

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO
DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rosana Ceolin Meneghetti

Santa Maria, RS, Brasil

2006

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

por

Rosana Ceolin Meneghetti

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO
DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO**

elaborada por
Rosana Ceolin Meneghetti

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ricardo Silveiro Balardin, PhD.
(Presidente/Orientador)

José Fernando Schlosser, Dr. (UFSM)

Ivan Francisco D. da Costa, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 01 de março de 2006.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade.

Ao professor PhD. Ricardo Silveiro Balardin e família, pela orientação e ensinamentos, importantes na contribuição de minha formação científica e principalmente pela amizade, incentivo, compreensão e confiança depositada na execução deste trabalho.

A minha família, em especial ao meu pai, Robertinho Luiz Meneghetti, e a minha mãe, Zenita Ceolin Meneghetti, pelo esforço e dedicação incansável, no decorrer da minha vida.

Aos meus queridos irmãos, Priscila Ceolin Meneghetti e Luiz Roberto Ceolin Meneghetti, pelo amor, convivência e paciência.

Ao bolsista e amigo Alisson Gosenheimer e Evandro Boligon, pelo apoio e dedicação na execução do trabalho.

Aos colegas Anderson, Mauro, Leandro, Lucas, Etiane, Alisson S., Marcelo T., Marcelo M. e Andressa pelo apoio e amizade.

Aos amigos e colegas Clarissa Cogo, Angélica Bonumá, Benjamin Osório Filho, Átila Cardinal, Cristiano Bitencourt, Caroline Girald, Jorge Bonini, Alisson Celmer pela amizade.

Aos colegas e amigos da Pós-graduação Rejane, Tatiana, Simone, Luiz Fernando, Henrique, Marcelino, Valmir, Danilo, Fabrício e Diego pelo carinho e conselhos sempre bem-vindos.

Aos amigos Isaac, Karina, Eduardo e Luciano pelo apoio.

A todos os professores, funcionários e alunos da UFSM que, direta ou indiretamente colaboraram e possibilitaram a execução deste trabalho.

Aos demais colegas e amigos, pelo apoio e amizade.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida durante o tempo de realização do curso.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais
volta ao seu tamanho original.

Albert Einstein

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NA CULTURA DO TRIGO

Autor: Rosana Ceolin Meneghetti

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de março de 2006.

A presença de orvalho no momento das aplicações de fungicidas pode interferir ou não na eficiência agrônômica dos produtos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de fungicidas na presença e/ou ausência de orvalho no controle de doenças foliares na cultura do trigo bem como avaliar a influência do horário de aplicação e do volume de calda utilizado sobre a eficácia de fungicidas no controle de manchas foliares na cultura do trigo. Foram instalados dois experimentos em Itaara – RS. O primeiro foi estruturado com base na interação de três fungicidas, três tipos de pontas de pulverização (cone, leque, duplo leque), presença ou ausência de orvalho na planta submetida aos fungicidas. Para aplicação dos fungicidas foi utilizado vazão de 200 L/ha. No segundo experimento foram avaliados diversos fatores da aplicação como horários e volumes de calda (60, 80 e 100 L/ha). Os resultados obtidos mostraram que as aplicações dos fungicidas não foram influenciadas pela presença de orvalho, quando utilizadas pontas que produziram gotas do tipo muito fina e que não causaram escorrimento dos fungicidas. Aplicações de fungicidas na ausência de orvalho apresentaram bom controle quando as pontas utilizadas produziram gotas classificadas como finas. Aplicações de fungicidas com a utilização de 100 L/ha se tornaram eficientes quando aplicadas sob condições adequadas de temperatura, umidade e velocidade do vento.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, orvalho, controle químico, trigo

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agricultural Engineer
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

FUNGICIDE SPRAY TECNOLOGY ON WHEAT CROP

Author: Rosana Ceolin Meneghetti
Adviser: Ricardo Silveiro Balardin
Date and place: Santa Maria, March, 01 of 2006.

The presence of dew at fungicide spray might change de efficiency. So, the work was carried out to evaluate changes on fungicides efficiency on control of wheat diseases due to presence of dew on leaf surface at the moment of spray. In addition, the time of spray and gallonage of the product was considered. Two experiments were carried out at Itaara – RS. The first experiment was structured based on three factorial design which factors were fungicides, nozzles (hollow cone, flat fan and twin jet) and dew (presence or absence). It was used the gallonage of 200 L/ha. The second experiment considered the time of spray and fungicide gallonage (60, 80 and 100 L/ha). The fungicide spray was not influenced by the presence of dew on leaf surface at the moment of application since the nozzles produce very small droplets with no wash out. Application of fungicides with no dew on the leaf surface produced good disease control. However, the nozzle utilized should produce small droplets. Fungicide application with a gallonage of 100 L/ha showed efficiency if temperature, humidity and wind velocity were adequate to the spray.

Key-Words: spray tecnologia, dew, chemical control, wheat

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos considerados no experimento. Santa Maria – RS, 2006.....	25
TABELA 2 - Condições climáticas observadas durante a execução do experimento. Santa Maria – RS, 2006.....	26
TABELA 3 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.	31
TABELA 4 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.....	32
TABELA 5 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006.....	32
TABELA 6 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006..	33
TABELA 7 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.....	34
TABELA 8 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006....	34
TABELA 9 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006..	35
TABELA 10 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de	36

ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.....	
TABELA 11 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006.....	36
TABELA 12 - Rendimento de grãos (kg/ha) obtidos com a aplicação dos tratamentos na cultivar OR1. Santa Maria – RS, 2006.....	37
TABELA 13 - Tratamentos e condições técnicas utilizadas no experimento. Santa Maria – RS, 2006.....	41
TABELA 14 - Condições climáticas observadas no dia 17/09/2004, durante a execução do experimento. Santa Maria – RS, 2006.....	42
TABELA 15 - Cobertura e diâmetro da média volumétrica (DMV) das gotas recuperadas em duas posições do dossel das plantas de trigo da cultivar BRS 194. Santa Maria – RS, 2006.....	45
TABELA 16 - Severidade de manchas foliares nos tratamentos utilizados. Santa Maria – RS, 2006.....	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Cobertura obtida em cartões hidrossensíveis, na parte superior e inferior (50 e 20 cm do solo) do dossel da cultura do trigo, com os respectivos volumes 60, 80 e 100 L/ha. Santa Maria – RS	45
FIGURA 2 - Rendimento de grãos obtidos das aplicações realizadas em diferentes horários e volumes de calda. Santa Maria – RS	47

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Classificação das gotas de acordo com o diâmetro mediano volumétrico (DMV)	55
ANEXO 2 - Escala modificada de Feeks & Large, para caracterização de estádios de desenvolvimento do trigo	57

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
3 INFLUÊNCIA DO ORVALHO NO DESEMPENHO DE TRÊS TIPOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO	23
3.1 Material e métodos	23
3.1.1 Local	23
3.1.2 Cultivar e manejo utilizado	23
3.1.3 Equipamento	24
3.1.4 Aplicação dos tratamentos	24
3.1.5 Variáveis experimentais	26
3.1.6 Produtividade.....	26
3.1.7 Unidade experimental, delineamento de campo e análise estatística .	27
3.2 Resultados e discussão	27
4 EFEITO DO HORÁRIO E DO VOLUME DE APLICAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS	38
4.1 Material e métodos	38
4.1.1 Local	38
4.1.2 Cultivares e manejo utilizado	38
4.1.3 Equipamentos	38
4.1.4 Aplicação dos tratamentos	39

4.1.5 Variáveis Experimentais	39
4.1.5.1 Severidade	39
4.1.5.2 Produtividade.....	39
4.1.6 Delineamento experimental e análise estatística	40
4.2.Resultados e discussão	42
5 CONCLUSÕES GERAIS	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	53

1 INTRODUÇÃO

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.

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. 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.

Um outro fator ambiental de ocorrência freqüente no Sul do Brasil é o orvalho. A transformação do vapor de água do ar, em gotas de água, proporciona o acúmulo deste líquido, sobre qualquer superfície esfriada pelo processo normal e natural de perda de calor para o ambiente. A deposição de gotas de água sobre a superfície de plantas, sob a forma de orvalho, tem restringido as pulverizações, reduzindo o limitado período favorável para a aplicação de fungicidas. Por outro

lado, a formação de orvalho indica a ocorrência de condições de elevada umidade do ar e temperaturas mais amenas, propícias para as aplicações.

