

Universidade Federal de Pelotas

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado

Tânia Maria Bayer da Silva

Pelotas, 2012

TÂNIA MARIA BAYER DA SILVA

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO AÉREA DE FUNGICIDAS NA
CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Fitossanidade (área do conhecimento: Fitopatologia).

Orientador: Dr. Alci Enimar Loeck

Coorientador: Dr. Ivan F. Dressler da Costa

Pelotas, 2012

Banca examinadora:

Dr. Alci Enimar Loeck - Orientador

Dr. Eugênio Passos Schröder

Dra. Juana Villalba

Dr. Walter Boller

Dr. Wellington Pereira Alencar de Carvalho

“Viver no mundo sem tomar consciência do significado do mundo é como vagar por uma imensa biblioteca sem tocar os livros”.

(Dan Brown)

Agradecimentos

A minha família, pelo apoio e torcida. Minha mãe, Terezinha, que me mostrou o caminho das respostas quando eu trazia todas as dúvidas; ao meu pai, Airton, que ensinou-me a ser mais forte, ao me propor obstáculos que achei que não conseguiria vencer. Agradeço a minha irmã Ana Carla e ao meu cunhado Filipe, pelo estímulo e comemoração em cada etapa conquistada e pelo melhor presente que eu poderia ganhar: Meu sobrinho Pedro Otávio. Agradeço pelo aprendizado proporcionado por sua existência e pela alegria de viver que veio junto com ele.

Agradeço ao professor Alci Enimar Loeck pelos ensinamentos, não só profissionais, mas pessoais, a qual me tornou uma pessoa melhor, e que levarei como lição para toda minha vida. Grata também por sua confiança, pelo estímulo e pela orientação científica, durante o curso e realização deste trabalho.

À CNPq pelo auxílio estudantil, em forma de bolsa de estudo, e à UFPel, da qual tenho orgulho de ter feito parte como estudante.

Aos colegas de curso: João Rosado, Michele e Marcelo Ricalde, Ricardo Dessbesell, Deise Freitas, Winícius Menegaz, Fernando Castanho, Gustavo Andrade, Alfran Martini e Michel Gonçalves pela ajuda preciosa na condução do experimento, sem a qual nunca conseguiria. Agradeço também aos colegas e amigos Bianca Correa, Israel Lima, Victor Casa, David Magano, Ismail Souza Junior, Ivani Napoleão e Erika Giraldo, pela amizade, carinho e pelos bons momentos que levarei em minha memória.

Um agradecimento especial a Milton Fernando Cabezas Guerrero, pelo auxílio e presença constante em todos os momentos.

A minha querida amiga Caroline Gulart pela ajuda indispensável na finalização da tese.

Aos funcionários do departamento de Fitossanidade, Rosaria Azambuja, Sérgio de Freitas, Solange Tonietto e Neide Quevedo, pela ajuda durante os trabalhos de tese.

Às empresas: Granja Pesqueiro, Schröder Consultoria, K&L Aviação Agrícola e Syngenta, que integrados ao Grupo de Estudos em Tecnologia de Aeroaplicação conferiram a mim a função de gerar dados para avançar na pesquisa na cultura do arroz irrigado e aviação agrícola.

Ao Dr. Eugênio Schröder pelos valiosos conselhos e observações na condução do meu trabalho.

A Luciano Berkembrock pela força, estímulo e carinho com que esteve presente ao longo dessa conquista.

Aos meus tios Belquiz, Darcy, Lisa e Marta, pelo apoio e carinho.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho, a minha gratidão.

Resumo

SILVA, Tânia Maria Bayer. **Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado**. 2012. 64 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de equipamentos e taxas de aplicação, via aérea, no controle de doenças foliares e patógenos de grãos do arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL, com o fungicida Azoxistrobina 250g + Difenconazol 250, além de verificar a densidade e penetração de gotas no dossel das plantas através de cartões hidrosensíveis. Avaliou-se a quantidade de fungicida depositado nos estratos superior e inferior através de análise cromatográfica e determinou-se a relação entre a área foliar e o peso dos estratos inferior e superior das plantas. As pulverizações foram realizadas com bico defletor Stol, bico hidráulico Travicar e atomizador rotativo de discos Turboaero, com volumes variando entre 10 e 30 L.ha⁻¹. A utilização de cartões hidrosensíveis possibilitou verificar que taxas de aplicação maiores proporcionaram maior densidade de gotas no estrato superior do dossel foliar e que todos os equipamentos, assim como as taxas de aplicação promovem similar penetração de gotas no dossel. Conclui-se que para estudar a distribuição de produtos químicos nos estratos inferior e superior das plantas via cromatografia, devem ser feitas extrações de porções vegetais com área foliar equivalente e não por quantidades com pesos iguais. Mesmo com pouca severidade de doença, a aplicação de fungicida mostrou-se importante no controle de fungos presentes nos grãos em pós-colheita, a exemplo de *Fusarium* sp. e *Gerlachia* sp. e dos patógenos *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp. em condições de campo.

Palavras-chave: *Oryza sativa*; atomizadores rotativos de disco, bico Stol, bico Travicar.

Abstract

SILVA, Tânia Maria Bayer. **Technology aerial application of fungicides in irrigated rice**. 2012. 64p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

This study aimed to evaluate the effect of equipment and application rates, for the control of foliar diseases and pathogens of grains of rice cultivar Puitá CL Inta, with the fungicide azoxystrobin + difenoconazole, and check the density and penetration of drops in the canopy of plants with water sensitive papers. We evaluated the amount of fungicide deposited in the canopy by chromatographic analysis and determined the relationship between the leaf area and the weight of upper and lower layers of the plants. The products were sprayed with Stol deflector nozzle, Travicar hydraulic nozzle and rotative atomizer Turboaero, with volumes between 10 and 30 L.ha⁻¹. The use of water sensitive papers allowed to verify that higher application rates provided a higher density of droplets in the upper stratum of the canopy of leaves and that all equipment, as well as application rates similar to promote penetration of droplets into the canopy. It follows that to study the distribution of chemicals in the lower and upper layers of the plants via chromatography, can be made with the extraction of plant leaf area portions and not by amounts equivalent weight equal. Even with low disease severity, fungicide application was shown to be important in controlling fungi present in grain post-harvest, such as *Fusarium* sp. and *Gerlachia* sp., and the pathogens *Bipolaris* sp. and *Gerlachia* sp. at field conditions.

Keywords: *Oryza sativa*, rotative atomizers, Stol nozzle, Travicar nozzle.

Lista de Figuras

Artigo 1

- Figura 1 Diâmetro mediano volumétrico (μm), gerados com diferentes tratamentos e taxas de aplicação..... 29

Artigo 2

- Figura 1 Severidade (%) de *Bipolaris sp.* e *Gerlachia sp.* em folhas bandeira aos 45 e 51 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos cultura de arroz irrigado cv. Puitá Inta CL submetida a pulverizações com distintos equipamentos..... 53

Lista de Tabelas

Artigo 1

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Equipamentos, volumes de calda e adjuvantes utilizados nos diferentes tratamentos visando o controle de doenças na cultura do arroz irrigado cultivar Puitá Inta CL..... | 24 |
| Tabela 2 | Densidade de gotas por cm ² e porcentagem de penetração de gotas em plantas de arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL..... | 27 |
| Tabela 3 | Análise da concentração cromatográfica para difenoconazol e azoxistrobina, nos estratos inferior e superior..... | 30 |
| Tabela 4 | Quantidade de ingrediente ativo de Azoxistrobina e Difenoconazol recuperado na análise cromatográfica no terço inferior e superior da planta obtidos de 10 g de amostra e os valores corrigidos para equivalência de área foliar..... | 32 |
| Tabela 5 | Proporções entre densidade de gotas e quantidade de Azoxistrobina e Difenoconazol nos estratos superior e inferior de plantas de arroz..... | 32 |
| Tabela 6 | Contrastes ortogonais para densidade de gotas em diferentes tratamentos..... | 34 |
| Tabela 7 | Contrastes ortogonais para penetração de gotas com diferentes tratamentos..... | 35 |

Artigo 2

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Parâmetros de produtividade de arroz irrigado cv Puitá Inta CL com a aplicação da mistura de fungicidas Azoxistrobina + Difenoconazol por meio de diferentes equipamentos e taxas de aplicação..... | 54 |
| Tabela 2 | Renda e rendimento de grãos de arroz cv. Puitá Inta CL. Peso de grãos gessados, manchados, quebrados sem defeitos e inteiro sem defeitos..... | 56 |

Tabela 3 Incidência de patógenos em grãos de arroz oriundos das parcelas tratadas com fungicida Azoxistrobina + Difeconazol aplicados com diferentes taxas e equipamentos de aplicação.....

Sumário

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Introdução geral | 13 |
| 2 | ARTIGO 1: Aplicação aérea de fungicidas com diferentes pontas e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado | 15 |
| | Resumo..... | 15 |
| | Abstract..... | 16 |
| | Introdução..... | 17 |
| | Material e métodos | 20 |
| | Resultados e discussão | 26 |
| | Conclusão..... | 36 |
| | Bibliografia | 37 |
| | Anexo 1 | 43 |
| 3 | ARTIGO 2: Efeito da aplicação aérea de fungicida com diferentes equipamentos e taxas de aplicação sobre a produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado..... | 44 |
| | Resumo..... | 44 |
| | Abstract..... | 45 |
| | Introdução..... | 46 |
| | Material e métodos | 49 |
| | Resultados e discussão | 52 |
| | Conclusão..... | 57 |
| | Referências..... | 58 |
| 4 | Conclusões..... | 62 |
| 5 | Referências..... | 63 |

Introdução geral

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo. O Brasil é o nono produtor mundial e colheu 12,50 milhões de toneladas na safra 2010/2011, segundo dados do MAPA (2011). O cultivo de arroz irrigado na região Sul do Brasil contribui, em média, com 54% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro.

Segundo o Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (2010), os rendimentos de arroz aumentaram seis a sete toneladas por hectare em quatro anos. Com a taxa anterior de rendimento, seria necessário demandar 40 anos para um aumento dessa magnitude. Dados da mesma fonte citam também que no Rio Grande do Sul, através da adoção de novas tecnologias, ocorreu um acréscimo na produtividade ao redor de 1,7 toneladas por hectare num período de três anos.

As projeções de produção e consumo de arroz, avaliadas pela Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, mostram que o Brasil deverá colher 14,1 milhões de toneladas de arroz na safra 2019/2020, o que equivale ao aumento anual de aproximadamente 1,15% nos próximos dez anos. O consumo deverá crescer a uma taxa média anual de 0,86%, alcançando 14,37 milhões de toneladas em 2019/2020. Assim, a importação projetada para o final do período é de 652,85 mil toneladas. A taxa anual projetada para o consumo de arroz nos próximos anos, de 0,86%, está pouco abaixo da expectativa de crescimento da população brasileira (MAPA, 2011).

Devido à importância desse cereal na economia mundial, faz-se necessário desenvolver novas tecnologias e procedimentos com o propósito de aperfeiçoar a aplicação de defensivos agrícolas em um processo mais eficiente e seguro sobre um alvo biológico definido, minimizando os danos ao ecossistema.

Durante todo o seu ciclo vegetativo, o arroz é afetado por injúrias que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. O controle das doenças visa minimizar os prejuízos na produtividade, com a redução da taxa de infecção das plantas e dos grãos a níveis toleráveis. Para atingir esses objetivos, a utilização de agrotóxicos tem sido importante ferramenta desde que observados critérios técnicos que façam o produto atingir o alvo biológico (COGO, 2008).

Segundo Neiva (2011) a aplicação aérea é uma tecnologia que se mostra econômica e vantajosa, pois reduz o tempo de aplicação, e que possibilita pulverizações na cultura do arroz irrigado no estágio fenológico adequado. Além de ser uniforme e rápida, permite a escolha de condições atmosféricas mais adequadas para a sua realização.

Segundo Carvalho (2007), a aplicação de defensivos é uma das etapas mais importantes do processo de produção agrícola, pois exige conhecimento sobre a seleção e uso correto das pontas de pulverização para obter o máximo de benefícios. Entretanto, a diversidade das condições ambientais, inadequação dos equipamentos de pulverização e desconhecimentos ou mau uso das recomendações durante a aplicação, poderão ocasionar resultados desastrosos para a cultura e ao meio ambiente.

Antuniassi (2005) relata que o volume de calda é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação e que a definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação, dentre outros fatores.

