fungicida tebuconazole na cultura do trigo. Botucatu-SP, safra 2009.

Velocidade ar (km h ⁻¹)	Ângulo	Eficiência de controle (%)						Média
		2 DA1 ^a A	9 DA1 ^a A	2 DA2 ^a A	9 DA2 ^a A	16 DA2 ^a A	23 DA2 ^a A	
0	0°	86	94	95	98	100	100	99
15	0°	64	94	97	99	100	100	99
29	0°	64	90	97	99	100	100	99
0	30°	45	85	94	98	100	100	99
15	30°	73	94	96	99	100	100	99
29	30°	95	85	93	98	100	100	99

DA1^aA: Dias após primeira aplicação / DA2^aA: Dias após segunda aplicação.

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.2.4.3 Produtividade da cultura do trigo

Ao comparar as técnicas de pulverização do fungicida no controle das doenças (oídio e ferrugem da folha) em relação à produtividade da cultura do trigo, pode-se verificar que houve diferença significativa entre tratamentos (Tabela 32). Quando a pulverização foi realizada com assistência de ar, independente do ângulo de pulverização, foi obtido maior produtividade da cultura do trigo. Níveis intermediários de produtividade da cultura foram obtidos quando a pulverização foi realizada de modo convencional (sem assistência de ar), quando comparado aos obtidos nos demais tratamentos. Também pode-se verificar que não houve efeito do ângulo de pulverização sobre a produtividade da cultura do trigo (Tabela 32). Este fato, provavelmente possa ser explicado pelos alvos serem predominantemente verticais em relação à pulverização.

Tabela 32. Média da Produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo e diferença do número de sacas (sc), após duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento 32 (segundo nó visível) e 45 (emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de aplicações, para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Ângulo de pulverização			
	0°		30°	
	kg ha^{-1}	(sc)	kg ha^{-1}	(sc)
0	2808,69 aAB	14,03	2845,45 aAB	14,65
15	3247,36 aB	21,34	3012,77 aB	17,43
29	3043,45 aB	17,95	2993,47 aB	17,11
Testemunha	1966,40 aA		1966,40 aA	
CV %	17,29			
DMS Ângulo	690,39			
DMS Velocidade	923,07			

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre sí, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.3 Comparação dos experimentos em diferentes locais de condução

Os resultados das médias dos experimentos realizados na cultura do trigo na safra 2009, FASE I e FASE II foram comparados entre os diferentes locais (área agricultura x área cascalheira) de condução.

6.3.1 Velocidade do ar x volume da calda de pulverização

6.3.1.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

Os valores dos depósitos, expressos em volume de calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$) capturado nas plantas de trigo aos 53 e 67 DAS, utilizando diferentes técnicas de pulverização, nas respectivas áreas experimentais, são apresentados na Tabela 33.

Tabela 33. Médias dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) utilizando-se o marcador corante Azul Brillhante, em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Volume (L ha^{-1})	53 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)		67 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	
		Exp. 1 (Área Agricultura)	Exp. 1 (Área Cascalheira)	Exp. 1 (Área Agricultura)	Exp. 1 (Área Cascalheira)
0	100	0,2294 a	0,2217 a	0,2385 a	0,2242 a
15		0,2645 a	0,2450 a	0,2412 a	0,2583 a
29		0,3091 a	0,2790 a	0,2969 a	0,2661 a
0	200	0,4035 a	0,3455 a	0,2989 a	0,4200 b
15		0,5132 a	0,3613 b	0,3231 a	0,4291 b
29		0,5152 a	0,4069 b	0,3368 a	0,4825 b
CV %		16,88		18,11	
F Trramento (T)		23,03*		13,02*	
F Área (A)		14,15*		11,94*	
F T x A		1,93*		3,47*	
DMS Experimento		0,08		0,08	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa nos valores dos depósitos aos 53 e 67 DAS nas respectivas áreas experimentais quando a pulverização foi realizada com volume de 100 L ha⁻¹ usando diferentes tecnologias. Já para o volume de 200 L ha⁻¹, aos 53 e 67 DAS, verifica-se diferença significativa entre os depósitos nas respectivas áreas experimentais (Tabela 33).