Deste modo, os objetivos do presente trabalho foram: avaliar o controle de doenças foliares na cultura do trigo na presença e ausência de orvalho; e avaliar a influência do horário de aplicação e do volume de calda utilizado sobre a eficácia de controle de manchas foliares na cultura do trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O mercado brasileiro de agrotóxicos foi, no ano de 2003, de US\$3,14 bilhões (LIMA, 2004) e, segundo dados obtidos por Gandolfo (2002), falhas no treinamento dos aplicadores geram, em média, taxas de aplicação 18% maiores em 42% dos pulverizadores em uso, chegando a um valor hipotético de US\$ 237 milhões em produtos jogados fora em função deste baixo conhecimento.

Ao determinar o alvo a ser atingido, o produto deve exercer a sua ação sobre o patógeno que se quer controlar. Uma aplicação adequada é aquela que, realizada no momento correto, proporciona cobertura suficiente do alvo e nele deposita a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos (MATUO, 1990). O estudo das características dos alvos deve incluir a análise da movimentação do produto nas folhas, o estágio de desenvolvimento, serosidade, pilosidade, rugosidade, face da folha (inferior/superior) e arquitetura das plantas (ANTUNIASSI, 2004). Estes fatores são fundamentais para a definição da retenção das gotas nas folhas e na própria eficiência de penetração dos produtos nos tecidos vegetais.

Diretamente relacionado ao alvo, está a definição de parâmetros como volume de aplicação e tamanho de gotas. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação dentre outros fatores. O volume de calda influencia também na eficiência operacional da aplicação, pois o tempo gasto nas atividades de reabastecimento altera significativamente a capacidade operacional dos pulverizadores (número de hectares tratados por hora) (ANTUNIASSI, 2004).

A redução do volume de calda requer, porém, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo. Assim, há necessidade de estudos

que viabilizem a redução do volume de aplicação de fungicidas, para permitir a utilização de bicos e volumes de calda adequados (SILVA, 1999).

Os resultados das aplicações em lavouras podem ser altamente variáveis. Em geral, o grau de sucesso é determinado pela intensidade e uniformidade da cobertura. A eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas, também da uniformidade de cobertura do alvo (MCNICHOL et al., 1997). Entretanto, a necessidade de cobertura do alvo de aplicação ainda não está completamente elucidada. Ozeki & Kunz (1996), ressaltam que a qualidade da cobertura está na dependência direta do diâmetro de gotas. A cobertura necessária para o controle efetivo de doenças diverge entre pesquisadores. Para Ozeki & Kunz (1996), uma densidade de 30 a 50 gotas/cm² é suficiente para adequada eficiência dos fungicidas sistêmicos. Christofolletti (1999) aponta a necessidade de se trabalhar com 30 a 40 gotas/cm². Marochi & Schmidt (1996) citam uma densidade de 50 a 70 gotas/cm² como adequada para esses fungicidas. Segundo Antuniassi (2004), os produtos sistêmicos direcionados às folhas poderiam ser aplicados com menor densidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores. Isto facilitaria a adoção de técnicas para a redução de deriva, melhorando a segurança da aplicação e aumentando a eficiência operacional das mesmas.

De acordo com Marques (1997, apud DALLA LANA, 2002) as pontas de pulverização constituem a base da pulverização, sendo que cada tratamento químico requer um determinado tipo de ponta que melhor se adapte às características desejadas, no que se refere a local de deposição, volume e tamanho das gotas. As pontas podem ser consideradas como os componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, por determinarem as características da pulverização emitida. Existe no mercado uma diversidade de pontas hidráulicas, com diferentes características técnicas e operacionais (CUNHA & TEIXEIRA, 2003). Da correta seleção da ponta de pulverização depende a penetração e a fixação da calda na cultura, e como conseqüência, a eficácia do controle químico (MATUO et al., 2004).

Segundo Matthews (1992) as pulverizações apresentam espectro com grande número de gotas que, na maioria das vezes, possuem diâmetro inferior a 500µm. O tamanho de gotas, massa ou volume obtido por intermédio do diâmetro,

tem grande importância para os produtos fitossanitários, tanto com relação à eficácia de aplicação como no sentido de reduzir os riscos de contaminação ambiental. A tendência atual é de aplicações com volumes e diâmetros menores, buscando-se maior cobertura e penetração na folhagem. O espectro de pulverização de um bico é composto de um grande número de gotas de tamanhos diferentes. Por tamanho de gota entende-se o tamanho de uma só gota. O tamanho das gotas geralmente é expresso em micrômetros (μm) que equivalem a 0,001 mm. O micrômetro é uma unidade de medida apropriada porque é tão pequena, que permite expressar o tamanho de gota em cifras inteiras (SPRAYNING SYSTEMS CO., 1999).

O espectro de gotas é a classificação por classes de tamanho em percentagem de volume ou de número de gotas, sendo que deve-se buscar homogeneidade das gotas. A pulverização também é caracterizada por um número representando o diâmetro mediano das gotas, podendo ser estudado como diâmetro mediano volumétrico ou diâmetro mediano numérico. A densidade de gotas é expressa pelo número de gotas por unidade de área, correspondendo a quantidade de produto ativo depositado sobre o alvo (VELLOSO et. al., 1984).

O uso de maneira inadequado dos produtos fitossanitários, segundo Salyani et al. (1987), torna-se um sério risco à saúde humana e ambiental, por isto é importante reduzir as perdas na aplicação, através do aumento na eficiência das operações de pulverizações. As perdas envolvidas entre o transporte e o impacto das gotas contribuem para a ineficiência das aplicações. As gotas pequenas derivam para além da área alvo, enquanto as grandes tendem a escorrer da superfície alvo e cair no solo. A eficácia de uma pulverização não depende somente da quantidade mas também da distribuição no alvo.

Quando se pulveriza uma cultura ou uma vegetação, em área total, visando as folhas, muitas gotas caem entre a folhagem, principalmente no espaço entre as linhas e no solo. Outra parte da pulverização emitida pela máquina pode não chegar ao alvo, seja por arrastamento pelo vento (deriva) ou mesmo pela evaporação do diluente da calda (normalmente água), deixando o princípio ativo em suspensão no ar (CHRISTOFOLETTI, 1996).

A diminuição do diâmetro da gota aumenta a resistência oferecida pelo ar, devido à redução do peso, resultando numa menor velocidade de deslocamento. Com isto, os ventos e as correntes ascendentes de ar, carregam estas gotas para longe do alvo, o que é chamado de deriva. O deslocamento por deriva é maior para

as gotas de menor diâmetro. No momento da aplicação, as gotas separam-se no ar, devido à diferença de diâmetro, sendo que as maiores caem próximas ao local onde foram geradas e as menores longe deste ponto devido ao efeito deriva (VELLOSO et al., 1984).

Algumas pessoas acreditam, erroneamente, que aumentar o volume de água e aumentar a pressão sobre o líquido até a formação de gotas pequenas, proporcionaria uma melhor eficiência ou distribuição de produtos fitossanitários. A formação de gotas muito pequenas resulta na falsa impressão visual de que o produto está cobrindo totalmente as plantas. Entretanto, essa névoa, pode ser formada por gotas muito pequenas ($<100\mu\text{m}$), que são volatilizadas ou arrastadas facilmente, não atingindo o alvo (GASSEN, 2003). Gotas menores que $50\mu\text{m}$ permanecem no ar indefinidamente ou até a sua completa evaporação (ZHU et al., 1994; RAMOS & PIO, 2000). A velocidade com que o tamanho da gota diminui é mais rápida sob circunstâncias tropicais, com temperaturas maiores e condições de baixa umidade (MATTHEWS, 1992). Nestas circunstâncias, uma grande proporção da pulverização não pode ser coletada dentro da área que está sendo tratada, pois o movimento ascendente de gotas pequenas ($<100\mu\text{m}$) é contrabalançado pelas correntes que deslocam as gotas para outras partes. Quando as áreas envolvidas são relativamente pequenas, as correntes podem depositar gotas em uma área totalmente diferente, contaminando outras lavouras ou pastos (MATTHEWS, 1992). Por outro lado, gotas grandes não conseguem penetrar na cultura, colidindo com a primeira camada de folhas e proporcionando escorrimento (MATUO et al., 2004). Nordbo (1992) esclarece que a aplicação sob maiores volumes de pulverização, associada às gotas maiores, frequentemente diminui a quantidade de ingrediente ativo retido na folha por causa do escorrimento da calda de sua superfície para outros pontos.

Estudo realizado por Zhu et al. (1994) demonstra que gotas de $200\mu\text{m}$ de diâmetro apresentam deriva inferior quando comparado a gotas de $100\mu\text{m}$. Em vento com velocidade de $5,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e 60% de umidade relativa, gotas de $100\mu\text{m}$ sofreram deriva de 6,48 metros, enquanto que os desvios de gotas de $200\mu\text{m}$ foram 0,04; 0,36 e 0,82 metros quando submetidas a velocidades de vento 0,5; 5,0 e $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente. A umidade relativa variando no intervalo de 20 a 100 % teve influência muito limitada em se tratando de deriva e redução de gotas de $200\mu\text{m}$ de diâmetro.