Apesar da importância dos métodos de aplicação de fungicidas e da necessidade crescente de seu uso na lavoura de arroz irrigado, ainda existe pouca informação de pesquisa sobre o número e tamanho de gotas, vazões eficientes e equipamentos mais adequados para aplicação (SCHRÖDER, 2007).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de equipamentos e taxas de aplicação, via aérea, no controle de doenças foliares e patógenos de grãos do arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL com o fungicida Azoxistrobina 250g + Difenconazol 250; verificar a densidade e penetração de gotas no dossel das plantas através de cartões hidrosensíveis; avaliar a quantidade de fungicida depositado nos estratos superior e inferior através de análise cromatográfica e determinar a relação entre a área foliar e o peso dos estratos inferior e superior das plantas.

1 Artigo 1

3 **Aplicação aérea de fungicidas com diferentes pontas e taxas de aplicação na cultura** 4 **do arroz irrigado**

6 **Aerial fungicide application with different nozzles and application rates in the irrigated** 7 **rice culture**

9 Tânia Bayer¹, Alci Enimar Loeck², Milton Fernando Cabezas Guerrero³, Michel Gonçalves de
10 Gonçalves⁴, Eugênio Passos Schröder⁵

12 **RESUMO**

13 O arroz é produzido em todo mundo, sendo o continente asiático responsável por 90%
14 da produção. Devido à importância desse cereal na alimentação humana, faz-se necessário
15 desenvolver tecnologias e procedimentos com o propósito de aumentar a produtividade. Uma
16 das possibilidades está no aperfeiçoamento da aplicação de defensivos agrícolas. Com este
17 objetivo, realizou-se o trabalho para verificar a performance de três equipamentos de
18 pulverização aérea: bico defletor leque, bico hidráulico cônico, nas taxas de 20 e 30 L.ha⁻¹ e
19 atomizador rotativo de discos nas taxas de 10 e 15 L.ha⁻¹, com utilização da mistura dos

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando. Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPe), 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: tania_bayer@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. alcienimar@yahoo.com.br

³ Eng. Agrônomo, Mestre, Pesquisador. Universidad técnica estatal de Quevedo. Campus "Ingeniero Manuel Haz Álvarez", Quevedo - Los Ríos – Ecuador. fcabezas_31@yahoo.com

⁴ Biólogo, Doutorando. Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPe), Pelotas, RS, michelmyrmex@gmail.com

⁵ Schröder Consultoria. Av. Bento Gonçalves, 3909 - Pelotas, RS -CEP: 96015-140 eugenio@schroderconsultoria.com.br

[¶] Artigo formatado de acordo com as normas da revista Engenharia Agrícola, disponível em: <http://www.engenhariaagricola.org.br/autores.html>

[§] Artigo extraído da tese “Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado”. Agência financiadora: CNPq.

20 fungicidas de Azoxistrobina + Difenconazol. As avaliações de densidade e penetração de
21 gotas foram realizadas com auxílio de papel hidrossensível e a quantidade de princípio ativo
22 depositado nas partes superior e inferior das plantas foi mensurada através da análise
23 cromatográfica. A mesma metodologia foi utilizada para quantificar a razão entre estratos da
24 planta e sua relação com a área foliar, densidade de gotas e quantidade de princípio ativo
25 depositado. Os dados mostraram que maiores volumes de aplicação apresentaram maior
26 densidade de gotas no estrato superior. Todos os tratamentos proporcionaram 26% de
27 penetração no estrato médio e 23% no inferior, com média geral ao redor de 25% de
28 penetração de gotas no dossel foliar. As análises cromatográficas não revelaram diferenças na
29 deposição do princípio ativo dentro dos estratos inferior e superior, com exceção do
30 tratamento com Bico defletor leque 30 L.ha⁻¹. Em relação à razão entre a área foliar dos
31 estratos superior e inferior verificou-se que para o mesmo peso de amostra a parte superior
32 apresenta área 6.4 vezes maior, devendo-se portanto, fazer correção para amostras com peso
33 correspondente a equivalência de área foliar.

34 **Palavras-chave:** bico Stol, bico Travicar, Turboaero, aeroaplicação.

35

36 **ABSTRACT**

37 Rice is produced worldwide, and the Asian continent accounts for 90% of production. Due to
38 the importance of this cereal for human consumption, it is necessary to develop technologies
39 and procedures in order to increase productivity. One possibility is the improvement of the
40 application of pesticides. With this aim, we carried out the work to verify the performance of
41 three of spraying equipment, nozzle deflector array, cone hydraulic nozzle, the rates of 20 and
42 30 L.ha⁻¹ and rotary atomizer discs in rates of 10 and 15 L.ha⁻¹, using the mixture of the
43 fungicides azoxystrobin + difenoconazole. Evaluations density and penetration of drops were
44 performed using water sensitive paper and the amount of active ingredient deposited in the

45 upper and lower parts of the plants was measured by gas chromatographic analysis. The same
46 methodology was used to quantify the ratio between strata of the plant and its relation to leaf
47 area, droplet density and amount of active ingredient deposited. The data showed that higher
48 spray volumes had a higher density of droplets in the upper strata. All treatments provided
49 26% penetration in the stratum medium and 23% lower, averaging around 25% penetration in
50 the canopy leaf drop. The chromatographic analyzes revealed no differences in the deposition
51 of the active principle within the lower and upper strata, with the exception of treatment with
52 deflector nozzle array 30 L.ha⁻¹. Regarding the ratio of the leaf area of the upper and lower
53 layers it has been found that for the same sample weight the upper area has 4.6 times, having
54 to thus make correction for samples corresponding to equivalent weight of leaf area.

55 Keywords: Stol nozzle, Travicar nozzle, Turboaero, aerial application.

56

57 **INTRODUÇÃO**

58 A aplicação aérea de agrotóxicos é uma ferramenta valiosa na agricultura, quando
59 baseada em critérios técnicos bem definidos. No entanto, faltam estudos específicos para sua
60 realização na maioria das culturas (CUNHA & CARVALHO, 2005).

61 Segundo MATUO (1998), o objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade
62 correta de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais
63 econômica possível, não provocando alteração no ambiente. Porém, muitas vezes, parte do
64 produto aplicado perde-se para o ambiente, principalmente por deriva, que é considerado um
65 dos maiores problemas da tecnologia de aplicação aérea (SUMNER & SUMNER, 1999). O
66 desvio da trajetória, que impede que as gotas produzidas atinjam o alvo, está principalmente
67 relacionado ao tamanho de gotas e a velocidade do vento (SILVA, 1999).

68 A tecnologia de aplicação de agrotóxicos é um dos campos de conhecimento mais
69 amplos dentro da agricultura, pois exige o conhecimento sobre controle de insetos, ácaros, de

70 plantas daninhas e de agentes patogênicos, considerando aspectos da biologia, da química, da
71 engenharia, da ecologia, da sociologia e da economia. Portanto, há uma diversidade de fatores
72 que interferem na aplicação dos produtos (FERREIRA, 2007).

73 Geralmente as aeronaves agrícolas são adequadas para cobrir grandes extensões em
74 curto espaço de tempo, além de não danificar a cultura. A redução do volume de aplicação
75 visa aumentar a eficiência de aplicação, o que demanda atenção do distribuição do princípio
76 ativo sobre a cultura sem perda de eficácia (WOLF & MARTIN, 2009).

77 Pulverizações de fungicidas com equipamentos aéreos em arroz irrigado são utilizados
78 para evitar prejuízos devido aos danos mecânicos causados pelo trânsito dos implementos
79 (RESENDE, 2007). Além de evitar danos mecânicos, SILVEIRA (2004) cita outras vantagens
80 do uso de aeronaves para pulverização de agrotóxicos: técnica economicamente viável; maior
81 qualidade da aplicação aérea quando se utilizada dentro das condições e dosagens
82 recomendadas; redução do tempo, e por consequência, permite a aplicação no momento
83 oportuno, aproveitando assim, as condições climáticas favoráveis.

84 WOLF (2006) cita que existem várias preocupações quanto a tecnologia de aplicação,
85 entre elas estão: volumes de aplicação, tanque de mistura de componentes, altura de
86 aplicação, tipo de bico e pressão, o tamanho das gotas, deposição. Estudos sobre aplicação
87 aérea mostram que o ajustamento da taxa de aplicação e dos espectros de gotas podem
88 melhorar a deposição e a distribuição em copas largas nas culturas de linha (KIRK et al.,
89 1992). CARLTON et al. (1993) observaram que a taxa de aplicação teve uma grande
90 influência sobre cobertura de pulverização de superfícies foliares.

91 Atualmente, existe uma tendência de reduzir o volume de calda nas aplicações, devido a
92 maior autonomia e capacidade operacional dos pulverizadores em valores expressivos,
93 podendo ser o principal componente do desempenho em diversas culturas (ROMÁN et al.,
94 2009). Desta maneira tenta-se relacionar o tamanho de gotas, penetração no dossel,

95 uniformidade de distribuição e à efetividade de deposição. A quantificação dessas gotas é
96 facilmente alcançada usando-se o método de TURNER e HUNTINGTON (1970) através do
97 uso de papéis sensíveis a água, que revelam as gotas que atingem sua superfície (CHAIM et
98 al., 1999).

99 MADALOSSO (2007) relata que não basta conhecer o produto a ser aplicado, mas a
100 forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance, eficientemente, o alvo
101 minimizando as perdas.

102 Para o sucesso da aplicação, além do conhecimento da natureza do produto, é necessário
103 dominar a forma adequada de aplicação, garantindo que o produto alcance o alvo de forma
104 eficiente, com mínimo de perdas reduzindo a contaminação do ambiente (CUNHA et al.,
105 2006). Muitas vezes, parte do produto aplicado perde-se no ambiente, principalmente pela má
106 qualidade da aplicação, seja ela terrestre ou aérea, o que é considerado um dos maiores
107 problemas da agricultura moderna a ser superado (CUNHA et al., 2008). CUNHA et al.
108 (2011) avaliaram a deposição de calda pulverizada sobre a cultura da soja via aplicação aérea
109 e terrestre. Dentre as aplicações aéreas, o atomizador rotativo com volume de 40 L ha⁻¹ foi
110 mais eficiente em promover a penetração da calda no dossel da soja. Segundo os mesmos
111 autores, a aplicação aérea mostrou-se viável tecnicamente, quanto à deposição de calda, em
112 comparação as aplicações terrestres.

113 MILLER e TUCK (2005) indicaram que a temperatura de líquido pulverizado e do ar
114 circundante têm sido os responsáveis por influenciar a distribuição e o tamanho de gotas na
115 aplicação aérea.

116 Muitos produtos foram desenvolvidos nos últimos anos, para controle de doenças nas
117 diversas culturas, entretanto, poucas mudanças ocorreram na maneira dos mesmos serem
118 aplicados. Sabe-se que a eficiência do tratamento não depende somente da quantidade de

119 produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade da distribuição na superfície
120 alvo (MENEGETTI, 2006).

121 Existem várias maneiras de avaliar a qualidade de aplicação como: cartões sensíveis a
122 água (CUNHA & CARVALHO, 2010; COSTA, 2009), cromatografia (BAYER, 2009), papel
123 filtro (CARVALHO, 1995), entre outros. Segundo COGO (2008) a cromatografia é a forma
124 mais precisa para identificar quantidade de pesticidas aplicados em plantas.

125 O trabalho teve como objetivo avaliar diferentes equipamentos e taxas de aplicação para
126 pulverização por via aérea da mistura de fungicida Azoxistrobina + Difenconazol, bem como
127 a distribuição de princípio ativo nos estratos inferior e superior das plantas de arroz da cultivar
128 Puitá Inta CL através da cromatografia; relacionar a área foliar dos estratos inferior e superior
129 da planta de arroz; encontrar um fator de correção entre os valores das áreas foliares, a
130 quantidade de produto que é mensurado na análise cromatográfica e as gotas que são
131 depositadas nos cartões sensíveis.

132

133 MATERIAL E MÉTODOS

134 O experimento foi instalado em área comercial no município de Camaquã, Rio Grande
135 do Sul, com latitude 30° 56' 59'' S, longitude 51° 45' 22,29'' O e altitude de 17m, no ano
136 agrícola 2009/2010. A área experimental total foi de 50,4 hectares, divididos em seis talhões
137 de 210m x 400m. Assim cada talhão recebeu 14 faixas de 15 metros de largura para prevenir
138 qualquer tipo de eventual deriva, que pudesse comprometer os resultados. Nas faixas centrais
139 foram alocadas as áreas para repetições e as faixas laterais serviram para bordadura. A
140 demarcação da área foi realizada com auxílio de trena e os pontos de amostragem foram
141 georreferenciados com uso de GPS portátil Satloc M3e demarcados com estacas.