6.3.1.2 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

Os valores da área total lesionada pela doença oídio, expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) e a eficiência de controle total na cultura do trigo, com diferentes tecnologias nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, são apresentados nas Tabelas 34 e 35.

Tabela 34. Total de área lesionada por oídio e, expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo em diferentes áreas (agricultura e cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	AACPD Total Oídio	
		Área Agricultura	Área Cascalheira
0	100	284,95 a	279,83 a
15		209,87 a	142,06 a
29		229,91 a	201,08 a
0	200	163,67 a	140,83 a
15		110,34 a	117,78 a
29		60,03 a	92,09 a
Testemunha		1301,39 a	688,63 b
CV%			46,17
F Tratamento (T)			46,30 *
F Área (A)			7,90 *
F T x A			5,92 *
DMS experimento			189,31

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença entre a área total lesionada causada por oídio (Tabela 34), bem como a eficiência total de controle (Tabela 35), nas diferentes áreas experimentais pulverizadas com diferentes técnicas.

Tabela 35. Eficiência total (%) de controle do oídio em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência total de controle (%)	
		Área Agricultura	Área Cascalheira
0		78	59
15	100	84	79
29		82	71
0		87	80
15	200	92	83
29		95	87

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.3.1.3 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Os valores da área total lesionada com ferrugem da folha, expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) e a eficiência de controle total na cultura do trigo, pulverizada com diferentes tecnologias nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, são apresentados nas Tabelas 36 e 37.

A área total lesionada pela ferrugem da folha (Tabela 36), bem como a eficiência total de controle (Tabela 37), não diferiram nas respectivas áreas experimentais pulverizadas com as diferentes técnicas.

Tabela 36. Total de área lesionada pela ferrugem e, expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, em diferentes áreas (agricultura e cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, no controle *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	AACPD Total Ferrugem da folha	
		Área Agricultura	Área Cascalheira
0	100	12,03 a	1,05 a
15		15,18 a	0,48 a
29		10,85 a	0,44 a
0	200	10,06 a	0,48 a
15		9,36 a	0,44 a
29		4,90 a	0,87 a
Testemunha		199,54 a	90,21 b
CV%			199,85
F Tratamento (T)			8,60 *
F Área (A)			3,12 *
F T x A			1,05 NS
DMS experimento			72,50

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 37. Eficiência total (%) de controle da ferrugem da folha em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Volume (L ha ⁻¹)	Eficiência total de controle (%)	
		Área Agricultura	Área Cascalheira
0	100	94	99
15		92	99
29		95	100
0	200	95	99
15		95	100
29		98	99

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.3.1.4 Produtividade da cultura do trigo

Os resultados das médias da produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações (estádios: 32 segundo nó visível e 45 emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha são apresentados na Tabela 38.

Tabela 38. Média da produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações, (estádios: 32 segundo nó visível e 45 emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Volume (L ha^{-1})	Área Agricultura	Área Cascalheira
		kg ha^{-1}	kg ha^{-1}
0	100	2501,52 a	3436,80 b
15		2665,04 a	3718,17 b
29		2926,50 a	3803,21 b
0	200	3064,33 a	3833,88 b
15		2798,57 a	3882,82 b
29		2744,44 a	3859,46 b
Testemunha		2256,07 a	2630,31 a
CV %			12,35
F Trramento (T)			6,42*
F Area (A)			72,68*
F T x A			0,875 NS
DMS Experimento			555,44

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na área experimental Cascalheira as médias da produtividade da cultura do trigo, expressa em kg ha^{-1} , foram maiores em comparação àquelas obtidas na área Agricultura. Isto pode ser devido à menor severidade das doenças oídio (Tabela 34, área Cascalheira) e ferrugem da folha (Tabela 36, área Cascalheira), proporcionando maior

rendimento na produtividade da cultura do trigo na Área Experimental Cascalheira (Tabela 38), pois as condições químicas do solo nas respectivas áreas foram bastante similares (Tabelas 1 e 2).