Ainda o mesmo autor, afirma que gotas de água de 50 μm ou menores são muito suscetíveis a deriva e evaporam antes de atingirem 0,5 m abaixo do ponto de descarga sob velocidades do vento de 0,5 a 10 m.s^{-1} e umidade relativa entre 20 e 80%. A deriva destas gotas aumenta rapidamente com a ação de ventos crescentes, sendo que a 60% de umidade relativa quando em velocidades de ventos 0,5; 5,0 e 10 m.s^{-1} se deslocaram a 3,86, 22,1 e 42,1 metros, respectivamente, antes de completamente evaporadas.

Segundo Ramos (2000), a aplicação de defensivos agrícolas não difere essencialmente daquela realizada há 100 anos e se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico.

O emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990) é importante para redução de erros e garantir eficiência na aplicação.

As aplicações de agroquímicos sofrem grande influência das condições do ambiente. Os principais fatores são a temperatura e umidade relativa do ar, umidade do solo, velocidade do vento e orvalho. No sul do Brasil, normalmente a umidade relativa do ar é deficiente nos meses de novembro a fevereiro entre às 10h da manhã e às 18h da tarde, ficando abaixo de 60% que é considerado o valor mínimo para pulverização (RUEDELL, 1995).

Christofolletti (1996), afirmou que gotas de um mesmo tamanho podem ter comportamento diferente se forem avaliadas em diferentes condições ambientais.

A redução do volume aplicado sobre o alvo biológico tende a agilizar a aplicação de defensivos, oportunizando as aplicações dentro das condições climáticas mais favoráveis, além de liberar equipamentos, máquinas e mão-de-obra para outras atividades dentro da propriedade (MAROCHI & SCHMIDT, 1996).

A tendência atual, devido ao alto custo do transporte de água e a perda de tempo em constantes paradas para o reabastecimento do pulverizador, é a prática de utilização de menor volume na aplicação. Neste caso, é necessário o uso de gotas menores e mais uniformes para uma adequada cobertura do alvo (MATUO, 1990).

Marochi & Schmidt (1996), usando pulverizadores com capacidade para 2000 e 6000 litros e volumes de aplicação de 100 e 300 L.ha⁻¹, observaram economia de tempo com o emprego do menor volume, possibilitando aplicações nas horas de melhores condições para pulverizações durante o dia.

•Orvalho

O orvalho é um fenômeno de condensação atmosférica de grande importância na agricultura e no ambiente, havendo regiões em que se configura como a principal fonte de água. A duração do período de molhamento e a quantidade de orvalho sobre as plantas afetam o teor de umidade nos grãos e a escolha das épocas adequadas para a colheita de algumas culturas; afetam também a aplicação e a eficácia dos tratamentos fitossanitários; pode inibir o congelamento em plantas devido à liberação de calor latente de evaporação, na condensação; reduz ou inibe a evapotranspiração aumentando o potencial hídrico dos vegetais (AMADOR, 1987).

O orvalho foi definido como a deposição de gotas de água por condensação direta do vapor de água do ar, sobre superfícies resfriadas pela radiação noturna. Slatyer & McIlroy (1961) afirmaram que o orvalho já formado pode persistir por algumas horas ou ainda o dia todo, embora seja mais freqüente a evaporação entre uma ou duas horas depois da condensação cessar. Estes pesquisadores também afirmaram que sob condições favoráveis, a condensação pode iniciar algumas horas antes do por do sol e permanecer por algum tempo depois do nascer do sol.

Em climas áridos, o orvalho desempenha dupla finalidade no crescimento vegetal: atrasa o aumento da temperatura foliar na manhã seguinte, reduzindo a evapotranspiração e, fornece água para uso direto pela planta (MOTA, 1983).

Estudando orvalho em trigo, Amador (1987), constatou que embora as maiores quantidades de orvalho tenham se condensado nas partes mais altas da cultura, a maioria das superfícies das plantas experimentam períodos de igual duração de molhamento.

Em trabalhos desenvolvidos com herbicidas sistêmicos, em diferentes culturas e em dessecação quando se realizaram aplicações com volumes elevados e com elevada presença de orvalho, ocorreu escorrimento do produto das folhas, com o herbicida ficando fora do alvo. O orvalho é benéfico, em condição de

falta de água, para vários herbicidas pós-emergentes, porém diminui a atividade para outros, pela alta diluição que ocorre antes da absorção. Dessa forma, deve-se associar a utilização de pontas adequadas para a aplicação, a fim de reduzir os efeitos de escorrimento (MAROCHI, 1995).

•Cultura do trigo

As doenças e a má aplicação de defensivos agrícolas estão entre os fatores que mais tem contribuído para a limitação de produtividade na triticultura brasileira. As perdas em rendimento provocadas pela incidência de doenças em trigo variam, conforme o tipo de patógeno, a localidade, as condições ambientais, a suscetibilidade da cultivar e as medidas de controle empregadas. Os patógenos mais importantes são os fungos *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis*, causadores, respectivamente, da mancha marrom e da mancha bronzeada da folha.

O oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (E. Marchal.)) é uma doença que pode causar perdas de até 62% (LINHARES, 1988; FERNANDES, et al., 1988; REIS et al., 1997). Manchas brancas superficiais sobre as folhas que se desenvolvem em pequenas massas branco acinzentadas, de aspecto pulverulento, que podem cobrir toda a superfície foliar, a medida que passa o tempo a coloração passa a cinza. No lado oposto da folha aparecem manchas amareladas. A doença normalmente é observada em toda a parte aérea da planta, sendo mais severa nas cultivares suscetíveis.

O oídio aparece inicialmente em plantas isoladas, espalhando-se para plantas vizinhas, e atingindo em pouco tempo todas as plantas. Este fungo inicia seu aparecimento pela parte baixa das plantas subindo para as folhas superiores rapidamente. Os maiores problemas sentidos são o pouco peso do grão, o número baixo de grãos e a redução do número das espigas.

O controle do oídio de trigo pode ser realizado de duas maneiras: pelo uso de fungicidas triazóis em tratamento de sementes ou pelo controle de doença na parte aérea (PICININI & FERNANDES, 2000).

A ferrugem da folha (*Puccinia triticina* Erikss) é uma das principais doenças que atacam o trigo no Brasil. Em ensaios realizados por Picinini & Fernandes (1994b; 1995), foram determinadas perdas de até 80% no rendimento de grãos e de até 10% no peso de grãos. O fungo ataca principalmente as folhas,

manifestando-se através de pústulas de formato arredondado, coloração amarelo-alaranjada. 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, sendo que 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 cultivares resistentes e controle químico com triazóis.

As principais manchas foliares do trigo, no Sul do Brasil, e que são alvo do controle químico são a mancha amarela da folha, causada por *Drechslera tritici-repentis* (Died), a mancha marrom, causada por *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), e a septoriose, causada por *Stagonospora nodorum* (Berk) (REIS, 1994). As sementes infectadas e os restos culturais constituem as principais fontes de inóculo primário para os fungos causadores de manchas foliares em trigo (WIESE, 1987).

A mancha amarela da folha do trigo é de ocorrência mundial, sendo a doença mais freqüente e mais intensa nas lavouras em que o trigo é cultivado em monocultura e em sistema plantio direto (REIS & CASA, 1996). *Bipolaris sorokiniana* não é considerado patógeno severo à cultura de trigo nas regiões mais frias do Brasil, porém é o fungo mais freqüente associado à semente de trigo (REIS et al., 1997).

O uso de sementes com boa sanidade e o tratamento de sementes com fungicidas e doses eficientes, associado à rotação de culturas, reduz o inóculo primário. Assim, retarda-se o aparecimento dos fungos causadores das manchas foliares nas lavouras, mesmo em cultivares suscetíveis e em anos climaticamente adversos, de modo que, em muitos casos, o limiar de dano não é atingido.

3 INFLUÊNCIA DO ORVALHO NO DESEMPENHO DE TRÊS TIPOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

3.1 Material e métodos

3.1.1 Local

Este trabalho foi executado no município de Itaara, RS, localizado em latitude 29°35', longitude 53°48' e altitude de 444m, no período de 01/06/2004 a 31/10/2004.

3.1.2 Cultivar e manejo utilizado

A cultivar de trigo utilizada neste trabalho foi a OR1, sendo adotado o espaçamento de 22 cm entre linhas. A semeadura foi realizada em área de cultivo em sistema de plantio direto no dia 15 de junho de 2004.

Os tratos culturais utilizados seguiram o exposto nas Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (2000), no tocante à adubação, controle de ervas daninhas e insetos pragas.