142 Utilizou-se cultivar de arroz (*Oryza sativa*) Puitá Inta CL, cuja semeadura ocorreu no
143 dia 16 de dezembro de 2009, com espaçamento de 0,20m entre fileiras e densidade de

144 semeadura de 65 sementes por metro linear. O experimento foi implantado de acordo com o
145 sistema de plantio convencional e os tratos culturais foram seguidos conforme recomendações
146 técnicas para a cultura do arroz (SOSBAI, 2007).

147 A escolha dos tratamentos baseou-se nos equipamentos e taxas de aplicação geralmente
148 utilizadas na região orizícola do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido com seis
149 tratamentos e cinco repetições (Tabela 1). A ordem da aplicação seguiu de volumes maiores
150 para menores e de caldas mais diluídas para as mais concentradas.

151 A aplicação do fungicida foi realizada na fase de exsereção da panícula e o fungicida
152 utilizado constou da mistura de dois ingredientes ativos: Azoxistrobina 250g + Difenconazol
153 250 g, comercializado com o nome de Priori + Score[®] na dose de 0,4 L.ha⁻¹ + 0,15 L.ha⁻¹ mais
154 o adjuvante Nimbus[®] a razão de 0,5 L.ha⁻¹, sendo acrescido de óleo vegetal Agróleo[®] 0,5
155 L.ha⁻¹ quando da utilização do atomizador rotativo de discos. Os equipamentos avaliados
156 foram: bico defletor ou de impacto, marca Stol, que gera jato leque aplicado no volume de 20
157 L.ha⁻¹ (BL 20); bico defletor ou de impacto, marca Stol, que gera jato leque com volume de
158 30 L.ha⁻¹ (BL 30); bico hidráulico, marca Travicar, equipado com ponta e core, gerando jato
159 cônico com volume de 20 L.ha⁻¹ (BC 20); bico hidráulico, marca Travicar, equipado com
160 ponta e core, gerando jato cônico com volume de 30 L.ha⁻¹ (BC 30); atomizador rotativo de
161 discos, marca Turboaero, com volume de 10 L.ha⁻¹ (ATM 10) e atomizador rotativo de discos,
162 marca Turboaero, com volume de 15 L.ha⁻¹ (ATM 15).

163 Foi utilizada aeronave Cessna ag truck, modelo A188B, equipada com fluxômetro
164 Interflow. O tanque de pré-mistura continha moto bomba STHIL, duas polegadas, e tanque
165 com capacidade de 200 Litros. As caldas foram preparadas obedecendo a seguinte ordem:
166 Foram colocados 80 litros de água no tanque de pré mistura, acrescentados os fungicidas e
167 adjuvantes e completado a capacidade do tanque de pré mistura com água, com agitação
168 vigorosa e enviada para o avião.

169 A aeronave foi previamente descontaminada e durante a mudança entre os tratamentos,
170 foram recolhidos o lastro do hopper, das barras e da bomba e enviados para o reservatório do
171 pátio de descontaminação, onde foram desativados pelo processo de ozonização. A altura de
172 vôo ficou em torno dos 3 metros para equipamentos com bicos defletores e bicos hidráulicos e
173 4 metros para equipamentos com atomizadores rotativos de discos.

174 Para avaliar a deposição e penetração de gotas no dossel da cultura, foram utilizadas
175 estacas de um metro de altura dividida em três níveis de 30 cm. Em cada nível colocou-se um
176 papel hidrossensível preso com atilho de borracha em posição horizontal. Para evitar qualquer
177 tipo de interferência, os papéis hidrossensíveis foram coletados imediatamente após a
178 pulverização, embalados individualmente com papel alumínio de forma a evitar contato com a
179 umidade e enviados para análise.

180 As variáveis analisadas foram densidade de gotas, penetração de gotas e quantidade de
181 produto depositada na planta. A densidade foi obtida a partir da captura de imagem dos
182 cartões com “scanner”, em área de 1 cm², com posterior análise da imagem digitalizada
183 através do software Agrosan (AGROTEC, 2011). A penetração (%) foi calculada com base
184 na densidade de gotas obtida no terço superior da planta, de modo que este representou 100%.
185 Assim sendo, a penetração de gotas representa a relação entre a densidade de gotas dos terços
186 médio e inferior, comparado ao terço superior.

187 As amostras para análise cromatográfica foram colhidas de forma aleatória dentro dos
188 talhões, sendo as plantas cortadas ao meio, constituindo dessa forma, a parte superior e
189 inferior. As amostras foram devidamente embaladas em papel alumínio, acondicionadas em
190 sacos plásticos e preservadas com gelo seco. Dessa forma foram transportadas ao LARP
191 (Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria),
192 onde foram mantidas a -18°C. As amostras foram analisadas por Cromatografia Gasosa

193 acoplada a Espectrometria de Massas (GC-MS), segundo a metodologia proposta por
194 QuEChErS modificado (2005).

195 A metodologia de extração denominada QuErChEr modificada, apesar de sua precisão
196 nos resultados para plantas de arroz, não considera a área foliar para determinação da
197 quantidade de produto e sim, analisa quantidade igual em peso das partes das plantas, o que
198 dificulta a comparação tendo em vista que as mesmas quantidades podem ter área foliar
199 diferente. Apesar da confiança dos resultados, não possibilita relacionar com a arquitetura da
200 planta, que na cultura do arroz é diferente no estrato inferior e superior. Neste contexto,
201 inexistem dados que relacionem a área foliar da metade superior e inferior do dossel foliar do
202 arroz e, considerando que na cromatografia são utilizadas amostras de 10 gramas de cada
203 porção do dossel, realizou-se um estudo para determinar a superfície da planta exposta à
204 deposição de gotas de pulverização em 10 gramas da porção superior e inferior do dossel.

205 Para determinar a área foliar, foram coletadas de maneira aleatória 16 plantas
206 representativas dentro da área experimental. As plantas, juntamente com o solo foram
207 acondicionadas em baldes plásticos com capacidade de 5 litros, contendo água, para mantê-las
208 em condições vegetativas até o momento da medição. As plantas foram cortadas ao meio,
209 resultando em parte superior e parte inferior. Mediu-se a área foliar de 10 g. de ambas as
210 partes, de acordo com o procedimento adotado na análise cromatográfica das amostras. As
211 medições foram realizadas com equipamento marca LI-COR, modelo LI 3100C. Os
212 resultados da área foliar apresentados representam as duas faces das folhas e dos colmos.

213

214 **Tabela 1.** Equipamentos, volumes de calda e adjuvantes utilizados nos diferentes tratamentos na cultura do arroz irrigado cultivar Puitá Inta CL.
 215 Pelotas-RS, 2012.

216

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Equipamento | Bico defletor | Bico defletor | Bico hidráulico | Bico hidráulico | Atomizador rotativo de discos | Atomizador rotativo de discos |
| Volume (L.ha ⁻¹) | 20 | 30 | 20 | 30 | 10 | 15 |
| Ingrediente ativo | Azoxistrobina+ Difenoconazol | Azoxistrobina+ Difenoconazol | Azoxistrobina+ Difenoconazol | Azoxistrobina+ Difenoconazol | Azoxistrobina+ Difenoconazol | Azoxistrobina+ Difenoconazol |
| Dose (g i.a.ha ⁻¹) | 100 +37,5 | 100 +37,5 | 100 +37,5 | 100 +37,5 | 100 +37,5 | 100 +37,5 |
| Adjuvante 1 | Nimbus | Nimbus | Nimbus | Nimbus | Nimbus | Nimbus |
| L.ha ⁻¹ | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Adjuvante 2 | Agróleo | Agróleo | Agróleo | Agróleo | Agróleo | Agróleo |
| L.ha ⁻¹ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 |
| Nº bicos | 38 | 38 | 42 | 42 | 10 atom. | 10 atom. |
| Tipo de bicos | Stol | Stol | Travicar | Travicar | Turbo aero | Turbo aero |
| Ângulo | - | - | 90° | 90° | Reg. 3,5 | Reg. 3,5 |
| Pressão | 207 KPa | 207 KPa | 207 KPa | 207 KPa | 172 KPa | 172 KPa |
| Regulagem dos bicos | 90 ° core D6 | 90° core D8 | 45° core D6 | 45° core D8 | D7 | D8 |

217

218 As condições meteorológicas no momento da aplicação dos tratamentos mantiveram-se
219 estáveis, havendo pouca variação de temperatura e umidade relativa do ar (Anexo 1).

220 A velocidade do vento foi estável ao redor de 24 km.h^{-1} , mesmo assim, foi possível
221 realizar as aplicações porque estava exatamente alinhado com o vôo o que evitou deriva para
222 as parcelas adjacentes. Com relação à velocidade do vento, apesar de ser considerada intensa,
223 é importante ressaltar da predominância desta velocidade na região onde foi realizado o
224 estudo, e sendo assim, aplicação foi satisfatória e em condições reais de campo.

225 O experimento foi conduzido sob um delineamento inteiramente casualizado com seis
226 tratamentos e cinco repetições. Foi testada a normalidade dos dados com o procedimento
227 PROC UNIVARIATE do programa SAS (SAS Institute 2002). Os dados de penetração de
228 gotas e cromatografia foram transformados através da formula $\sqrt{x}+0,5$. Todos os dados foram
229 submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p>0,05$),
230 utilizando-se o procedimento PROC ANOVA do programa SAS (SAS Institute 2002). Para
231 determinar se existem diferenças entre os equipamentos e taxas de aplicação, foi utilizado o
232 método de contrastes de Scheffé ao nível 0,05 de significância. Os equipamentos foram
233 testados nos seguintes contrastes: C1 (bico defletor leque com volume 20 L.ha^{-1} + bico
234 defletor leque com volume 30 L.ha^{-1} vs bico hidráulico cônico com volume 20 L.ha^{-1} + bico
235 hidráulico cônico com volume 30 L.ha^{-1}); C2 (bico defletor leque com volume 20 L.ha^{-1} +
236 bico defletor leque com volume 30 L.ha^{-1} vs atomizador rotativo de discos com volume de 10
237 L.ha^{-1} + atomizador rotativo de discos com volume de 15 L.ha^{-1}); C3 (bico hidráulico cônico
238 com volume 20 L.ha^{-1} + bico hidráulico cônico com volume 30 L.ha^{-1} vs atomizador rotativo
239 de discos com volume de 10 L.ha^{-1} + atomizador rotativo de discos com volume de 15 L.ha^{-1}),
240 e para as taxas de aplicação foram testados o contraste: C4 bico defletor leque com volume 30
241 L.ha^{-1} + bico hidráulico cônico com volume 30 L.ha^{-1} + atomizador rotativo de discos com

242 volume de 15 L.ha⁻¹ vs bico defletor leque com volume 20 L.ha⁻¹ + bico hidráulico cônico
243 com volume 20 L.ha⁻¹ + atomizador rotativo de discos com volume de 10 L.ha⁻¹).

244 As proporções entre os dados coletados na parte superior e inferior das plantas de arroz
245 relativos à cromatografia, área foliar e densidade de gotas foi obtida dividindo-se as médias da
246 variável resposta do estrato superior pela porção do estrato inferior em cada tratamento, e
247 posterior a isso, foi realizada a média e seu erro padrão. Nos contrastes entre as razões dos
248 princípios ativos da cromatografia e a da densidade de gotas, foi submetido o teste ANOVA e,
249 posteriormente, ao teste de Tuckey em nível de 0,05 de confiabilidade no Programa SAS
250 (SAS Institute, 2002).

251

252 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

253 Os resultados de densidade de gotas no terço superior indicam diferença entre os
254 equipamentos e os volumes testados. Foram encontrados com bico hidráulico cônico nos
255 volumes de 20 e 30 L.ha⁻¹ e bico defletor leque 30 L.ha⁻¹ densidades de gotas entre 74 e 93
256 gotas.cm⁻² (Tabela 2).

257 Os resultados confirmam essa relação entre o aumento do volume de calda e a
258 densidade de gotas, o que já havia sido encontrado por SCHRÖDER (1996), quando observou
259 que aplicações com maiores volumes de calda resultaram em maior densidade de gotas.

260 Observa-se que equipamentos que geram gotas mais heterogêneas e taxas de aplicação
261 maiores são responsáveis pela maior quantidade de gotas no estrato superior. Esses resultados
262 confirmam os de OZEKI (2006), que demonstram que, nas aplicações com volumes maiores,
263 as gotas resultantes da pulverização tendem a se estabelecer na parte superior das plantas de
264 soja.