6.3.2 Velocidade do ar x ângulo da barra de pulverização

6.3.2.1 Depósitos da pulverização nas folhas de trigo

Os valores dos depósitos, expressos em volume de calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$) capturado nas plantas de trigo aos 53 e 67 DAS, utilizando diferentes técnicas de pulverização nas respectivas áreas experimentais, são apresentados na Tabela 39.

Tabela 39. Média dos depósitos da pulverização (53 e 67 DAS) do corante Azul Brillhante, em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Ângulo	53 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)		67 DAS ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	
		Exp. 3 (Área Agricultura)	Exp. 3 (Área Cascalheira)	Exp. 3 (Área Agricultura)	Exp. 3 (Área Cascalheira)
0	0°	0,2107 a	0,2349 a	0,2552 a	0,2719 a
15		0,2759 a	0,2404 a	0,2823 a	0,2372 a
29		0,2478 a	0,2360 a	0,2887 a	0,2691 a
0	30°	0,2763 a	0,2252 a	0,4531 a	0,2734 b
15		0,2243 a	0,2475 a	0,5362 a	0,2905 b
29		0,2958 a	0,2675 a	0,4386 a	0,3099 b
CV %		21,09		17,11	
F Tratamento (T)		1,19 NS		11,27*	
F Área (A)		0,76 NS		38,94*	
F T x A		0,71 NS		6,63*	
DMS Experimento		0,07		0,079	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa nos valores dos depósitos, aos 53 e 67 DAS, nas diferentes áreas experimentais quando a pulverização foi realizada com ângulo

0° (zero) da barra de pulverização e, aos 53 DAS, com a barra de pulverização angulada de 30°, a favor do deslocamento, nas diferentes tecnologias.

Já aos 67 DAS, com ângulo de 30° da barra de pulverização, verifica-se que as plantas da Área Agricultura apresentaram depósitos da pulverização significativamente maiores em relação àsquelas da Área Cascalheira (Tabela 39).

6.3.2.2 Severidade do oídio (*Blumeria graminis*) na cultura do trigo

Os valores da área total lesionada pela doença oídio, expressa pela AACPD (Área abaixo da Curva de Progresso da Doença) e a eficiência de controle total na cultura do trigo, pulverizada com diferentes tecnologias nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, são apresentados nas Tabelas 40 e 41.

Houve diferença entre a área total lesionada pelo oídio, quando a pulverização foi realizada com ângulo 0° da barra de pulverização nas diferentes áreas experimentais pulverizadas com as diferentes técnicas. Já para o ângulo de 30° da barra de pulverização, somente a 29 km h⁻¹ da velocidade máxima de ar gerada pelo ventilador houve diferença significativa entre as áreas experimentais Tabela 40.

Tabela 40. Total de área lesionada por oídio e, expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), na cultura do trigo, nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, no controle *Blumeria graminis*. Botucatu-SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	AACPD Total Oídio		
	Ângulo	Exp. 4 (Área Agricultura)	Exp. 4 (Área Cascalheira)
0	0°	164,33 a	361,82 b
15		111,78 a	285,66 b
29		129,19 a	291,17 b
0	30°	181,78 a	325,06 a
15		182,75 a	277,31 a
29		110,60 a	281,97 b
Testemunha		1193,45 a	1258,84 a
CV%			27,89
F Tratamento (T)			109,01 *
F Área (A)			27,51 *
F T x A			0,42 NS
DMS experimento			146,57

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 41. Eficiência total (%) de controle do oídio, nas respectivas áreas experimentais (Agricultura e Cascalheira), com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Eficiência total de controle (%)		
	Ângulo	Exp. 4 (Área Agricultura)	Exp. 4 (Área Cascalheira)
0	0°	86	71
15		91	77
29		89	77
0	30°	85	74
15		85	78
29		91	78

Eficiência de controle (%) calculada por Abbott (1925)

6.3.2.3 Severidade da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)

Os valores da área total lesionada pela ferrugem da folha expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) e a eficiência de controle total na cultura do trigo, pulverizada com diferentes tecnologias nas respectivas áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, são apresentados nas Tabelas 42 e 43.

A área total lesionada pela ferrugem da folha (Tabela 42), bem como a eficiência total de controle (Tabela 43), não apresentavam diferenças significativas nas respectivas áreas experimentais pulverizadas com as diferentes técnicas.