A cultivar OR1 foi utilizada por apresentar um ciclo mais longo (138 dias), estatura baixa e se mostrar suscetível ao oídio e ferrugem, sendo moderadamente suscetível à manchas foliares.

3.1.3 Equipamento

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido à CO₂, com barra de aplicação dotada de quatro pontas de pulverização espaçadas em 50 cm. Foram utilizadas as pontas XR 11002 (jato plano de uso ampliado TeeJet®), TXVS 06 (cone vazio) e TJ60 11002 (jato plano duplo TwinJet®). A pressão de trabalho utilizada foi de 3×10^5 Pa e o volume de calda igual a 200 L.ha⁻¹.

A partir de observações realizadas durante a calibração dos tratamentos foi avaliado o diâmetro mediano volumétrico (DMV) de modo a determinar as condições técnicas de funcionamento das pontas utilizadas para aplicação dos tratamentos.

3.1.4 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos utilizados estão listados na Tabela 1. Foram realizadas duas aplicações de fungicidas. As aplicações foram realizadas nos dias 12 de agosto e 8 de setembro. As aplicações iniciaram aproximadamente 45 dias após a emergência.

A primeira aplicação foi determinada por monitoramento, isto é, quando a incidência de oídio se encontrava a 49%. A segunda aplicação foi realizada a partir do surgimento de novos sintomas das doenças, independentemente do intervalo de aplicação. Entretanto, o intervalo médio foi de 25 dias.

As aplicações com orvalho foram realizadas no período da manhã com horário variando entre 08h00min e 8h30min e sem orvalho no horário que variou entre as 15h00min e 16h00min. As condições de aplicação encontram-se na Tabela 2.

Após a aplicação de cada tratamento, o equipamento foi lavado com uma solução contendo acetona (10%) seguida de três lavagens com água visando remover os resíduos de acetona e produto.

TABELA 1 - Tratamentos considerados no experimento. Santa Maria – RS, 2006.

Fungicida*	Dose ** (L.ha ⁻¹)	Ponta de pulverização	Orvalho ***
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	XR 110 02	Presente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	XR 110 02	Presente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	XR 110 02	Presente
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	TXVS 06	Presente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	TXVS 06	Presente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	TXVS 06	Presente
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	TJ 60 110 02	Presente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	TJ 60 110 02	Presente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	TJ 60 110 02	Presente
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	XR 110 02	Ausente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	XR 110 02	Ausente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	XR 110 02	Ausente
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	TXVS 06	Ausente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	TXVS 06	Ausente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	TXVS 06	Ausente
Tebuconazole (250 g/L)	0,5	TJ 60 110 02	Ausente
Propiconazole (250 g/L)	0,5	TJ 60 110 02	Ausente
Tebuconazole (200 g/L)	0,6	TJ 60 110 02	Ausente
Testemunha			

* Ingrediente ativo do fungicida testado e dose do ingrediente ativo por hectare;

** Produto comercial;

*** Orvalho - gotas de água depositadas sobre a superfície foliar: ausência ou presença;

TABELA 2 - Condições climáticas observadas durante a execução do experimento. Santa Maria – RS, 2006.

Dia	Período	Horário	Temperatura (°C)*	Umidade relativa (%)*	Vento (km/h)*
12/08	Manhã	08h00min	11,8	98	2,1
	Tarde	15h00min	22,0	66	2,0
08/09	Manhã	08h00min	18,4	92	1,6
	Tarde	15h00min	19,2	86	2,8

* valores observados na latitude 29°35'e longitude de 53°48'.

3.1.5 Variáveis experimentais

A patometria utilizada no experimento foi severidade das doenças expressa como percentagem de tecido foliar infectado. A amostragem utilizada na avaliação considerou a folha bandeira, a folha bandeira-1 e a folha bandeira-2, sendo que em cada parcela foram coletadas, ao acaso, 10 plantas, e a severidade determinada em cada uma das folhas. Posteriormente, foi realizada uma média, cujo valor foi utilizado para a análise estatística. As avaliações foram realizadas aos 21 dias após a primeira aplicação e 21 dias após a segunda aplicação.

A eficiência dos tratamentos foi medida através da severidade obtida em parcelas com aplicação dos tratamentos e considerando as doenças foliares oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), ferrugem (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) e mancha marrom (*Drechslera tritici-repentis*). As demais manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana*, *Septoria nodorum* e *Septoria tritici*) embora presentes no experimento, não apresentaram incidência significativa e não foram consideradas nas avaliações.

3.1.6 Produtividade

Para análise de rendimento, as plantas presentes na área útil da parcela experimental (11 m²) foram cortadas e trilhadas em trilhadeira estacionária. As amostras foram pesadas, o valor convertido para 13% de umidade, e transformados em kg.ha⁻¹.

3.1.7 Unidade experimental, delineamento de campo e análise estatística

A parcela experimental foi composta de 12 linhas, espaçadas de 0,22m e 7,0m de comprimento, perfazendo uma área total de 18,2m² (2,6 x 7,0 m). O delineamento estatístico utilizado foi Trifatorial, 19 tratamentos e 04 repetições.

Para comparação das médias, foi utilizado o teste de comparação múltipla de médias de Tukey ($p < 0,05$) ("PlotIT" versão 3.2 para ambiente Windows). As análises estatísticas foram efetuadas através do software "Plot It" (SCIENTIFIC PROGRAMMING ENTREPRISES, 1997).

3.2 Resultados e discussão

Nas Tabelas 3 a 11 encontram-se os resultados obtidos através da avaliação de severidade de oídio, ferrugem e manchas foliares na cultura do trigo, bem como do rendimento obtido por plantas da cultivar OR1. A eficiência dos fungicidas no controle de doenças na cultura do trigo foi influenciada tanto pela presença ou ausência de orvalho como pelo tipo de ponta de pulverização utilizada. Todas as interações (produto x orvalho, ponta x orvalho, produto x orvalho x pontas) foram significativas pela análise das médias através do método de Tukey.

Na Tabela 3, 6 e 9 verificou-se que a utilização da ponta do tipo cone resultou no melhor controle das doenças foliares quando as aplicações foram realizadas em presença de orvalho considerando os menores índices de severidade observados, independente do tipo de produto utilizado. Segundo Balardin (2005), uma das maneiras de melhorar a cobertura e a aderência é diminuir o diâmetro das gotas, o que produz um aumento na superfície e na força de adesão. Devido ao tamanho de gota produzido pela ponta do tipo cone (muito fina), não ocorreu o escorrimento do produto da planta, assim, o orvalho pode até melhorar a eficiência de fungicidas através da redistribuição do produto na planta, bem como possibilitar a redução do volume de calda de pulverização e aumentar a autonomia do pulverizador.

O DMV observado na folha bandeira e na folha bandeira -2 variou entre 216 gotas.cm⁻² e 98 gotas/cm⁻². Estes parâmetros estão coerentes com as indicações do

fabricante e dentro das classes de tamanho de gotas (muito fina a fina), desejáveis para aplicação de fungicidas (Anexo I).

Velloso et al., (1984), relatam que os bicos com jato cônico, por produzirem gotas menores, são os mais indicados para pulverizações de fungicidas, porém produz gotas mais sujeitas à deriva do que as pontas de jato plano. Ao contrário, Spraying Systems Co. (1999), não recomendam o uso de bicos jato cônico em barras de pulverizadores. Este fabricante somente recomenda a utilização de bicos que formam jatos em forma de cones vazios nas aplicações de jato dirigido. Para aplicação de fungicidas com pulverizadores de barras, recomenda a utilização de pontas de jato plano (leques e duplos leques).

Em aplicações na ausência de orvalho, aplicações com as pontas de jato plano (leque), que produzem um tamanho de gota do tipo fina, ocorreram índices de severidade mais baixas. Isso ocorre porque o tamanho de gota produzido pela ponta de jato plano apresenta um DMV maior e o tempo de extinção da gota é maior do que uma gota produzida pela ponta do tipo cone.

Em condições ideais, de temperatura, umidade e velocidade do vento, como a deste trabalho, pontas do tipo cone apresentam um bom desempenho em relação as outras pontas, já que produz gotas do tipo muito finas, conseguindo penetração no dossel e excelente cobertura foliar.

O controle químico do oídio, independente da tecnologia utilizada, foi mais eficiente com o fungicida Tebuconazole 250 g/L. Para o controle de manchas foliares e ferrugem, Propiconazole 250 g/L e Tebuconazole 200 g/L apresentaram melhor desempenho, respectivamente. Estes produtos tiveram respostas semelhantes, na aplicação com ou sem a presença de orvalho. Segundo Casa et. al. (2002), o controle do oídio, mesmo em cultivares altamente suscetíveis, como 'OR 1', pode ser eficientemente realizado com fungicidas sistêmicos recomendados pela pesquisa, não sendo detectada insensibilidade do fungo aos mesmos.