265

266 **Tabela 2.** Densidade de gotas por cm² e porcentagem de penetração de gotas em plantas de
 267 arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL, Pelotas-RS, 2012.

| Trat. | Densidade | | | Penetração ¹ | |
|---------|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| | Superior | Média | Inferior | Média | Inferior |
| BL 20 | 54,34 bc* | 15,66 a | 13,93 a | 32,53 a | 31,38 a |
| BL 30 | 74,78 ab | 12,87 a | 12,81 a | 17,33 a | 18,40 a |
| BC 20 | 76,12 ab | 21,58 a | 7,17 a | 28,24 a | 9,35 a |
| BC 30 | 93,74 a | 16,25 a | 13,79 a | 18,66 a | 15,98 a |
| ATM10 | 32,52 c | 10,13 a | 9,71 a | 33,58 a | 31,70 a |
| ATM 15 | 45,32 bc | 12,21 a | 14,79 a | 27,14 a | 29,08 a |
| Valor F | 6,53 | 2,05 | 0,69 | 1,8 | 2,18 |
| Pr > F | 0,0006 | 0,1075 | 0,6344 | 0,1519 | 0,0897 |
| CV (%) | 31,60 | 42,56 | 66,21 | 13,36 | 16,07 |

268 *Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

269 ¹ Utilizou-se o valor da densidade do terço superior como 100% para base do cálculo da
 270 penetração no terço médio e inferior.

271

272 Todos os tratamentos com taxas de aplicação a partir de 20 L.ha⁻¹ proporcionaram a
 273 densidade mínima necessária para o sucesso do tratamento com fungicida, que se situa
 274 próximo a 50 gotas.cm⁻² (MATTHEWS, 2000). À medida que o volume de calda é reduzido,
 275 deve-se dar maior atenção à densidade de gotas, uma vez que esta não é limitante quando se
 276 utiliza altos volumes (BOLLER et al., 2007).

277 CUNHA et al. (2010) encontraram resultado similar em relação ao número de gotas que
 278 atingiram a parte superior, mediana e inferior da planta de milho. Verificou que na parte
 279 superior, o número de gotas foi maior em relação a parte inferior. Segundo os mesmos
 280 autores, o resultado já era esperado, uma vez que o terço superior encontra-se próximo ao
 281 ponto de lançamento das gotas. Além disso, deve-se levar em consideração também que a

282 barreira física proporcionada pelas folhas dos terços médio e superior pode interferir na
283 distribuição da calda de fungicida no terço inferior.

284 CUNHA & CARVALHO (2005) obtiveram maior deposição de calda em papéis
285 sensíveis com volume de aplicação 20 L.ha^{-1} , quando comparado a menores taxas de
286 aplicação. Resultado semelhante foi encontrado por WOLF (2004), quando comparou a
287 cobertura do alvo, proporcionada pela aplicação aérea com volumes de pulverização de 9 e 29
288 L.ha^{-1} e também encontrou maior cobertura com o maior volume de aplicação.

289 Os resultados deste trabalho foram similares aos encontrados por estes autores visto que
290 o maior volume utilizado (30 L.ha^{-1}), aplicado com bico hidráulico cônico apresentou maior
291 deposição na parte superior do dossel, resultado este explicado pela geração de gotas médias a
292 grandes, que naturalmente se depositam em maior número no terço superior.

293 KIRK et al. (2004) encontrou máxima deposição com atomizadores rotativos em taxas
294 de pulverização 47 L.ha^{-1} com tamanhos menores de gota sobre trigo, visando controlar
295 *Fusarium*.

296 Um resultado similar foi encontrado por FRITZ et al. (2005) quando comparou
297 diferentes tratamentos aplicados com bicos hidráulicos convencionais e taxas de aplicação de
298 19, 47 e 94 L.ha^{-1} em trigo. Os resultados mostraram maior deposição com as taxas mais
299 baixas de pulverização e com gotas de maiores DMV.

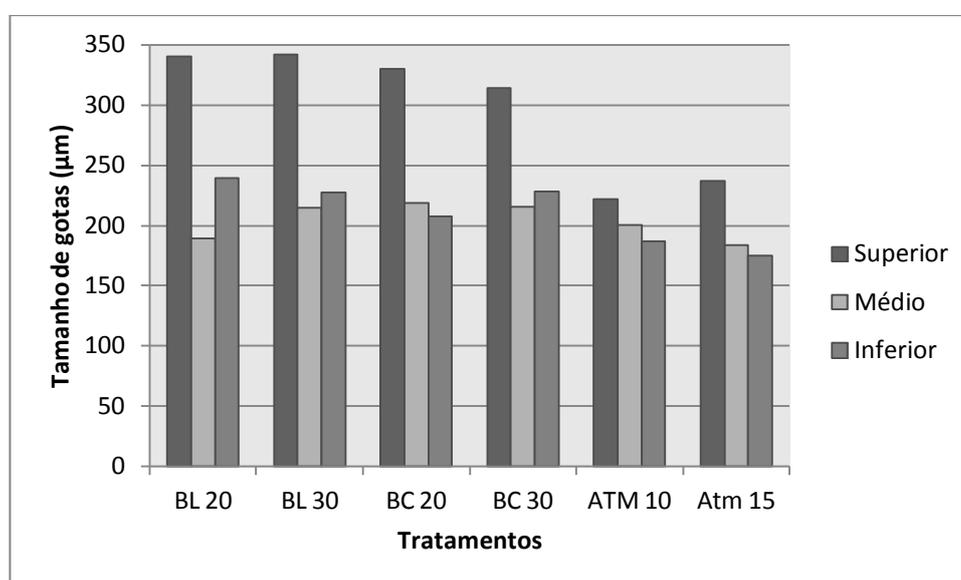
300 Os dados diferem dos autores citados, em relação ao terço médio e inferior do dossel,
301 onde a densidade de gotas não apresentou diferenças entre os tratamentos, não importando o
302 volume aplicado.

303 Alguns trabalhos a exemplo de CHRISTOFOLETTI (1988) mostram que, quanto menor
304 o tamanho das gotas, maior é a penetração de calda para estratos inferiores da cultura. Os
305 resultados mostram que não houve diferenças para densidade e penetração de gotas no estrato
306 médio e inferior (Tabela 2). Todos os tratamentos proporcionaram 26% de penetração no

307 estrato médio e 23% no inferior, com média geral ao redor de 25% de penetração de gotas no
 308 dossel foliar.

309 O principal fator da aplicação aérea de fungicidas é o tamanho (diâmetro) das gotas
 310 produzidas pelo equipamento e número de gotas depositado por unidade de superfície foliar
 311 (gotas.cm⁻²), e está representado na figura 1. A tecnologia de aplicação, por sua vez, está
 312 intimamente relacionada às características de funcionamento do produto.

313



314

315 **Figura 1.** Diâmetro mediano volumétrico (µm), gerados com diferentes
 316 tratamentos e taxas de aplicação. Pelotas-RS, 2012.

317

318 A utilização da análise cromatográfica quantificou as deposições de produtos sem as
 319 limitações conhecidas para cartões hidrossensíveis (Tabela 3). Cabe ressaltar que a diferença
 320 encontrada entre os dois princípios ativos na análise cromatográfica se justifica pela dose
 321 utilizada, em que a Azoxistrobina é aproximadamente 2,66 vezes maior. Por essa razão
 322 analisou-se os dois princípios independentemente para aferir a quantidade de produto e
 323 evidenciar a qualidade da análise.

324

325 **Tabela 3.** Análise da concentração cromatográfica para difenoconazol e azoxistrobina, nos
 326 estratos inferior e superior. Pelotas-RS, 2012

| Tratamentos | Estrato superior (mg.kg ⁻¹) | | Estrato inferior (mg.kg ⁻¹) | |
|-------------|---|---------------|---|---------------|
| | Difenoconazol | Azoxistrobina | Difenoconazol | Azoxistrobina |
| BL 20 | 25,76 a* | 78,94 a | 1,42 a | 4,02 a |
| BL 30 | 15,82 a | 44,30 a | 0,48 b | 1,36 ab |
| BC 20 | 17,62 a | 77,26 a | 0,64 ab | 1,38 ab |
| BC 30 | 31,98 a | 90,68 a | 1,20 ab | 2,36 ab |
| ATM 10 | 13,84 a | 38,12 a | 0,76 ab | 1,34 b |
| ATM 15 | 8,76 a | 23,38 a | 0,60 ab | 0,78 b |
| Valor F | 2,49 | 2,55 | 3,7 | 3,99 |
| Pr > F | 0,0591 | 0,0549 | 0,0127 | 0,0089 |
| CV (%) | 63,15 | 35,17 | 51,17 | 26,53 |

327 *Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey p<0,05).

328

329 Os dados do estrato superior não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Estes
 330 dados diferem dos encontrados por BAYER (2009) que ao trabalhar com diferentes
 331 equipamentos para controle de doenças do arroz irrigado observou através da análise química
 332 maior quantidade de depósito do produto no estrato superior com o volume de 30 L.ha⁻¹ com
 333 bicos hidráulicos.

334 Com a utilização de todos os tratamentos, exceto bico defletor leque 30 L.ha⁻¹
 335 conseguiu-se o maior depósito de difenoconazol no estrato inferior. As maiores quantidades
 336 de azoxistrobina, foram obtidas com uso de equipamentos com bico defletor leque e bico
 337 hidráulico cônico, com todas as taxas de aplicação testadas. Esses resultados diferem dos
 338 obtidos por BAYER (2009) quando avaliou plantas de arroz Qualimax 1 através da mesma
 339 análise, encontrou o sistema BVO[®] 15 e 6 L.ha⁻¹ no dossel inferior como sendo os melhores
 340 tratamentos.

341 CARVALHO (1995) apud CORRÊA (1992) observa que para obter resultados mais
342 precisos na determinação da deposição de produtos utilizam-se alvos naturais como solos e
343 vegetais. ABI SAAB (2000) sugere que a melhor forma de avaliação e quantificação de
344 depósito de caldas é obtido através da análise de partes das plantas.

345 CROSS et al. (1997) consideraram que para avaliar os métodos de aplicação, a
346 quantificação dos depósitos de pulverização nas plantas constitui-se em um dos métodos mais
347 rápidos e econômicos.

348 No estrato superior, os resultados indicam que há possibilidade de aplicação de produtos
349 com qualquer equipamento, desde que adequado ao momento para realizar o controle da
350 praga alvo.

351 As análises dos dados cromatográficos revelaram pequena quantidade de produto no
352 estrato inferior (Tabela 4), não condizente com a densidade de gotas coletadas nos cartões
353 hidrossensíveis (Tabela 2). No entanto, as amostras foram processadas de acordo com a
354 metodologia QuErChEr modificado (2005) que realiza a extração de 10 gramas de amostra,
355 independentemente da área foliar. Através da medição da área foliar verificou-se que a área da
356 parte superior é 6,4 vezes maior. Esse valor foi obtido dividindo a área foliar do estrato
357 superior, quando medido 10g pela área foliar do estrato inferior, com o mesmo peso. Esta
358 razão mostra que em termos absolutos deveriam ser analisados uma amostra com peso
359 equivalente a mesma área foliar ou utilizar-se de um fator de correção, cujos resultados
360 encontram-se na Tabela 4.

361

362

363 **Tabela 4.** Quantidade de ingrediente ativo de azoxistrobina e difenoconazol recuperado na
 364 análise cromatográfica no terço inferior e superior das plantas obtidos de 10 g de
 365 amostra e os valores corrigidos para equivalência de área foliar. Pelotas-RS, 2012

| Parâmetro | Número de amostras | Média (ppm) | Penetração (%) |
|---|--------------------|-------------|----------------|
| Azoxistrobina inferior | 28 | 1,89 | |
| Azoxistrobina inferior corrigido ¹ | 28 | 12,12 | 24 |
| Azoxistrobina superior | 28 | 51,13 | |
| Difenoconazol inferior | 30 | 0,85 | |
| Difenoconazol inferior corrigido ¹ | 30 | 5,44 | 28 |
| Difenoconazol superior | 30 | 18,96 | |

366 ¹ valor multiplicado por 6,4 (relação entre a área foliar superior e inferior).

367

368 Desta forma, para obter-se a equivalência de área foliar, seria necessário utilizar 6,4
 369 vezes mais de peso da parte inferior que para a cultivar Puitá Inta CL, ou seja, 64 gramas.

370 A análise entre a proporção e o depósito de gotas e a quantidade de fungicida
 371 encontrado nos dois níveis do dossel permite verificar que a média se aproxima do valor da
 372 razão entre os dois estratos, revelando coerência com os resultados cromatográficos e
 373 densidade de gotas. (Tabela 5).