Tabela 42. Total de área lesionada pela ferrugem e expressa pela AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) na cultura do trigo, em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações do fungicida tebuconazole, aos 53 e 67 DAS, no controle *Puccinia triticina*. Botucatu-SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	AACPD Total Ferrugem da folha		
	Ângulo	Exp. 4 (Área Agricultura)	Exp. 4 (Área Cascalheira)
0	0°	8,00 a	2,27 a
15		9,06 a	1,71 a
29		11,94 a	1,92 a
0	30°	7,87 a	3,46 a
15		9,19 a	2,01 a
29		7,26 a	3,02 a
Testemunha		253,66 a	297,24 a
CV%			59,08
F Tratamento (T)			122,05 *
F Área (A)			0,009 NS
F T x A			1,06 NS
DMS experimento			37,25

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 43. Eficiência total (%) de controle da ferrugem da folha em diferentes áreas, com diferentes técnicas de pulverização, na parte aérea da cultura do trigo, cultivar IAC-370. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h ⁻¹)	Eficiência total (%) Ferrugem da folha		
	Ângulo	Exp. 4 (Área Agricultura)	Exp. 4 (Área Cascalheira)
0	0°	97	99
15		96	99
29		95	99
0	30°	97	99
15		96	99
29		97	99

6.3.2.4 Produtividade da cultura do trigo

Os resultados médios de produtividade (kg ha⁻¹) da cultura do trigo nas respectivas áreas experimentais (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações, (estádios: 32 segundo nó visível e 45 emborrachamento completo) com o fungicida tebuconazole, em diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha são apresentados na Tabela 44.

Não houve diferença significativa entre as médias da produtividade da cultura do trigo, expressas em kg ha⁻¹, nas diferentes técnicas de pulverização nas respectivas áreas experimentais (Tabela 44).

Tabela 44. Média da Produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo, em diferentes áreas (Agricultura e Cascalheira), após duas pulverizações (53 e 67 DAS) do fungicida tebuconazole, com diferentes técnicas de pulverização para o controle do oídio e ferrugem da folha. Botucatu – SP, 2009.

Velocidade do Ar (km h^{-1})	Ângulo	Exp. 4 (Área Agricultura)	Exp. 4 (Área Cascalheira)
		kg ha^{-1}	kg ha^{-1}
0	0°	3465,35 a	2808,70 a
15		3433,66 a	3247,37 a
29		3493,84 a	3043,45 a
0	30°	3449,97 a	2845,45 a
15		3025,99 a	3012,78 a
29		3369,99 a	2993,47 a
Testemunha		2323,85 a	1966,40 a
CV %			19,28
F Trramento (T)			3,84*
F Área (A)			5,84*
F T x A			0,29 NS
DMS Experimento			834,88

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da assistência de ar junto à barra de pulverização no tratamento fitossanitário da cultura do trigo, torna-se relevante pela melhor produtividade alcançada quando as pulverizações de fungicidas são associadas à essa tecnologia auxiliar, conforme constatada na safra 2009 nas áreas experimentais Agricultura e Cascalheira. Há dificuldade em atribuir qual porcentagem de contribuição apenas dessa tecnologia na interação entre produto químico e assistência de ar e, com certeza, outros fatores como velocidade do ar, estágio de desenvolvimento da cultura e nível de severidade estão interagindo na produtividade da cultura.

O volume de calda de 200 L ha^{-1} proporcionou maiores depósitos na parte aérea da cultura do trigo, aos 53 e 67 DAS, quando comparado ao volume de 100 L ha^{-1} . No geral, verificou-se que para o controle das doenças (oídio e ferrugem da folha) utilizando

volumes de calda de 100 e 200 L ha⁻¹ não obteve-se diferença entre os tratamentos. Ao comparar os volumes de calda com as velocidades de ar na barra, o volume menor (100 L ha⁻¹) proporcionou produtividade similar quando comparado ao volume de 200 L ha⁻¹.

As velocidades da assistência de ar junto à barra não diferiram significativamente, sobre os depósitos quando combinada aos respectivos volumes de pulverização, 100 e 200 L ha⁻¹, aos 53 e 67 DAS.