No caso do rendimento, foi observado que a ponta XR 11002, em presença de orvalho obteve a menor resposta em rendimento, da cultivar OR1, embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa. Este resultado é coerente com os resultados obtidos em termos de severidade das doenças medido em plantas submetidas ao controle fungicida.

Fungicidas em geral necessitam de gotas menores (fina / muito fina) e boa cobertura, especialmente nas partes inferiores (folhas internas) das plantas, uma vez

que geralmente no grupo dos triazóis, por exemplo, não ocorre translocação basipetal.

Os bicos hidráulicos exercem grande influência sobre a qualidade da aplicação, estabelecendo as características da pulverização produzida (regulam a vazão, espectro de gotas e a forma do jato emitido). A forma do jato emitido depende do tipo de ponta utilizado, da pressão de trabalho e da maneira como a lâmina do líquido se forma e se desintegra (CHRISTOFOLETTI, 1999). No mercado existe uma gama de pontas que geram diferentes formas de jatos alterando as características da pulverização (MATUO, 1990; SPRAYING SYSTEMS CO., 1999). Cada tipo de bico tem seu uso específico, porém os que formam jato cônico, leque e duplo leque são recomendados para a aplicação de fungicidas (SPRAYING SYSTEMS CO., 1999).

McMullen (1998) relata que a aplicação de fungicida com diferentes bicos hidráulicos pode proporcionar diferentes níveis de controle das doenças, mas geralmente não são observadas diferenças estatísticas.

As pontas de jato plano (leque) são recomendadas para a maioria das aplicações de defensivos, inclusive fungicidas. As pontas de jato duplo leque proporcionam melhor penetração e melhor cobertura em relação às pontas de jato leque (SPRAYING SYSTEMS CO., 1999).

A pressão de pulverização não afeta somente o volume aplicado, mas também tem grande influência sobre o espectro de gotas geradas. Em um determinado bico a variação da pressão pode alterar todas as características da pulverização, além de aumentar ou diminuir a deriva (VELLOSO, 1984).

O tamanho de gotas é classificado de acordo com o seu diâmetro mediano volumétrico (DMV). Conforme a British Crop Protection Council (BCPC) as gotas são classificadas como muito finas, finas, médias, grossas e muito grossas (Anexo 1).

Gotas finas são recomendadas para obter melhor cobertura e gotas grossas para evitar a deriva (SPRAYING SYSTEMS CO., 1999). Christofolletti (1999) descreveu que para a maioria dos produtos químicos, inclusive os fungicidas, as categorias de pulverização médias e finas são as mais utilizadas.

Desta forma, os resultados obtidos permitiram concluir que a deposição de orvalho sobre a superfície de folhas não implicou em variação na eficácia de controle nas doenças foliares da cultura de trigo e que na ausência de orvalho foi observado

eficiência de controle pelos fungicidas quando foi utilizado pontas que produziram gotas classificadas como finas.

TABELA 3 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos			XR 110 02 (Leque)		TXVS 06 (Cone)		TJ60 11002 (Duplo leque)	
			Com orvalho	Sem orvalho	Com orvalho	Sem orvalho	Com orvalho	Sem orvalho
Ingrediente ativo	Dose/ha i.a	Dose*	Sev ¹	Sev	Sev	Sev	Sev	Sev
Tebuconazole	250 g/L	0,5	1,43 a ²	1,18 a	1,29 a	1,33 a	1,36 a	1,42 b
Propiconazole	250 g/L	0,5	1,52 bc	1,42 c	1,46 b	1,34 a	1,37 a	1,36 a
Tebuconazole	200 g/L	0,6	1,50 bc	1,28 b	1,55 c	1,34 ab	1,48 b	1,34 a
Testemunha			4,45 d	4,45 d	4,45 d	4,45 c	4,45 c	4,45 c
CV (%)			0,81	0,90	0,36	0,45	1,25	0,51
Média Ponta			1,39	ab	1,39	a	1,39	ab
CV(%)					0,51			

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 4 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Ingrediente ativo	Tratamentos		Orvalho	
	Dose/ha (i.a)	Dose*	Com Sev ¹	Sem Sev
Tebuconazole	250 g/L	0,5	1,36 a ²	1,31 a
Propiconazole	250 g/L	0,5	1,45 b	1,37 b
Tebuconazole	200 g/L	0,6	1,51 c	1,32 a
Testemunha			4,45 d	4,45 c
CV (%)			0,57	0,49

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 5 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de oídio em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos	Orvalho	
	Com Sev ¹	Sem Sev
XR 110 02 (Leque)	1,48 c ²	1,29 a
TXVS 06 (Cone)	1,43 b	1,34 b
TJ60 110 02 (Duplo leque)	1,40 a	1,37 c
Testemunha	4,45 d	4,45 d
CV (%)	0,79	0,25

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos			XR 110 02 (Leque)		TXVS 06 (Cone)		TJ60 11002 (Duplo leque)	
Ingrediente ativo	Dose/ha i.a	Dose*	Com orvalho	Sem orvalho	Com orvalho	Sem orvalho	Com orvalho	Sem orvalho
			Sev ¹	Sev	Sev	Sev	Sev	Sev
Tebuconazole	250 g/L	0,5	0,92 bc ²	1,05 c	0,87 b	0,92 b	0,96 ab	0,90 a
Propiconazole	250 g/L	0,5	0,86 a	0,80 a	0,14 a	0,85 a	0,90 a	0,94 b
Tebuconazole	200 g/L	0,6	0,84 a	0,92 b	0,89 c	0,85 a	0,99 bc	0,96 c
Testemunha			1,48 c	1,48 d	1,48 d	1,48 c	1,48 d	1,48 d
CV (%)			1,94	1,22	0,69	0,43	3,38	0,72
Média Ponta			0,90	b	0,75	a	0,94	c
CV(%)					0,77			

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 7 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Ingrediente ativo	Tratamentos		Orvalho			
	Dose/ha (i.a)	Dose*	Com Sev ¹		Sem Sev	
Tebuconazole	250 g/L)	0,5	0,91	bc ²	0,96	c
Propiconazole	(250 g/L)	0,5	0,63	a	0,86	a
Tebuconazole	(200 g/L)	0,6	0,91	b	0,91	b
Testemunha			1,48	d	1,48	d
CV (%)			1,38		0,50	

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 8 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de mancha marrom em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos	Orvalho			
	Com Sev ¹		Sem Sev	
XR 110 02 (Leque)	0,87	bc ²	0,92	b
TXVS 06 (Cone)	0,63	a	0,87	a
TJ60 110 02 (Duplo leque)	0,95	c	0,93	b
Testemunha	4,45	d	4,45	c
CV (%)	1,77		0,42	

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 9 - Influência da ponta de pulverização sob dois níveis de orvalho sobre o controle de ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos			XR 110 02 (Leque)			TXVS 06 (Cone)			TJ60 11002 (Duplo leque)					
			Com orvalho	Sem orvalho		Com orvalho	Sem orvalho		Com orvalho	Sem orvalho				
Ingrediente ativo	Dose/ha i.a	Dose*	Sev ¹	Sev	Sev	Sev	Sev	Sev	Sev	Sev				
Tebuconazole	(250 g/L)	0,5	0,65	a ²	0,67	b	0,63	a	0,75	b	0,78	a	0,78	c
Propiconazole	(250 g/L)	0,5	0,96	c	0,83	c	0,87	c	0,88	c	0,86	c	0,71	b
Tebuconazole	(200 g/L)	0,6	0,72	b	0,65	a	0,70	b	0,55	a	0,83	b	0,69	a
Testemunha			2,78	d	2,78	d	2,78	d	2,78	d	2,78	d	2,78	d
CV (%)			0,62		0,65		0,35		0,14		0,43		0,22	
Média Ponta			0,75		b		0,73		a		0,77		c	
CV(%)			0,32											

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 10 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. Santa Maria – RS, 2006.