374

375 **Tabela 5.** Proporções entre densidade de gotas e quantidade de Azoxistrobina e Difenoconazol
 376 no estrato superior e inferior de plantas de arroz. Pelotas- RS, 2012.

| Parâmetro | n | Média | Erro padrão |
|---|----|-----------------------|-------------|
| Azoxistrobina superior vs inferior | 28 | 28,33 a* | 7,12 |
| Difenoconazol superior vs inferior | 30 | 23,01 a | 7,07 |
| Densidade de Gotas superior vs inferior | 30 | 5,59 b | 2,87 |
| Azoxistrobina sup. vs Azoxistrobina inf. corrigido ¹ | 28 | 4,42 b | 1,11 |
| Difenoconazol sup. vs Difenoconazol inf. corrigido ¹ | 30 | 3,59 b | 1,1 |
| F>p | | 3,5x10 ⁻¹⁰ | |

377 ¹ Valor resultante da divisão do valor original por 6.4 (média da proporção entre a área foliar superior e a
 378 inferior). * Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey p<0,05.

379 É possível verificar de acordo com a tabela 2, que houve, em média, 26 % de penetração
380 no estrato médio e 23% no inferior, com uso de papéis sensíveis; dados estes que corroboram
381 com os apresentados na tabela 4. A percentagem entre ambos compostos químicos no estrato
382 superior e inferior corrigido foi, em média de 26%. Estes resultados confirmam que os
383 resultados do uso do papel hidrosensível e da cromatografia foram similares.

384 A análise de variância não mostrou efeito entre tratamentos para densidade no estrato
385 inferior, médio e superior, exceto para os contrastes que avaliaram Cone x Atomizador ($p <$
386 $0,05$) o que indica que as volumes do bico defletor leque e bico hidráulico cônico apresentam
387 maior densidade no estrato superior (Tabela 6).

388 BAYER et al. (2011) constatou haver uma tendência de obtenção de maiores densidades
389 de gotas com maiores volumes de calda por hectare, em diferentes estratos analisados.
390 OLIVEIRA et al. (2010) avaliando o controle de *Pseudoplusia includens* em condições de
391 laboratório a partir de pulverizações com bico rotativo (17 e 50 L.ha⁻¹) e bico hidráulico (50 e
392 100 L.ha⁻¹) não encontraram diferenças entre os volumes aplicados; entretanto, isto ocorreu
393 porque o produto atingiu diretamente o alvo, diferente do que acontece em condições de
394 campo onde existem barreiras físicas, tendendo o melhor desempenho ser alcançado com
395 maior volume.

396 CUNHA & CARVALHO (2005) obtiveram maior deposição de gotas no alvo ao
397 usarem maiores volumes de aplicação (20 L.ha⁻¹); resultado semelhante foi encontrado por
398 WOLF (2006) que, a partir da aplicação aérea de volumes de pulverização de 9 e 29 L.ha⁻¹,
399 encontrou maior cobertura com o maior volume de aplicação.

400 A análise de variância não apontou efeito ($p = 0,63$) entre tratamentos para densidade no
401 estrato inferior. Ao realizar as comparações de cada um dos contrastes, não foram observadas
402 diferenças ($p < 0,05$) entre os equipamentos e volumes, pois o valor estimado de cada um dos
403 contrastes não superou o seu respectivo valor crítico.

404 **Tabela 6.** Contrastes ortogonais para densidade de gotas em diferentes tratamentos: Pelotas-
 405 RS, 2012.

| Densidade de gotas.cm⁻² no estrato superior | | | | | |
|---|----------------------|-------------|-------------------------|----------|----------|
| Contraste | Estimativa | Erro padrão | Valor crítico (0,05) | IC 95% | |
| | | | | Inferior | Superior |
| Leque x Cone | -40,74 ^{NS} | 17,75 | 64,25 | -104,99 | 23,51 |
| Leque x Atomizador | 51,28 ^{NS} | 17,75 | 64,25 | -12,97 | 115,53 |
| Cone x Atomizador | 92,02 ^{Sig} | 17,75 | 64,25 | 27,77 | 156,27 |
| Maior x Menor volume | 50,86 ^{NS} | 21,74 | 78,69 | -27,83 | 129,55 |
| Densidade de gotas.cm⁻² no estrato médio | | | | | |
| Contraste | Estimativa | Erro padrão | Valor crítico (0,05) | IC 95% | |
| | | | | Inferior | Superior |
| Leque x Cone | -9,30 ^{NS} | 5,63 | 20,37 | -29,67 | 11,06 |
| Leque x Atomizador | 6,20 ^{NS} | 5,63 | 20,37 | -14,17 | 26,56 |
| Cone x Atomizador | 15,50 ^{NS} | 5,63 | 20,37 | -4,86 | 35,87 |
| Maior x Menor volume | -6,04 ^{NS} | 6,89 | 24,94 | -30,98 | 18,91 |
| Densidade de gotas.cm⁻² no estrato inferior | | | | | |
| Contraste | Estimativa | Erro padrão | Valor crítico (0,05) | IC 95% | |
| | | | | Inferior | Superior |
| Leque x Cone | 5,78 ^{NS} | 7,13 | 25,79 | -20,01 | 31,57 |
| Leque x Atomizador | 2,24 ^{NS} | 7,13 | 25,79 | -23,55 | 28,03 |
| Cone x Atomizador | -3,54 ^{NS} | 7,13 | 25,79 | -29,33 | 22,25 |
| Maior x Menor volume | 10,58 ^{NS} | 8,73 | 31,59 | -21,00 | 42,17 |

406 NS = Não significativo segundo a análise de contrastes de Scheffé ($p < 0,05$). Sig = Significativo
 407 segundo a análise de contrastes de Scheffé ($p < 0,05$).

408

409 Com relação à penetração de gotas no estrato médio e inferior, não houve diferenças
 410 entre os contrastes testados (tabela 7). BAYER et al. (2011) constataram que o uso do

411 atomizador rotativo de disco no volume de 15 L.ha⁻¹ apresentou maior penetração no estrato
412 médio e inferior, quando avaliaram diferentes taxas de aplicação e equipamentos.

413

414 **Tabela 7.** Contrastes ortogonais para penetração de gotas com diferentes tratamentos:

415 Pelotas-RS, 2012.

| Penetração de gotas.cm⁻² no estrato médio | | | | | |
|---|----------------------|----------------|----------------------------|----------|----------|
| Contraste | Estimativa | Erro padrão | Valor crítico (0,05) | IC 95% | |
| | | | | Inferior | Superior |
| Leque x Cone | 2,96 ^{NS} | 11,02 | 39,88 | -36,92 | 42,84 |
| Leque x Atomizador | -10,87 ^{NS} | 11,02 | 39,88 | -50,75 | 29,01 |
| Cone x Atomizador | -13,83 ^{NS} | 11,02 | 39,88 | -53,71 | 26,05 |
| Maior x Menor volume | -31,23 ^{NS} | 13,50 | 48,84 | -80,07 | 17,62 |

| Penetração de gotas.cm⁻² no estrato inferior | | | | | |
|--|----------------------|----------------|----------------------------|----------|----------|
| Contraste | Estimativa | Erro padrão | Valor crítico (0,05) | IC 95% | |
| | | | | Inferior | Superior |
| Leque x Cone | 24,45 ^{NS} | 13,92 | 50,37 | -25,92 | 74,82 |
| Leque x Atomizador | -11,00 ^{NS} | 13,92 | 50,37 | -61,37 | 39,36 |
| Cone x Atomizador | -35,45 ^{NS} | 13,92 | 50,37 | -85,82 | 14,91 |
| Maior x Menor volume | -8,98 ^{NS} | 17,04 | 61,69 | -70,67 | 52,71 |

416 NS = Não significativo segundo a análise de contrastes de Scheffé ($p < 0,05$). Sig = Significativo
417 segundo a análise de contrastes de Scheffé ($p < 0,05$).

418

419 O menor tamanho de gotas remete a baixas taxas de volume aplicadas por hectare, as
420 quais devem ser submetidas a um fracionamento maior da calda; trabalhando na faixa de
421 volume utilizada em aplicações aéreas, que varia de 5 a 30 L.ha⁻¹. Verificou-se que a
422 penetração no dossel não se comporta diferentemente quando são variadas as taxas de
423 aplicação e, por conseguinte os equipamentos testados não tiveram diferenças pela análise

424 estatística utilizada. Os resultados obtidos neste estudo podem direcionar o uso dos
425 equipamentos de pulverização conforme o momento e condições meteorológicas.

426 Atomizadores geram gotas menores, que aumentam a cobertura e penetração no dossel,
427 porém bicos defletores leque e bicos hidráulicos cônico auxiliam na redução da deriva,
428 através do tamanho de gotas maiores ou do uso de adjuvantes. ELLIS et al. (1997) avaliaram
429 o efeito de adjuvantes na produção de gotas e verificaram que os adjuvantes provocaram
430 alterações significativas no diâmetro e na velocidade das gotas, o que pode estar diretamente
431 relacionado com a redução do risco potencial de deriva.

432 Em todos os tratamentos, indiferente dos equipamentos, não houve diferença para
433 penetração de gotas, indicando que a escolha do bico para pulverização em arroz irrigado
434 dependerá do estágio fenológico da cultura, das condições climáticas e do uso de adjuvantes.

435

436 **CONCLUSÃO**

437 - Taxas de aplicação maiores proporcionam maior densidade de gotas no estrato
438 superior do dossel foliar;

439 - Todos os equipamentos e taxas de aplicação promovem similar penetração de gotas no
440 dossel;

441 - Todos os equipamentos testados podem ser utilizados na aplicação aérea de fungicidas
442 em arroz irrigado;

443 - A análise cromatográfica deverá ser realizada utilizando-se a mesma área foliar do
444 estrato superior e inferior de arroz;

445

446 **BIBLIOGRAFIA**

- 447 ABI SAAB, O.J.G. Avaliação da cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso
448 de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais. 2000. 87p. Tese (doutorado) -
449 Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu. 2000.
- 450 AGROTEC. Agrosan. Disponível em: www.agrotec.etc.br. Acesso dia 20 junho 2011.
- 451 BAYER, T. Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado. 2009.
452 61 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa
453 Maria. 2009.
- 454 BAYER, T.; COSTA, I.F.D.; LENZ, G.; ZEMOLIN, C.; MARQUES, L.N.; STEFANELO,
455 M.S. Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura de
456 arroz irrigado. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v.15, n.2,
457 p.192–198. 2011.
- 458 BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de
459 fungicidas - parte I. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v. 15, p. 243-276. 2007.
- 460 CARLTON, J.B.; BOUSE, L.F.; O’NEAL, H.P.; WALLA, W.J. Mechanical factors affecting
461 aerial spray coverage of soybeans. Transactions of the ASAE. 26(6) 1065-67. 1993.
- 462 CARVALHO, W. Estudo comparativo entre métodos de amostragem de gotas para
463 determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos. 1995. 87 f.
464 Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1995.
- 465 CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa de deposição de agrotóxicos
466 por análise de gotas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p.963-969. 1999.

- 467 CHRISTOFOLETTI, J. C. O uso de bicos de pulverização para aplicações aéreas. Revista
468 Voar, n.61-A, p.22-24. 1988.
- 469 COGO, J.P. Determinação de resíduos de pesticidas em plantas de arroz empregando
470 QuEChERS modificado e GC-ECD. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade
471 Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.
- 472 CORREA, H.G.; MESSIAS, C.L.; CARVALHO, J.B.H.; BATAGLIA, O.C. Análise das
473 deposições da pulverização aérea simulando a aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch)
474 na cultura da cana de açúcar. Bragantia, Campinas, v. 51, p.95-109. 1992.
- 475 COSTA, D.I. Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea no
476 controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho. 2009. 126 f. Tese
477 (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2009.
- 478 CROSS, J.V., MURRAY, R.A., RIDOUT, M.S., WALKLATE, P.J. Quantification of spray
479 deposits and their variability on apple trees. In.: ASPECTS OF APPLIED BIOLOGY, 48,
480 1997, Long Ashton. Proceedings. Warwick : Association of Applied Bilogistsn p.217-24 .
481 1997.
- 482 CUNHA, J.P.A.R.; CARVALHO, W.P.A. Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de
483 agrotóxicos utilizando adjuvantes. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.13, n.2, 130-135,
484 abr./jun. 2005.
- 485 CUNHA, J. P. A.; CARVALHO, W. P.A., Tecnología de aplicación de agroquímicos por vía
486 aérea. In: MAGDALENA, J. C.; CASTILLO, B.H.; DI PRINZIO, A.; HOMER, I.B;
487 VILLALBA, J. Tecnología de aplicación de agroquímicos. 2010, 157-168.