Independente da velocidade do ar, o uso dessa tecnologia proporcionou incrementos nos parâmetros avaliados quando comparados ao tratamento sem assistência de ar (convencional).

O ângulo da barra de pulverização 0° e 30° não influenciou na deposição e controle das doenças (oídio e ferrugem da folha), bem como na produtividade da cultura do trigo.

7 CONCLUSÕES

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

- A variação da assistência de ar junto à barra constitui uma importante ferramenta no controle de doença da triticultura, porém seu uso é dependente do estágio de desenvolvimento da cultura, nível de infestação da doença, cultivar e índice de área foliar e cobertura de pulverização desejada;
- A angulação da barra de pulverização não influencia no controle de doenças foliares, bem como na produtividade da cultura do trigo;
- Maior volume proporciona maior nível dos depósitos da pulverização;
- Volume de calda de 100 L ha⁻¹ proporciona níveis de controle do patógeno *Puccinia triticina* e de produtividade equivalente na cultura do trigo ao dobro do volume aplicado.

8 REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 18, p. 265-266, 1925.

ADAM, A. V. Importance of pesticide application equipment and related field practices in developong countries. In: WATSON, D. L.; BROWN, A. W. (Eds.). **Pesticide management and insect resistance**. New York: Academic Press, 1997. p. 217-225.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. In: SUZUKI, S., YUYAMA, M. M., CAMACHO, S. A. **Boletim técnico de pesquisa soja 2006**. Rondonópolis, MT: Fundação Mato Grosso, 2006.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1998. 114 p.

BARCELLOS, A. L.; IGNACZAK, J.C. Efeito da ferrugem da folha em diferentes estágios de desenvolvimento do trigo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1978, Porto Alegre. **Solos e técnicas culturais, economia e sanidade**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1978. p. 212-219.

BARCELLOS, A. L.; MORAES-FERNANDES, M. I. B.; ROELFS, A. P. Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita*): durabilidade da resistência. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 23, n. 2, p. 101-117, 1997.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L.; FREGONEZI, L. E. Efeito de época de aplicação de fungicidas no rendimento do trigo. **Biológico**, São Paulo, v. 50, n. 8, p. 181-186, 1984.

BARROS, B. C. Trigo/Brasil: o papel das doenças na baixa produtividade. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 2, p. 703-710, 1985.

BARROS, B. C. **Avaliação da resistência varietal e da resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico de oídio, mancha marrom e ferrugem da folha**. 1988. 122 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L.; PATRICIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.

BAUER, F. C. **Distribuição e deposição da pulverização em diferentes condições operacionais na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2002. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2010/2011: sexto levantamento: março/2011**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_03_10_09_03_02_boletim_marco-11%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 10 maio 2011.

COOK, R. J.; HIMS, M. J.; VAUGHAN, T. B. Effects of fungicide spray timing on winter disease control. **Plant Pathology**, Cambridge, v. 48, p. 33-50, 1999.

COOKE, B. K. et al. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticides performance. **Crop Protection**, Surrey, v. 9, n. 4, p. 697, 1990.

CHRISTOVAM, R. S. et al. Ângulo e velocidade de ar na barra sobre a deposição da pulverização na cultura da soja. **Revista Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 244, 2007.

CHRISTOVAM, R. S. **Assistência de ar e aplicação em volume baixo no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow)**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

CHRISTOVAM, R. S. et al. Assistência de ar em barra de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja. **Bragantia**, São Paulo, v. 69, p. 232-238, 2010.

CHRISTOVAM, R. S. et al. Effect of nozzle angle and air-jet parameters in air-assisted sprayer on biological effect of soybean asian rust chemical protection. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v. 50, n. 3, p. 347-353, 2010.

DALLAGNOL, L. J. et al, E.M. Influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 139-137, 2006.

DIMMOCK, J. P. R. E.; GOODING, M. J. The effect of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 138, p. 1-16, 2002.

DORR, G. J. The effect of orientation and fan angle on spray deposition by flat fan nozzles. In: AGRICULTURAL ENGINEERS CONFERENCE, 1990, Toowoomba. **Proceedings...** Barton: Institution of Engineers, 1990. p. 30-32.