Ingrediente ativo	Tratamentos		Orvalho			
	Dose/ha (i.a)	Dose*	Com Sev ¹		Sem Sev	
Tebuconazole	(250 g/L)	0,5	0,68	a ²	0,73	b
Propiconazole	(250 g/L)	0,5	0,89	c	0,81	c
Tebuconazole	(200 g/L)	0,6	0,75	b	0,63	a
Testemunha			2,78	d	2,78	d
CV (%)			0,20		0,21	

* Dose comercial L/ha

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 11 - Influência de dois níveis de orvalho sobre o controle de ferrugem em plantas da cultivar OR1 de trigo submetidas à aplicação de diferentes pontas de pulverização. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos	Orvalho			
		Com Sev ¹		Sem Sev
XR 110 02 (Leque)	0,78	b ²	0,72	a
TXVS 06 (Cone)	0,73	a	0,72	ab
TJ60 110 02 (Duplo leque)	0,82	c	0,72	ab
Testemunha	2,78	d	2,78	c
CV (%)		0,71		0,62

¹ Severidade (área foliar coberta com sintomas da doença expresso em percentagem);

² Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 12 - Rendimento de grãos (kg/ha) obtidos com a aplicação dos tratamentos na cultivar OR1. Santa Maria – RS, 2006.

Ponta de pulverização	Fungicida	Orvalho	Rendimento (kg/ha)	
			Média	Diferença (kg/ha)
XR 110 02	Tebuconazole (250 g/L)	Com	1994,50 ab ¹	297
XR 110 02	Propiconazole (250 g/L)	Com	2087,75 ab	390
XR 110 02	Tebuconazole (200 g/L)	Com	2194,25 a	497
TXVS 06	Tebuconazole (250 g/L)	Com	2331,50 a	634
TXVS 06	Propiconazole (250 g/L)	Com	2106,00 ab	409
TXVS 06	Tebuconazole (200 g/L)	Com	2121,50 a	424
TJ 60 110 02	Tebuconazole (250 g/L)	Com	2224,75 a	527
TJ 60 110 02	Propiconazole (250 g/L)	Com	2109,75 a	412
TJ 60 110 02	Tebuconazole (200 g/L)	Com	2220,00 a	523
XR 110 02	Tebuconazole (250 g/L)	Sem	2340,00 a	643
XR 110 02	Propiconazole (250 g/L)	Sem	2281,75 a	584
XR 110 02	Tebuconazole (200 g/L)	Sem	2290,50 a	593
TXVS 06	Tebuconazole (250 g/L)	Sem	2140,50 a	443
TXVS 06	Propiconazole (250 g/L)	Sem	2077,00 ab	380
TXVS 06	Tebuconazole (200 g/L)	Sem	2173,50 a	476
TJ 60 110 02	Tebuconazole (250 g/L)	Sem	2200,00 a	503
TJ 60 110 02	Propiconazole (250 g/L)	Sem	2253,75 a	556
TJ 60 110 02	Tebuconazole (200 g/L)	Sem	2227,75 a	530
Testemunha			1697,50 b	
C.V. (%)				6,32

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de médias Tukey a nível de 1% de probabilidade.

4 EFEITO DO HORÁRIO E DO VOLUME DE APLICAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS

4.1 Material e métodos

4.1.1 Local

Este trabalho foi executado no município de Itaara, RS, localizado em latitude 29°35', longitude 53°48' e altitude de 444 m, no período de 01/06/2004 a 31/10/2004.

4.1.2 Cultivar e manejo utilizado

A cultivar de trigo utilizada neste trabalho foi a BRS 194, sendo adotado o espaçamento de 22 cm entre linhas. A semeadura foi realizada em área de cultivo em sistema de plantio direto no dia 10 de junho de 2004.

Os tratos culturais utilizados seguiram o exposto nas Indicações Técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (2000), no tocante à adubação, controle de ervas daninhas e insetos pragas.

A cultivar BRS 194 foi utilizada por apresentar ciclo curto, estatura média e se mostrar resistente ao oídio e ferrugem, sendo suscetível à mancha marrom e moderadamente resistente a mancha bronzeada e mancha da gluma.

4.1.3 Equipamentos

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido à CO₂, com barra de aplicação dotada de quatro pontas de pulverização espaçadas em 50 cm. Foi utilizada a ponta XR 11001 (jato plano de uso ampliado TeeJet®).

4.1.4 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos utilizados neste experimento estão descritos na Tabela 10. As aplicações foram realizadas utilizando a mistura fungicida Pyraclostrobin + Epoxiconazole, no estágio fenológico de pleno florescimento, visando o controle de manchas foliares na cultura do trigo. Foram utilizadas as pontas XR 11001 (Teejet) a fim de se obter as vazões de 60, 80 e 100 L. ha⁻¹ mantendo a classe de tamanho de gota em fina/média. As aplicações foram realizadas as 6 h, 9 h, 12h, 15 h, 18 h e 21 h.

Após a aplicação de cada tratamento, o equipamento foi lavado com uma solução à base de acetona (10%) seguida de lavagem com água.

4.1.5 Variáveis experimentais

4.1.5.1 Severidade

Foram avaliadas as manchas foliares causadas por *Bipolaris sorokiana*, *Drechslera tritici-repentis*, *Septoria nodorum* e *Septoria tritici*. A severidade das doenças foi avaliada através de notas visuais sobre a percentagem de tecido colonizado pelos patógenos.

4.1.5.2 Produtividade

Para análise de rendimento, as plantas presentes na área útil da parcela experimental (11 m²) foram cortadas e trilhadas em trilhadeira estacionária. As

amostras foram pesadas, o valor convertido para 13% de umidade, e transformados em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

4.1.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos completamente casualizados, com 19 tratamentos e 4 repetições. Os dados de severidade das doenças foram submetidos à análise de variância, sendo aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação múltipla de médias ("PlotIT" versão 3.2 para ambiente Windows).

TABELA 13 - Tratamentos considerados no experimento. Santa Maria – RS, 2006.

Horário	Volume (L/ha)	Pressão de trabalho (10 ⁵ Pa)	Velocidade (m/s)
06h00min	60	1,00	1,2
06h00min	80	1,25	1,0
06h00min	100	1,25	0,8
09h00min	60	1,00	1,2
09h00min	80	1,25	1,0
09h00min	100	1,25	0,8
12h00min	60	1,00	1,2
12h00min	80	1,25	1,0
12h00min	100	1,25	0,8
15h00min	60	1,00	1,2
15h00min	80	1,25	1,0
15h00min	100	1,25	0,8
18h00min	60	1,00	1,2
18h00min	80	1,25	1,0
18h00min	100	1,25	0,8
21h00min	60	1,00	1,2
21h00min	80	1,25	1,0
21h00min	100	1,25	0,8

TABELA 14 - Condições climáticas observadas no dia 17/09/2004, durante a aplicação dos tratamentos. Santa Maria – RS, 2006.

Período	Horário	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Vento (km//h)
Inicial	06h00min	8,0	90	2,6
Final	06h30min	8,2	88	2,4
Inicial	09h00min	10,6	85	2,5
Final	09h30min	11,0	80	2,3
Inicial	12h00min	26,0	50	2,2
Final	12h40min	28,0	55	2,4
Inicial	15h05min	24,8	61	2,6
Final	15h45min	24,5	60	2,4
Inicial	18h00min	20,8	75	2,0
Final	18h40min	19,3	79	1,8
Inicial	21h00min	17,2	90	1,0
Final	21h40min	17,0	90	1,2

4.2 Resultados e discussão

A análise dos dados de severidade e rendimento mostrou diferença significativa no controle das doenças, devido às variáveis da tecnologia de aplicação utilizadas quando da pulverização dos fungicidas na parte aérea das plantas de trigo. Os fatores que limitaram o rendimento de grãos foram as condições climáticas e a utilização de baixos volumes, limitando o controle das manchas foliares.

Segundo Matuo (1990), alta temperatura e baixa umidade relativa do ar têm importante efeito sobre a pulverização de produtos fitossanitários, causando evaporação mais rápida das gotas. Gotas muito finas diminuem sua deposição a medida que a temperatura aumenta e a umidade diminui (BALAN, et. al., 2004).

Neste trabalho, a aplicação de gotas muito finas e baixo volume fizeram com que estas evaporassem mais rapidamente, não havendo tempo suficiente para a

planta absorver o produto e ocorrer controle eficiente de manchas foliares, mesmo com as condições climáticas favoráveis para aplicação. Apenas no horário das 12h, a umidade se encontrava em valor crítico para a aplicação.

De acordo com a Tabela 13, as maiores severidades de doença ocorreram nas plantas onde foi realizado a pulverização nos horários mais quentes do dia, devido também à mais rápida evaporação do produto, comprometendo a eficiência do controle. A aplicação de 60 L.ha^{-1} ao meio dia, não apresentou um controle eficiente para manchas foliares. Bonini (2003) mostrou que aplicações de fungicidas realizadas tanto no período da manhã como no final da tarde, são mais eficientes do que as aplicações realizadas ao meio dia.

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 realizada, das características do alvo e das condições ambientais. Teixeira et al. (1998), estudando o efeito do volume de aplicação com um bico leque 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} , não diferindo quando este volume passou para 300 L.ha^{-1} .