- 488 CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. Deposição de calda
489 pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. Engenharia
490 Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.2, p.343-351, mar./abr. 2011.
- 491 CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C.; SILVA JÚNIOR, J.L.; ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C.
492 Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. Engenharia
493 Agrícola, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291. 2008.
- 494 CUNHA, J.P.A.R.; REIS, E.F.; SANTOS, R.O. Controle químico da ferrugem asiática da soja
495 em função de ponta de pulverização e volume de calda. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.5,
496 p.1.360-1.366. 2006.
- 497 CUNHA, J.P.A.R.; SILVA, L. L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J.F. Aplicação aérea e
498 terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. Revista Ciência Agronômica, v.
499 41, n. 3, p. 366-372, jul./set. 2010.
- 500 ELLIS, M. C. B.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. The effect of same adjuvants on sprays
501 produced by agricultural flat fan nozzles. Crop Protection, v.16, p. 41-50. 1997.
- 502 FERREIRA, M.C. Aplicação Eficiente. Cultivar Máquinas, v.7, n.63 p. 14-17, 10 maio 2007.
- 503 FRITZ, B. K.; KIRK, I. W.; HOFFMANN, W. C.; MARTIN, D. E.; HOFMAN, V. I.;
504 HOLLINGSWORTH, C.; MCMULLEN, M.; HALLEY, S. Aerial application methods for
505 increasing spray deposition on wheat heads. Applied Engineering in Agriculture. 2005.
- 506 KIRK, I. W; FRITZ, B. K.; HOFFMANN, W. C. Aerial methods for increasing spray deposits
507 on wheat heads. ASAE Paper No. 041029. St. Joseph, Mich.: ASAE. 2004.

- 508 KIRK, I.W.; BOUSE, L.F.; CARLTON, J.B.; FRANZ, E.; STERMER, R.A. Aerial spray
509 deposition in cotton canopies. Transactions of the ASAE. 1992.
- 510 MADALOSSO, M. G. Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de
511 phakopsora pachyrhizi sidow. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -
512 Universidade Federal de Santa Maria- Santa Maria. 2007.
- 513 MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. 3. ed. London: Blackwell, 2000. 432 p.
- 514 MATUO, T. Fundamentos da Tecnologia da Aplicação de Agrotóxicos. In: GUEDES, J. V.
515 C.; DORNELLES S. H. B. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas
516 tecnologias. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. p. 95-107.
- 517 MENEGHETTI, R. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo. 2006. 56 f.
518 Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
519 2006.
- 520 MILLER, P. C. H.; TUCK, C. R. Factors influencing the performance of spray delivery
521 systems: a review of recent developments. Journal of ASTM Internacional, 2005.
- 522 OLIVEIRA, J. R. G.; FERREIRA, M. C.; ROMÁN, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e
523 equipamentos para aplicação de Inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. Engenharia
524 Agrícola, Jaboticabal, v.30, p.92-99. 2010.
- 525 OZEKI, Y. Manual de aplicação aérea. São Paulo, Ed. do editor, 2006.102p.
- 526 QuErChEr. LEHOTAY, S. J., MASTOVSKA, K., LIGHTFIELD, A. R. Journal of AOAC
527 International. Arlington, v.88, n. 2, p. 615-629, Mar./Apr. 2005.

- 528 RESENDE, L. J. Pulverizações aéreas contra a cárie do arroz. Artigos técnicos, 2007.
529 Disponível em:
530 http://www.agrolink.com.br/aviacao/artigos_pg_detalhe_noticia.asp?cod=51361 acesso dia 22
531 nov 2011.
- 532 ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. Cobertura da
533 cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de
534 aplicação. Scientia Agraria, v.10, p.223-232. 2009.
- 535 SAS. Statistical Analysis System (Release 8.1). Cary: The SAS Institute. 2002.
- 536 SCHRÖDER, E. P. Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aeroagrícolas na região
537 sul do Rio Grande do Sul. 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade
538 Federal de Pelotas, Pelotas. 1996.
- 539 SILVA, O.C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M.G.; PRIA, M.D.;
540 SILVA, O.C. Principais doenças fúngicas do feijoeiro. Ponta Grossa: Universidade Estadual
541 de Ponta Grossa, 1999. p.127-137.
- 542 SILVEIRA, V. R. Cenário atual da aviação agrícola no Brasil. 2004. 184 f . Tese (mestrado) –
543 Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.
- 544 SOSBAI- Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas
545 da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: Sosbai, 2007. 154p.
- 546 SUMNER, P.E.; SUMNER, S.A. Comparison of new drift reduction nozzles. St. Joseph:
547 ASAE, 1999.17p.

548 TURNER, C. J.; HUNTINGTON, A. J. The use of a water sensitive dye for the detection and
549 assessment of small spray droplets. Journal of Agricultural Engineering Research, v.15, p.385-
550 387. 1970.

551 WOLF, R.E. & MARTIN, K.L. Effects of spray solution on fungicide Application in corn.
552 2009. In. 43rd Annual National Agricultural Aviation Association Convention Silver Legacy
553 Resort & Reno Convention Center, 2009, Reno, NV December 7, 2009.

554 WOLF, R.E. The affect of application volume and deposition aids on droplet spectrum and
555 deposition for aerial applications In: ASAE/NAAA Technical Meeting, 38, 2004, Reno.
556 Proceedings... St. Joseph: ASAE, 2004.

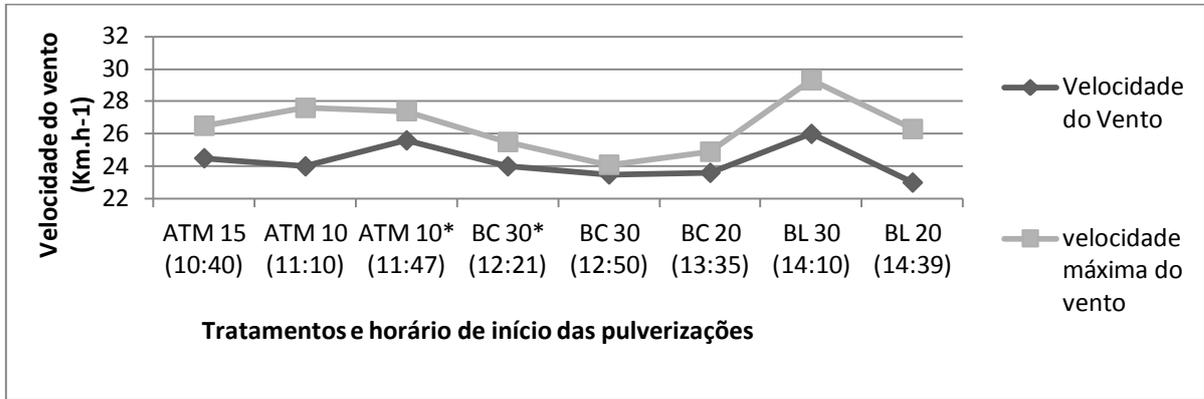
557 WOLF, R.E. The Effect of Application Volume and Deposition Aids on Droplet Spectrum
558 and Deposition in Broccoli for Aerial Applications. In: ASAE, NAAA/ASAE TECHNICAL
559 SESSION 40TH ANNUAL NATIONAL AGRICULTURAL AVIATION ASSOCIATION
560 CONVENTION. 2006. Rosen Shingle Creek Hotel & Resort December 4-6, 2006.

ANEXO 1

561

562

563 Velocidade do vento no momento das pulverizações:

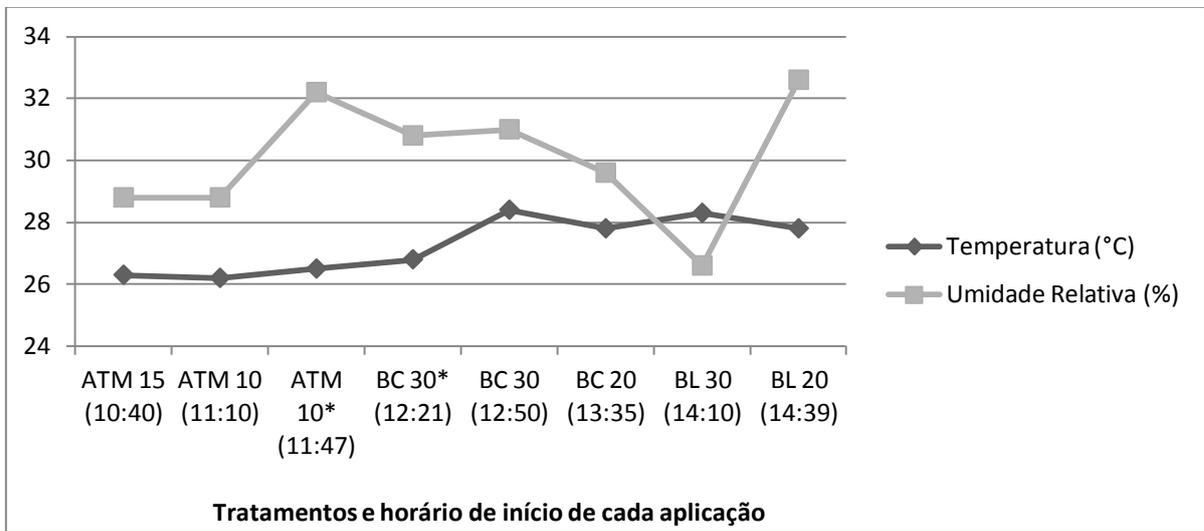


564

565

566

567 Temperatura e umidade relativa:



568

569 * Tratamentos com segunda aplicação

2 Artigo 2*

Efeito da aplicação aérea de fungicidas com diferentes equipamentos e taxas de aplicação sobre a produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado[§]

Tânia Bayer¹, Alci Enimar Loeck¹, Milton Fernando Cabezas Guerrero², Ricardo Dessbesell³

¹Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96010-900, Pelotas, RS, Brasil; ² Universidad técnica estatal de Quevedo. Campus "Ingeniero Manuel Haz Álvarez", Quevedo - Los Ríos – Ecuador; ³ Acadêmico de Agronomia, Bolsista. Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, [§] Artigo extraído da tese “Tecnologia de aplicação aérea na cultura do arroz irrigado”. Agência financiadora: CNPq; * Artigo formatado de acordo com as normas da revista Tropical Plant Pathology, disponível em <http://www.sbfito.com.br/tpp/TPP%20Instructions%20Resumo%2024nov2010.pdf>

Autor para correspondência: Tânia Bayer, e-mail: tania_bayer@hotmail.com

RESUMO

Com o objetivo de avaliar diferentes equipamentos e taxas de aplicação sobre a produtividade, doenças e qualidade de grãos de arroz irrigado foi conduzido um experimento em área comercial no município de Camaquã – RS. Utilizou-se a mistura dos fungicidas Azoxistrobina e Difenconazol, pulverizados por via aérea. Foram utilizados bicos defletor leque, 20 e 30 L.ha⁻¹, bicos hidráulicos cônico 20 e 30 L.ha⁻¹ e atomizadores rotativos de disco 10 e 15 L.ha⁻¹. Nos tratamentos com atomizador rotativo de disco 10 L.ha⁻¹ e bico hidráulico cônico 30 L.ha⁻¹, a pulverização foi repetida após 15 dias. Foram avaliadas doenças foliares, produtividade, renda e rendimento e patologia de grãos. Os equipamentos utilizados não diferenciaram em relação a produtividade, assim como não houveram diferenças em relação a

29 segunda aplicação aos 15 dias depois. Mesmo com pouca severidade de doença, a aplicação
30 de fungicida mostrou-se importante no controle de fungos presentes nos grãos em pós-
31 colheita, a exemplo de *Fusarium* sp. e *Gerlachia* sp. e *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp. em
32 condições de campo.

33 **Palavras-chave:** Patologia de sementes, patógenos, aeroaplicação.

34

35 **ABSTRACT**

36 **Effect of aerial application of fungicide with different equipment and application rates**
37 **on grain quality and productivity of irrigated rice**

38

39 In order to evaluate different equipment and application rates on the productivity, disease and
40 grain quality of rice experiment was conducted in a commercial area in the city of Camaquã-
41 RS. Was used fungicide azoxystrobin and difenoconazole sprayed. Was used nozzles
42 deflector range, 20 and 30 L.ha⁻¹, hydraulic nozzles tapered 20 and 30 L.ha⁻¹ and rotative
43 atomizers 10 and 15 L.ha⁻¹. The treatments with rotary atomizer disc 10 L.ha⁻¹ and hydraulic
44 nozzle cone 30 L.ha⁻¹, the spraying was repeated after 15 days. Was evaluated foliar diseases,
45 productivity, income and yield and grain pathology. The equipment used did not differ with
46 regard to productivity, and there were no differences in relation to the second application 15
47 days later. Even with low disease severity, fungicide application was shown to be important in
48 controlling fungi present in grain post-harvest, such as *Fusarium* sp. and *Gerlachia* sp. and
49 *Bipolaris* sp. and *Gerlachia* sp. at field conditions.