FEDRIZZI, M. et al. Laser system for the movement track of a horizontal spray boom: equipment, methodology and first experimental results. **Rivista di Ingegneria Agraria**, Bologna, v. 26, n. 3, p. 129-126, 1995.

FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. Sistema de suporte à tomada de decisão para otimização do uso de fungicidas na cultura do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 9-17, 1999.

FERNANDES, J. M. C. et al. Resposta de cultivares de trigo ao tratamento com fungicidas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 11., 1980, Porto Alegre. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1980. p. 56-75.

FRIESEN, G. H.; WALL, D. A. Effect of application factors on efficacy of fluazifop-P-butyl in flax. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, n. 3, p. 504-508, 1991.

GARCIA, L. C. et al. Black-oats (*Avena strigosa* Schreb) control with contact burndown herbicide applied at different carrier volumes, with and without air assistance at sleeve boom sprayer. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.758-763, Sept./Dec. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n3/a29v24n3.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2009.

GIORDANI, N. A.; NETO, N. Resposta de cultivares e linhagens de trigo a fungicidas: 1985. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14., 1986, Londrina. **Resumos...** Londrina: Iapar, 1986. p. 88.

GOULART, A. C. P. et al. Controle de doenças da parte aérea do trigo pela aplicação de fungicidas: viabilidade técnica e econômica. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 24, n. 2, p. 160-167, 1998.

HETZLER, J. et al. Interaction between *Cochliobolus sativus* and wheat cultivars. In: SAUNDERS, D. A. (Ed.). **Proceedings of international conference on wheat for non-traditional warmer areas**. Mexico: Cimmyt, 1991. p. 146-164.

HEWSTONE. Los cambios genéricos y agronômicos que incrementaron el rendimiento de trigo en Chile. In: KOHLI, M. M.; MARTINO, D. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. La Estanzuela: CIMMYT; INIA, 1998.

HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. In: COOPAVEL/COODETEC/BAYER. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**, Cascavel, 2003. p. 48-74.

INDICAÇÕES técnicas da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 35., 2004, Passo Fundo. **Indicações técnicas...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 119 p.

JORGENSEN, L.; WITT, K. L. Spraying and the impact on the environment: Spraying technique in relation to approval and use of pesticides in Northern Europe. In: HARDI INTERNATIONAL. **Hardi international application technology course 2000**. Taastrup, 2000. v. 1, chap. 2, p. 4-16.

KAUL, P. et al. Modelling of direct drift of plant protection products – field sprayers. **Nachrichttenblatt-des-Deutschen-Pflanzenschutzdienstes**, German, v. 48, n. 2, p. 21-31, 1996.

KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças do trigo**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2.

KOCH, H. The evolution of application techniques in Europe. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996. Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC; UNESP, 1997. p. 30-38.

LEONARD, R. et al. The effect of air assistance on spray deposition and biological effect in the control *Phytophthora infestans* in potatoes. **Aspects of Applied Biology**, Warwick, n. 57, p. 243-249, 2000.

LOCKLEY, K. D. Efficacy of fungicides applied to winter wheat by air-assisted sprayers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION TECHNIQUES, 2., 1993, Strasburg. **Proceedings...** Strasburg: BCPC, 1993. Não paginado.

MACIEL, C. D. G. et al. Estimativa de depósito e distribuição da calda de pulverização em papel hidrossensível e plantas de *Ipomea grandifolia*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2., 2001, Jundiaí. **Resumos...** Campinas: IAC, 2001. Não paginado.

MAY, M. J. Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. In: LAVERS, A. et al. (Eds.). **Air-assisted spraying in crop protection**. Swansea: BCPC, 1991. p. 89-96. (BCPC monograph, 46).

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. 359 p.

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

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

MAULER-MACHINIK, A.; ZAHN, K. Ear fusarioses in wheat-new findings on their epidemiology and control with Folicur (tebuconazole). **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Monheim am Rhein, v. 47, p. 129-155. 1994.

McMULLEN, M. Fungicide technology network of the national FHB initiative-1998. In: NATIONAL FUSARIUM HEAD BLIGHT FORUM, 1998, Michigan. **Proceedings...** Michigan: Michigan State University, 1998. p. 47-50.