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 leque. Foi verificado que o aumento do volume de calda resultou em controle mais eficiente, refletindo em incremento do rendimento de grãos. Com base nestes resultados, foi concluído que volumes de calda inferiores a 300 L.ha^{-1} não permitiram que os fungicidas expressem o seu potencial de controle.

Aplicações por via terrestre, utilizando entre 100 e 200 L.ha^{-1} de calda proporcionam uma eficiência de controle entre 10 e 20% superior que quando comparadas com aplicação via aérea ($15 \text{ a } 30 \text{ L.ha}^{-1}$) (MAULER-MACHINIK & ZAHN, 1994).

Devido as condições climáticas adversas, aliadas à suscetibilidade das cultivares, a cultura do trigo pode ter seus rendimentos reduzidos pelo ataque de doenças causadas por fungos necrotróficos. 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.

Em condições favoráveis, com temperaturas abaixo de 30°C, umidade relativa do ar acima de 55% e velocidades do vento abaixo de 10 km/h, é possível a utilização de volumes inferiores, desde que a ponta a ser utilizada propicie cobertura e distribuição de gotas uniformes.

A aplicação de fungicidas é uma prática que exige a planificação da lavoura por parte da assistência técnica e/ou do agricultor. A adoção desta prática, bem como dos produtos a serem utilizados, deve ser decidida anteriormente ao surgimento da doença e associada a outras técnicas que assegurem um potencial elevado de rendimento da lavoura. Na escolha do produto ou da mistura dos fungicidas recomendados, é importante considerar fatores como o modo de ação, eficiência, persistência, aspectos toxicológicos e econômicos.

As aplicações realizadas pela manhã podem alcançar boa eficiência quando utilizados volumes ao redor de 80 L/ha. Já para aplicações realizadas em horários em que as condições de ambiente favoreçam a ocorrência de perdas, é necessário volumes de calda maiores para obtenção de cobertura adequada do alvo de aplicação. Dessa forma, aplicações de fungicidas com utilização de 100 L/ha de volume de calda fornecem maior segurança de obtenção de eficiência, uma vez que as condições climáticas são muito variáveis ao longo do dia.

A água é o veículo mais usado para levar e distribuir produtos fitossanitários sobre as plantas ou para atingir o alvo biológico. O volume aplicado, em geral, não influencia sobre a maior ou menor eficácia de produtos fitossanitários. O tamanho de gotas combinado com o volume, entretanto, pode influenciar na qualidade de distribuição dos produtos. Em geral, quanto melhor o molhamento, maior a eficácia dos produtos fitossanitários.

Resultados de estudos mostram vantagens econômicas e de tempo com a aplicação de volumes menores. Para produtos com ação via solo, recomendam-se gotas maiores para reduzir a evaporação. Para os de ação de contato verificar o intervalo de 50 a 70 gotas/cm² e ausência de escorrimento foliar. Nas aplicações com orvalho, os cuidados quanto à vazão e escorrimento foliar devem ser maiores, já que a folha está no ponto de molhamento. Entretanto, a redução da quantidade de água e de dose de produtos fitossanitários pode implicar em redução de residual ou seleção de isolados resistentes aos ativos utilizados.

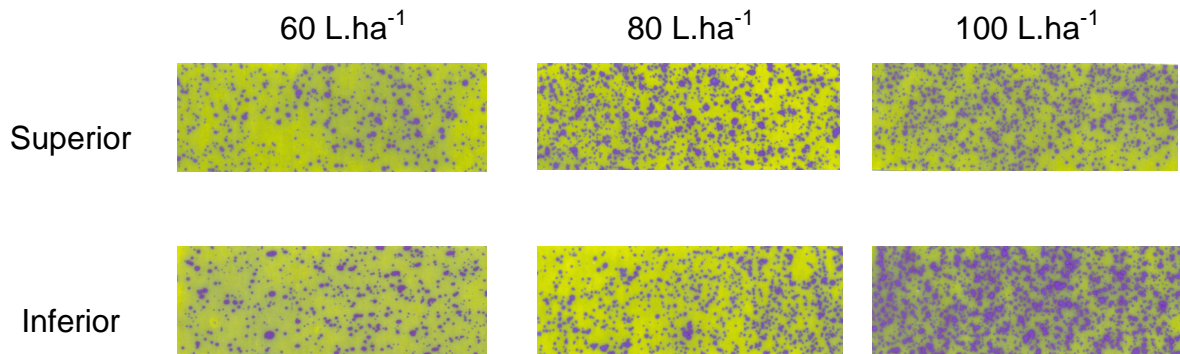


FIGURA 1 - Cobertura obtida em cartões hidrossensíveis, na parte superior e inferior (50 e 20 cm do solo) do dossel da cultura do trigo, com os respectivos volumes 60, 80 e 100 L/ha. Santa Maria – RS, 2006.

TABELA 15 - Cobertura e diâmetro da média volumétrica (DMV) das gotas recuperadas em duas posições do dossel das plantas de trigo da cultivar BRS 194. Santa Maria – RS, 2006.

Volume (L/ha)	DMV (μm)		Cobertura (N° de gotas)	
	20 cm (Inferior)	50 cm (Superior)	20 cm (Inferior)	50 cm (Superior)
60	66,66	135,00	67,85	72,57
80	75,00	150,00	83,39	88,49
120	136,47	150,00	107,49	114,63

TABELA 16 - Severidade de manchas foliares nos tratamentos utilizados. Santa Maria – RS, 2006.

Tratamentos		Inferior	Bandeira -1	Bandeira
Horário	Volume (L/ha)	Sev. (%)	Sev. (%)	Sev. (%)
6:00	60	14,53 bc	3,23 ab	0,88 bc
6:00	80	13,67 abc	2,95 a	0,76 abc
6:00	100	14,29 abc	3,02 ab	0,93 bc
9:00	60	14,52 bc	3,22 ab	0,55 ab
9:00	80	13,96 abc	3,29 ab	0,59 ab
9:00	100	12,30 ab	3,45 ab	0,70 ab
12:00	60	16,31 cd	4,98 cd	1,54 de
12:00	80	14,99 bc	4,40 bc	1,25 cd
12:00	100	14,21 abc	3,59 abc	0,82 abc
15:00	60	13,28 ab	4,14 abc	0,91 bc
15:00	80	12,78 ab	3,93 abc	0,70 ab
15:00	100	12,43 ab	3,22 ab	0,78 abc
18:00	60	12,07 ab	3,31 ab	0,76 abc
18:00	80	12,11 ab	2,85 a	0,51 ab
18:00	100	11,48 a	2,73 a	0,62 ab
21:00	60	14,05 abc	3,20 ab	0,82 abc
21:00	80	13,19 ab	2,78 a	0,60 ab
21:00	100	13,50 abc	2,79 a	0,35 a
Testemunha		44,31 e	12,33 e	4,23 f
CV (%)		7,41	13,98	20,88

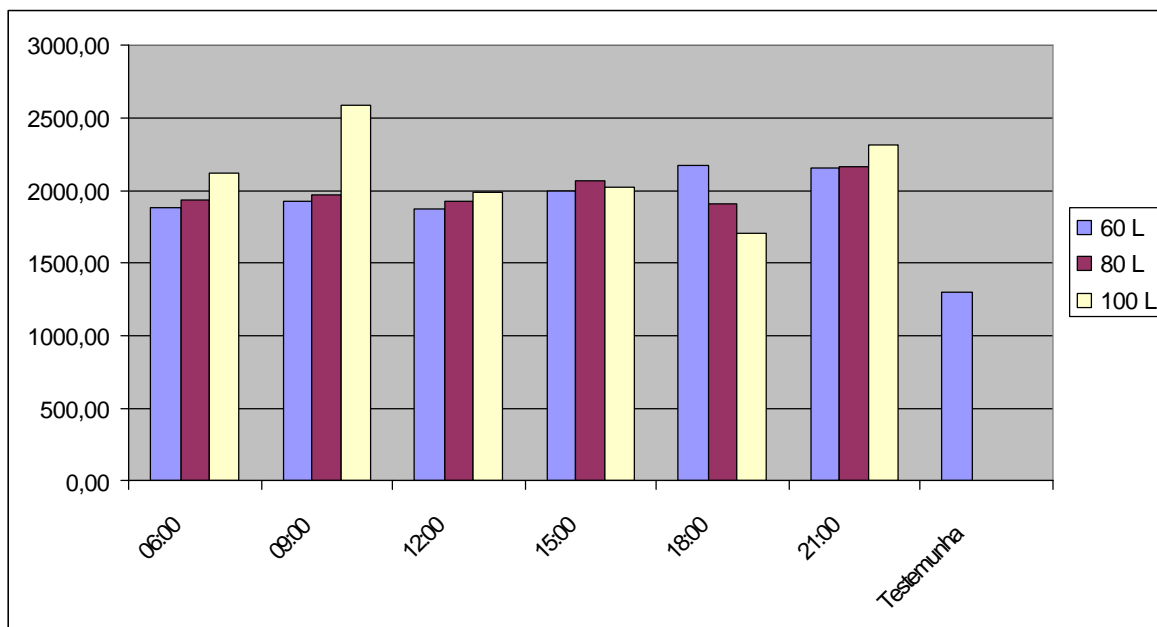


FIGURA 2 - Rendimento de grãos obtidos das aplicações realizadas em diferentes horários e volumes de calda. Santa Maria – RS, 2006.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

A deposição de orvalho sobre a superfície de folhas não implicou em variação na eficácia de controle nas doenças foliares da cultura de trigo.