50 **Keywords:** Seed pathology, pathogens, aerial application.

51

52 INTRODUÇÃO

53 A qualidade de grãos e sementes de arroz irrigado é um fator de grande importância no
54 momento da comercialização e/ou da utilização da semente para a implantação da lavoura
55 (Marzari et al., 2007). Muitos fatores afetam essa qualidade, estando diretamente relacionados
56 com as práticas de manejo da cultura (Camargo et al., 2008).

57 A cultura do arroz é afetada por diversos fatores, sendo as doenças fúngicas
58 responsáveis por danos que variam entre 20 e 50% na produtividade das lavouras de arroz no
59 Rio Grande do Sul (Balardin & Borin, 2001). Segundo Araújo & Gontow, (1993), no início
60 da década de 1990, apenas 1% das aplicações de produtos fitossanitários em arroz irrigado era
61 direcionado ao controle de doenças. O uso de fungicidas, no Estado do Rio Grande do Sul,
62 passou de 50.000 ha em 2003 para 830.000 ha em 2008. Esta expansão se deve
63 principalmente devido a ocorrência de epidemias da cárie do grão, a partir da safra 2003-
64 2004, quando em algumas regiões as perdas chegaram a 60% da produtividade (Zemolin,
65 2009).

66 Malavolta et al. (2007) afirma que no Brasil, a ocorrência de manchas de grãos de
67 *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae*, *Phoma sorghina* e *Drechslera*
68 spp., também vem aumentando nos últimos anos, assumindo importância econômica devido a
69 suscetibilidade da maioria das cultivares atualmente em uso.

70 Os danos mais significativos, no Sul do Brasil, têm sido relacionados à incidência de
71 mancha-parda (*Bipolaris oryzae*) e escaudadura (*Gerlachia oryzae*). Também tem sido
72 observada, de forma secundária ou localizada, a incidência de mancha-das-bainhas
73 (*Rhizoctonia oryzae*), mancha-estreita (*Cercospora oryzae*) e mancha-de-alternária
74 (*Alternaria alternata*), segundo Celmer et al., (2007).

75 As doenças fúngicas da parte aérea ao diminuírem a área foliar fotossinteticamente
76 ativa, limitam a capacidade de produção de fotoassimilados das plantas, interferindo no

77 enchimento dos grãos (Bethenod et al., 2005). Santos & Prabhu (2003) concluíram que os
78 fungicidas propiciam maiores produtividades e menor incidência de doenças nos grãos e,
79 conseqüentemente, melhor qualidade do produto colhido.

80 No Rio Grande do Sul, a ocorrência de doenças fúngicas tem sido frequente, com
81 destaque para as manchas foliares, na maioria das cultivares atualmente utilizada. Assim, a
82 aplicação de fungicidas tem propiciado incremento da produtividade da cultura em diferentes
83 situações de cultivo (Celmer & Balardin, 2003; Marzari et al., 2007).

84 Diversos estudos foram realizados com o objetivo de verificar a resposta ao controle
85 químico de doenças na cultura do arroz (Celmer et al., 2007). A aplicação de fungicidas tem
86 se revelado uma medida eficaz de controle, como observado por Ottoni et al. (2000), que
87 conseguiram bom controle da mancha-parda com aplicação de fungicidas na cultivar
88 Maravilha. O mesmo autor cita que a aceitação dessa prática pelos orizicultores vem
89 ocorrendo devido à maior estabilidade na produção, aumento da qualidade de grãos e ao
90 conseqüente retorno econômico.

91 Segundo MAPA (2009) o objetivo do teste de sanidade é determinar o estado sanitário
92 de uma amostra de sementes, para fornecer informações que podem ser utilizadas na
93 comparação da qualidade entre lotes, além de detectar patógenos transmissíveis, via semente,
94 que servem de inóculo inicial, comprometendo a germinação das sementes e o vigor das
95 plantas no campo.

96 Brasil (1992) cita que a sanidade de sementes é avaliada pela presença ou ausência de
97 agentes patogênicos tais como fungos, bactérias, vírus ou nematóides, não descartando
98 anomalias decorrentes de alterações nutricionais.

99 Franco et al. (2001), relataram que a adoção do teste de sanidade nas sementes de
100 arroz irrigado destinadas ao comércio torna-se de grande interesse técnico, devido ao controle
101 da disseminação dos patógenos nas lavouras.

102 Segundo Menten (1991), patógenos associados às sementes são uma evidência
103 concreta da ocorrência de danos e perdas à cultura, quando da utilização de sementes
104 infestadas. O dano pode ser decorrente da diminuição do estande, da debilitação de plantas e
105 do desenvolvimento epidêmico da doença, tendo como consequência a diminuição do
106 rendimento no campo, bem como, da qualidade das sementes para fins de comercialização.

107 Por conseguinte, Corrêa (2006) afirma que a presença de fungos nas sementes
108 constitui problema de significativa importância, não só durante o período de armazenamento
109 como também durante a germinação e emergência no campo, podendo torná-las desuniformes
110 ou inaptas para produzir um bom estande. Logo, os cuidados na colheita, secagem,
111 beneficiamento e armazenamento são fundamentais para a obtenção de um produto de boa
112 qualidade.

113 O rendimento de grãos inteiros, quebrados e com defeitos são os principais parâmetros
114 considerados na avaliação comercial do arroz para a determinação da qualidade e do preço,
115 segundo Amato & Elias, (2005). As diferenças percebidas entre os valores de grãos inteiros
116 são devido ao manejo operacional de campo, já que a presença de pragas que causam injúrias
117 e podem ser responsáveis pela quebra durante o beneficiamento, além de ter uma participação
118 nos índices de grãos gessados.

119 Grãos infectados com *Bipolaris sp.* podem apresentar-se manchados e gessados,
120 diminuindo a qualidade do produto para a indústria (Prabhu & Filippi, 1997), considerando
121 assim, um motivo plausível para aplicação de fungicidas.

122 Dessa forma, avaliou-se a produtividade e a qualidade dos grãos de arroz verificando
123 os níveis de doenças, renda e rendimento, patologia das sementes, peso de mil grãos, número
124 de grãos por panícula, quando a cultura recebeu aplicação aérea da mistura dos fungicidas
125 (Azoxistrobina 250g + Difenconazol 250g) com diferentes equipamentos, taxas e número de
126 aplicação.

127 MATERIAL E MÉTODOS

128 O experimento foi realizado numa área comercial localizada no município de
129 Camaquã, Rio Grande do Sul, latitude 30° 56' 59'' S, longitude 51° 45' 22,29'' O e altitude
130 de 17m, no ano agrícola 2009/2010 com a cultivar de arroz Puitá Inta CL. A área
131 experimental totalizou 75,6 hectares, que foram divididos em nove talhões com 210 metros de
132 largura por 400m de comprimento.

133 A semeadura foi realizada com espaçamento de 0,20m entre fileiras e com densidade
134 de 65 sementes por metro linear. As pulverizações foram realizadas com avião agrícola
135 Cessna com equipamentos previamente montados em barras. A aplicação do fungicida foi
136 realizada durante a exerceção da panícula, estágio R3 (Counce et al., 2000).

137 Foi utilizada aeronave Cessna ag truck, modelo A188B, equipada com fluxômetro
138 Interflow. O tanque de pré-mistura era composto por moto bomba STHIL, duas polegadas
139 com capacidade de 200 litros. As caldas foram preparadas obedecendo a seguinte ordem:
140 Foram colocados 80 litros de água no tanque de pré mistura, acrescentados os fungicidas e
141 adjuvantes Agróleo® e Nimbus®, ambos a 0,5.ha⁻¹ e completou-se o tanque com água, sempre
142 com agitação vigorosa, para depois ser enviado ao hopper do avião.

143 A aeronave foi previamente descontaminada e durante a mudança entre os
144 tratamentos, foram recolhidos o lastro do hopper, das barras e da bomba e enviados para o
145 reservatório do pátio de descontaminação, onde foram desativados pelo processo de
146 ozonização. A altura de vôo ficou em torno dos 3 metros para equipamentos com bicos
147 defletores e bicos hidráulicos e 4 metros para equipamentos com atomizadores rotativos de
148 discos.

149 Os equipamentos avaliados foram: bico defletor ou de impacto, marca Stol, que gera
150 jato leque aplicado no volume de 20 L.ha⁻¹ (BL 20); bico defletor ou de impacto, marca Stol,
151 que gera jato leque com volume de 30 L.ha⁻¹ (BL 30); bico hidráulico, marca Traviar,

152 equipado com ponta e core, gerando jato cônico com volume de 20 L.ha⁻¹ (BC 20); bico
 153 hidráulico, marca Traviar, equipado com ponta e core, gerando jato cônico com volume de
 154 30 L.ha⁻¹ (BC 30); bico hidráulico, marca Traviar, equipado com ponta e core, gerando jato
 155 cônico com volume de 30 L.ha⁻¹ com duas aplicações (BC 30 2x); atomizador rotativo de
 156 discos, marca Turboaro, com volume de 10 L.ha⁻¹ com duas aplicações (ATM 10 2x);
 157 atomizador rotativo de discos, marca Turboaro, com volume de 10 L.ha⁻¹ (ATM 10) e
 158 Atomizador rotativo de discos, marca Turboaro, com volume de 15 L.ha⁻¹ (ATM 15). Foram
 159 realizadas cinco repetições por tratamento com delineamento inteiramente casualizado.

160 Utilizou-se a mistura dos fungicidas Azoxistrobina 250 g + Difenconazol 250 g, na
 161 dose de 0,4 L.ha⁻¹ + 0,15 L.ha⁻¹, em duas aplicações, repetida após 15 dias. Em todos os
 162 tratamentos utilizou-se o adjuvante Nimbus[®] 0,5 L.ha⁻¹, sendo que nos tratamentos com
 163 Atomizadores Rotativos acrescentou-se mais 0,5 L.ha⁻¹ de Agróleo[®].

164 A produtividade foi avaliada colhendo-se aleatoriamente plantas em cinco áreas de
 165 2m². Após a trilha realizou-se a secagem dos grãos, com a aferição de umidade realizada
 166 através da secagem de 20g da amostra em estufa a 105°C por 12 horas e a 130°C por 3 horas.
 167 A umidade foi ajustada para 13% para então proceder a conversão em kg.ha⁻¹ com auxílio da
 168 fórmula:

$$\text{Umidade inicial} = \frac{\text{peso cápsula com amostra úmida} - \text{peso cápsula com amostra seca}}{\text{peso cápsula amostra úmida} - \text{peso cápsula vazia}}$$

$$\text{Peso final} = \text{peso inicial} \left(\frac{100 - \text{umidade inicial}}{100 - \text{umidade final}} \right)$$

171
 172 Foram feitas cinco avaliações da ocorrência de doenças num intervalo de 15 dias em
 173 áreas previamente demarcadas dentro dos talhões com início na aplicação dos fungicidas, aos
 174 58 dias após a semeadura. A última avaliação foi realizada no intervalo de seis dias em
 175 decorrência do estágio fenológico. As doenças ocorreram naturalmente e os patógenos

176 avaliados foram *Bipolaris sp.*, causador da mancha parda e *Gerlachia sp.*, responsável pela
177 escaldadura nas folhas. Para avaliar a severidade das doenças, a amostragem foi realizada de
178 forma aleatória em 10 folhas bandeiras e 10 folhas bandeiras-1 por repetição, totalizando 100
179 folhas por tratamento avaliando-se a porcentagem de área foliar atacada e em relação a
180 incidência registrou-se apenas a presença ou ausência das mesmas.

181 O número de grãos por panícula foi obtido através da média do número de grãos
182 encontrados em 25 panículas. O peso de mil grãos foi obtido a partir da contagem de 500
183 grãos por repetição e extrapolado para mil. Os grãos foram colhidos com umidade ao redor de
184 20% e secados em secador estacionário piloto, à temperatura de 30°C, até 13%. Após foram
185 acondicionados em sacos de ráfia durante 30 dias para estabilização das amostras e
186 beneficiadas pelo processo branco polido, em engenho de provas modelo Zaccaria, de acordo
187 com o manual do equipamento.

188 As amostras foram analisadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e
189 Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade
190 de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, de acordo com Brasil
191 (2010). Cem gramas de amostra descascada em um equipamento de engenho de provas, marca
192 Suzuki, separaram os grãos com cascas remanescentes (marinheiros) dos esbramados (grãos
193 integrais). Com os grãos esbramados, realizou-se polimento, peso da mesma amostra e
194 separação de grãos inteiros e quebrados. A confirmação de grãos inteiros foi realizada com
195 auxílio de paquímetro. Foram considerados grãos inteiros aqueles que apresentaram pelo
196 menos $\frac{3}{4}$ do seu comprimento. Desta forma, em se tratando de uma variedade que possui o
197 grão com 6mm de comprimento, foi considerado inteiro aquele que apresentou comprimento
198 $\geq 4,5\text{mm}$.