MENEGHETTI, R. C. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Mecanização Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MEHTA, Y. R. et al. Integrated management of major wheat diseases in Brazil: an example for the Southern Cone region of Latin America. **Crop Protection**, New York, v. 11, p. 517-524, 1992.

MEHTA, Y. R. **Manejo integrado de enfermedades del trigo**. Santa Cruz de la Sierra: Imprenta Landivar, 1993. 314 p.

MILLER, P. Engineering research and development related to ground-based crop sprayers. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC; UNESP, FCAV, 1997. p. 102-109.

MORRIS, M. L.; BELAID, A.; BYERLEE, D. Wheat and barley production in rainfed marginal environments of the developing world: part 1. In: CIMMYT. **1990-91 CIMMYT world wheat facts and trends**. Mexico, DF, 1991. p. 1-28.

NORDBO, E. Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments. **Crop Protection**, Oxford, v. 11, n. 3, p. 272-277, 1992.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.

PANNETON, B.; PHILION, H.; THEEIALT, R.; KHELIFI, M. Spray chamber evaluation of air-assisted spraying on potato plants. **Transactions of ASAE**, Saint Joseph, v. 43, n. 3, p. 529-534, 2000.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Efeito da ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) sobre o rendimento de grãos da cultivar BR 34 tratada com fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, p. 286, 1994. Suplemento.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Efeito de diferentes fungicidas sobre o rendimento de grãos, sobre o peso do hectolitro e sobre o controle da ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*), em trigo, cultivar BR 34. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, p. 319, 1995.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. Controle da ferrugem da folha e da mancha bronzeada da folha de trigo pelo uso de fungicidas em tratamento de sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 100-100, mar. 2001.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 329-334, 2003.

RAETANO, C. G.; MERLIN, A. Avanços tecnológicos no controle da ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, DFP, 2006. p. 115-138.

RECOMENDAÇÕES da Comissão Técnica de Trigo para 2002. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n. 167, 2002. 92 p.

REIS, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PICCININI, E. C. **Estratégias para o controle de doenças do trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1988. 50 p. (Documentos, n. 7).

REIS, E. M. **Doenças do trigo III: giberela**. 2. ed. São Paulo: Bayer, 1988. 13 p.

REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; CASA, R. T. Controle químico de *Gibberella zeae* em trigo, um problema de deposição de fungicidas em anteras. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 22, p. 39-42, 1996.

REIS, E. M. et al. Effect of leaf rust on wheat grain yield. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 67-71, 2000.

SAUER, R. Fungizide brauchen “ziehlwasser”. **DLL-Agrarmagazin**, Munchen, v. 2, p. 76-77. 1999.

SCUDELER, F.; RAETANO, C. G. Spray deposition and losses in potato as a function of air-assistance and sprayer boom angle. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 515-521, 2006.

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

SILVA, M. A. S. **Depósitos da calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em diferentes condições de aplicação**. 2001. 53 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TAYLOR, W. A.; ANDERSEN, P. G. A review of benefits of air assisted spraying trials in arable crops. **Aspects of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 48, p. 163-174, 1997.

TEIXEIRA, M. M.; DELGADO, L. M.; FIGUEIREDO, J. L. A. Efeito do volume de pulverização e da população de gotas na eficácia de tratamentos herbicidas utilizando pulverizadores hidráulicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 115.

TOMAZELLA, M. S. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea* (Link) Witc., volume e ângulo de aplicação.** Botucatu, 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

TOMAZELA, M. S. **Efeitos do estágio de desenvolvimento de *Brachiaria plantaginea* (Link) Witch, ângulo de aplicação e tipo de ponta na deposição da calda de pulverização.** 2001. 53 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

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, 1994, Brighton. **Pests and diseases: proceedings...** Brighton: BCPC, 1994. p. 313-318.

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**, Jaguariúna, v.29, n.4, p. 323-9, 2003.

VENEGAS, F. **Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata.** 2002. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

VIGANÓ, L.; RAETANO, C. G. Assistência de ar e volumes de aplicação na deposição de calda e no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n 3, p. 734-741, 2007.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A. Decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.