Na ausência de orvalho foi observado eficiência de controle pelos fungicidas quando foi utilizado pontas que produziram gotas classificadas como finas.

A utilização de volume de calda mais elevado propiciou maior redução na severidade das doenças.

Aplicações de fungicidas com a utilização de 100 L/ha se tornaram eficientes quando aplicadas sob condições adequadas de temperatura, umidade e velocidade do vento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADOR, P.A. **Duração do período de molhamento por orvalho**: estimativa baseada em parâmetros meteorológicos e comparação do desempenho de instrumentos de medição. 1987. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

ANTUNIASSI, U.R., et al. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. Botucatu, **Anais...**, Botucatu: FEPAF, 2004, p.48-51. 1 CD-Rom

BALAN, M.G.; ABBI SAAB, O.J.G.; SILVA, C.G. Deposição de três pontas de pulverização em diferentes horários. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004, p.96-99. 1 CD-Rom

BALARDIN, R.S. Disponível em: <<http://www.balardin.com.br>>. Acesso em: 18 de novembro de 2005. (Caderno didático).

BONINI, J.V. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja**, 2003. Dissertação 82 f. (Mestrado em Agronomia – UFSM). Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BYERS, R.E. et al. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. **HortScience**, v.19, n.1, p.93-4, 1984.

CASA, R.T. et al. Sensibilidade de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a alguns fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.626-630, 2002.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS: curso e atualização. Santa Maria, UFSM/ Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1996, Santa Maria. **Anais...** 1996. p.8-17.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Boletim técnico BT-05/99**: Considerações sobre a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. 1999.

CUNHA, J.P.R.; TEIXEIRA, M.M. Escolha de bico para pulverização. **Cultivar Máquinas**, v.3, n.18, p.8-11, 2003.

DALLA LANA, J.B. **Eficácia da aplicação de herbicidas na presença e na ausência de orvalho**. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

FERNANDES, J.M.C.; ROSA, O.S.; PICININI, E.C. Perdas no potencial de rendimento de linhas quase isogênicas de trigo devido ao oídio. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p.131, 1988.

GANDOLFO, M.A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas**. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GASSEN, D. Aplicação sem erros. **Cultivar Grandes Culturas**. v.5, n.48, p.30-31, 2003

LIMA, L.C.S.F. **ANDEF 30 anos: protegendo e fortalecendo a agricultura brasileira**. São Paulo: PressPartner, 2004, 48p.

LINHARES, W.I. Perdas de produtividade ocasionadas por oídio na cultura do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p.74-75, 1988.

MAROCHI, A.I. Tecnologia de aplicação de herbicidas dessecantes e pós-emergentes no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1995. p.134-135.

MAROCHI, A.I., SCHMIDT, W. **Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação de Scorpion no sistema**. Castro: Fundação ABC; DowElanco, 1996. 43 p.

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

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

MATUO, T.; PIO, L.C.; RAMOS, H.H. Curso de proteção de plantas. Mod.2., Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e equipamentos e técnicas de aplicação. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO POR TUTORIA À DISTÂNCIA. Brasília: ABEAS, 2004. 71p. 1 CD-Rom

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

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

MCNICHOL, A.Z.; TESKE, M.E.; BARRY, J.W. A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies. **Transactions of the ASAE**, v.40, n.6, p.1529-1536, 1997.

MOTA, F.S. da. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983. 376 p.

NORDBO, E. Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on deposition on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments. **Crop Protection**, v.11, p.272-278. June 1992.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. Tecnologia de aplicação aérea: aspectos práticos. In: Curso e atualização: **TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**. Santa Maria, UFSM / Sociedade de Agronomia de Santa Maria. 1996, Santa Maria. **Anais...** p.65-78.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Controle do oídio (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*) e da mancha amarela da folha (*Drechslera tritici-repentis*) com fungicidas em trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.280, 1994. Suplemento.

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**, 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**, v.20, p.319, 1995. Suplemento.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. **Controle de doenças em trigo**. Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Org.) Porto Alegre: Assembléia Legislativa. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 404p.

RAMOS, H.H.; Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p.275-284. 2000. Suplemento

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: **Curso para formação de técnicos-instrutores com capacitação para o ensino da aplicação e manuseio de produtos fitossanitários**, São Paulo, 2000. São Paulo: Convênio ANDEF; FAESP; SENAR-SP, 2000. p.68-119.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2000. Cruz Alta, RS. **Recomendações...** Cruz Alta: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 2000. 90p.

REIS, E.M. **Manual de identificação e de quantificação de doenças do trigo**. Passo Fundo: Agroalpha, 1994. 59p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças do trigo VI: mancha amarela da folha**. Passo Fundo: Bayer, 1996. 16p.

REIS, E.M. et al. Efeitos de práticas culturais na severidade de manchas foliares do trigo e sua relação com a incidência de fungos patogênicos na semente colhida. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.407-412, 1997.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995, 134 p.

SALYANI M., HEDDEN S.L., EDWARDS G.J. Deposit efficiency of different droplet sizes for citrus spraying, **Transactions of the ASAE**, v.30, p.1595–1599, 1987.

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

SCIENTIFIC PROGRAMMING ENTERPRISES. **PlotIT for Windows 95/NT**, Version 3.20e. Haslet, 1997.

SILVA, O.C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: Canteri, M.G.; Pria, M.D.; Silva, O.C. (eds.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p.127-137.

SLATYER, R.O., McILROY, I.C. **Practical microclimatology**. Melbourne: CSIRO, 1961. 460p.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Catálogo 46M-BR/P**: produtos de pulverização para a agricultura. Diadema. 1999.

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, 1998. p.115.

VELLOSO, J.A.R.O.; GASSEN, D.N., JACOBSEN, L.A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa - CNPT, 1984. 50 p.

WIESE, W.V. Compendium of wheat diseases. St. Paul: **American Phytopathological Society**, 1987. 112p.

ZHU, H.; et. al. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. **Transactions of the ASAE**, v.37, n.5, p.1401-1407, 1994.

ANEXOS

ANEXO 1

Classificação das gotas de acordo com o diâmetro mediano volumétrico (DMV)

ANEXO 1 - Classificação das gotas de acordo com o diâmetro mediano volumétrico (DMV)

DMV (μm)	Classificação
< 90	Gotas muito finas
91 – 200	Gotas finas
201 – 300	Gotas médias
301 – 450	Gotas grossas
> 450	Gotas muito grossas

Fonte: British Crop Protection Council, 2005.

ANEXO 2

Escala modificada de Feekes & Large, para caracterização dos estádios de desenvolvimento do trigo.

ANEXO 2 - Escala modificada de Feekes & Large, para caracterização de estádios de desenvolvimento do trigo.

Estádio	Característica	Etapa
1	Emergência do coleóptilo e das primeiras folhas.	
2	Início do perfilhamento.	
3	Perfilhos formados. Folhas freqüentemente torcidas, espiralizadas.	Perfilhamento
4	Início da ereção do pseudocolmo (formado pelas bainhas).	
5	Pseudocolmo ereto.	
6	Primeiro nó do colmo visível.	
7	Segundo nó do colmo visível.	
8	Folha bandeira visível.	Crescimento do colmo
9	Lígula da folha bandeira visível.	
10	Emborrachamento.	
10.1	Primeira espiga recém-visível escapando da bainha.	
10.2	1/4 do espigamento completo.	
10.3	1/2 do espigamento completo.	Espigamento
10.4	3/4 do espigamento completo.	
10.5	Todas as espigas fora da bainha.	
10.5.1	Início do florescimento.	
10.5.2	Florescimento até o topo da espiga.	
10.5.3	Florescimento até a base da espiga.	Florescimento
10.5.4	Florescimento completo. Início da formação do grão.	
11.1	Grão leitoso.	
11.2	Conteúdo do grão macio e úmido (massa mole).	
11.3	Grão duro (massa dura).	Amadurecimento
11.4	Ponto de colheita. Grão maduro. Palha morta.	