199 Após a separação de grãos inteiros e quebrados, foram separados por defeitos nas
200 categorias de grão gessado e manchado. Foram considerados grãos gessados os descascados

201 ou polidos, inteiros ou quebrados que apresentaram metade ou mais de sua estrutura ou
202 superfície com coloração opaca de aspecto farinhoso ou semelhante ao gesso. Como
203 manchado foi considerado o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentou
204 mancha escura ou esbranquiçada.

205 A patologia de sementes foi avaliada conforme Brasil (1992), colocando-se 400
206 sementes por repetição sobre papel filtro umedecido em caixa Germ-Box. A incubação foi de
207 7 dias a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, com regime intermitente de 12 horas luz/12 horas escuro.

208 Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas
209 pelo teste de Tukey a 5% de significância. O software estatístico utilizado foi SAS, com
210 procedimento ANOVA. Os dados de doenças foram transformados para arc seno $\sqrt{\frac{x}{100}}$ e os de
211 renda e rendimento para, $\sqrt{x} + 0,5$, devido a não normalidade da distribuição dos dados.

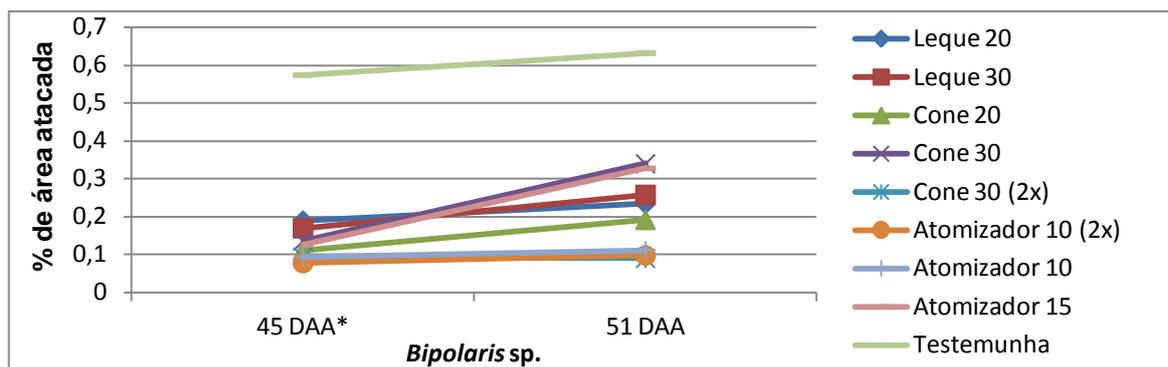
212

213 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

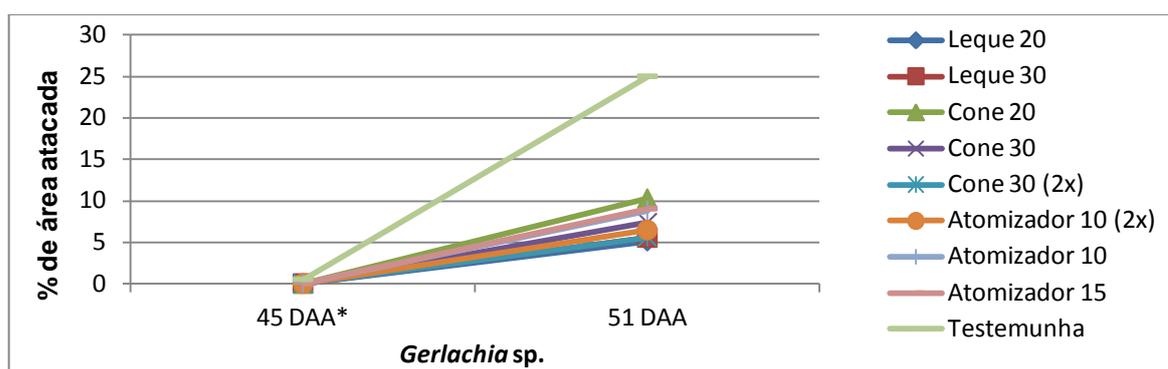
214 Ocorreram duas doenças comuns da cultura do arroz irrigado: mancha parda
215 (*Bipolaris* sp.) e escaldadura (*Gerlachia* sp.), como pode ser verificado pela percentagem de
216 área atacada, conforme figura 1.

217 As avaliações foram feitas nas folhas bandeira, observando-se a percentagem de área
218 atacada em 900 folhas em cada uma das cinco avaliações. Na primeira, segunda e terceira
219 avaliação (0, 15, 30 dias após a aplicação), não foram encontrados sintomas de doenças,
220 provavelmente devido ao estágio fenológico, condições meteorológicas e baixa pressão de
221 inóculo, somente na quarta e quinta avaliação, aos 50 e 56 dias após a aplicação de fungicida,
222 a incidência foi maior. Durante todo o período, a severidade de doenças foi baixa, com
223 exceção para o patógeno *Gerlachia* sp.

224



225



226

Figura 1. Severidade (%) de *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp. em folhas bandeira

227

aos 45 e 51 dias após a aplicação (DDA*) dos tratamentos cultura de

228

arroz irrigado cv. Puitá Inta CL submetida a pulverizações com

229

distintos equipamentos. Pelotas-RS, 2012.

230

231

Todos os tratamentos resultaram em menores severidades de *Bipolaris* sp. e *Gerlachia*

232

sp., quando comparados com a testemunha. Celmer et al. (2007) demonstraram que o controle

233

de doenças é uma importante ferramenta para manutenção da estabilidade de produção de

234

grãos da cultura do arroz. Segundo Marzari et al. (2007), a diminuição da severidade de

235

doenças, pelo controle químico, propicia o aumento da produtividade, fatos semelhantes aos

236

encontrados por Slaton et al. (2003) e Fageria & Prabhu (2004).

237

Todos os tratamentos, exceto Atomizador Rotativo de Disco com volume de 10 L.ha⁻¹

238

(2x) proporcionaram a mesma produtividade, com um incremento ao redor de 19% (Tabela

239

1). Diferente de Bayer et al. (2011) que não encontraram diferenças entre os bicos hidráulicos,

240 atomizadores rotativos de discos e eletrostáticos, quando trabalharam com a cultivar
 241 Qualimax 1, o que pode estar relacionado com a estrutura da planta que apresenta um dossel
 242 mais fechado em relação a cultivar Puitá Inta CL. Segundo Celmer & Balardin (2003) a
 243 resposta à aplicação de fungicida é diferente para cada cultivar.

244

245 **Tabela 1.** Parâmetros de produtividade de arroz irrigado cv Puitá Inta CL com a aplicação da
 246 mistura de fungicidas Azoxistrobina + Difenconazol por meio de diferentes
 247 equipamentos e taxas de aplicação. Pelotas– RS, 2012.

| Tratamentos | Grãos por panícula | Peso de mil grãos (g) | Produtividade (kg.ha ⁻¹) |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| BL 20 | 167,56 a* | 22,67 c | 12.428 a |
| BL 30 | 150,62 ab | 24,09 abc | 11.198 ab |
| BC 20 | 145,66 ab | 24,98 ab | 12.547 a |
| BC 30 | 135,04 b | 24,73 ab | 10.701 ab |
| BC 30 (2x) | 139,35 ab | 23,69 bc | 10.828 ab |
| ATM 10 (2x) | 142,89 ab | 25,75 a | 9.309 b |
| ATM 10 | 127,65 b | 25,12 ab | 11.410 ab |
| ATM 15 | 141,09 ab | 25,03 ab | 10.280 ab |
| Testemunha | 132,99 b | 23,7 bc | 10.488 ab |
| Valor F | 3,02 | 5,36 | 4,34 |
| Pr > F | 0,0107 | 0,0002 | 0,001 |
| CV (%) | 10,498 | 3,750 | 9,978 |

248 * Medias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

249

250 Verificou-se que as aplicações com uso do bico defletor leque proporcionaram maior
 251 número de grãos por panícula o que compensou a redução do peso dos grãos, culminando
 252 com maior produtividade. O bico hidráulico cônico, embora de maneira não significativa,
 253 resultou em menor número de grãos por panícula, entretanto com maior peso, o que

254 conseqüentemente resultou em maior produtividade. Com atomizador rotativo de discos não
255 ocorreram diferenças entre os volumes de 10 L.ha⁻¹ e 15 L.ha⁻¹, como também não se verificou
256 melhoria na repetição dos tratamentos 15 dias após, tanto para bico hidráulico cônico na taxa
257 de 30 L.ha⁻¹ como para atomizador rotativo de discos aplicando 10 L.ha⁻¹.

258 Maciel & Tronchoni (2003) também conseguiram um acréscimo no rendimento de
259 grãos da ordem de 20%, atribuindo esse fato ao controle químico das doenças foliares na
260 cultivar IRGA 417 com Azoxistrobina.

261 Dallagnol et al. (2006) conseguiram cerca de 42,10% de aumento de produtividade com
262 aplicação de misturas de triazóis com estrobilurinas, em duas aplicações.

263 O maior peso de grãos inteiros foi obtido no tratamento com bico defletor leque com
264 volume de 30 L.ha⁻¹ (Tabela 2). Bayer et al. (2011) também encontraram maior peso de grãos
265 inteiros quando usaram bicos hidráulicos leque, calibrados para uma taxa de aplicação de 20
266 L.ha⁻¹, no entanto a cultivar foi a Qualimax 1 e o fungicida foi a mistura de trifloxistrobina +
267 propiconazol.

268 Com relação aos grãos gessados verificou-se que nos tratamentos com bico hidráulico
269 cônico aplicando a 30 L.ha⁻¹ e atomizador rotativo de discos com volume 10 L.ha⁻¹ em duas
270 aplicações, juntamente com a testemunha apresentaram maior peso. Este fato, seguramente
271 está relacionado com a presença de percevejos que ocorreram na área experimental uma vez
272 que Castro et al. (1999) observaram que quando o ataque dos percevejos ocorre na fase final
273 do desenvolvimento dos grãos, além do aparecimento de manchas escuras na casca, provocam
274 também manchas opacas (gessadas) no endosperma, em volta das perfurações causadas pelas
275 picadas, o que foi verificado na análise.

276 Na industrialização a quebra dos grãos ocorre, principalmente, durante os processos de
277 descascamento e de brunimento (Fagundes et al., 2007), mas as fissuras e trincamentos que
278 acarretam a quebra durante esse processo ocorrem ainda no campo devido a sensibilidade dos

279 grãos a choques térmicos, quando são submetidos à alternância da temperatura do ar,
 280 aumentando as frações de quebrados e reduzindo sua conservabilidade durante o
 281 armazenamento (Elias, 2007).

282

283 Tabela 2. Renda e rendimento de grãos de arroz cv. Puitá Inta CL. Peso de grãos gessados,
 284 manchados, quebrados sem defeitos e inteiro sem defeitos. Pelotas-RS, 2012.

| Tratamentos | Defeitos (g) | | Qualidade (g) | |
|-------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Grãos gessados | Grãos manchados | Grãos Quebrados sem defeitos | Grãos Inteiros sem defeitos |
| BL 20 | 0,79 ab* | 0,38 a | 6,87 a | 55,86 ab |
| BL 30 | 0,77 ab | 0,46 a | 8,14 a | 56,01 a |
| BC 20 | 0,55 abc | 0,49 a | 7,18 a | 54,44 ab |
| BC 30 | 0,46 abc | 0,20 a | 11,83 a | 49,37 ab |
| BC 30 (2x) | 0,74 a | 0,28 a | 11,38 a | 49,22 ab |
| ATM 10 (2x) | 0,84 a | 0,57 a | 8,51 a | 45,94 b |
| ATM 10 | 0,27 bc | 0,36 a | 9,00 a | 52,96 ab |
| ATM 15 | 0,19 c | 0,33 a | 10,44 a | 52,17 ab |
| Testemunha | 0,97 a | 0,66 a | 7,55 a | 51,73 ab |
| Valor F | 5,58 | 1,74 | 2,24 | 2,25 |
| Pr > F | <.0001 | 0,1019 | 0,0326 | 0,0319 |
| CV (%) | 16,73 | 22,00 | 22,91 | 13,55 |

285 * Medias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

286

287 Embora a incidência de doenças tenha sido baixa, as avaliações de sanidade dos grãos
 288 revelaram que o tratamento com fungicida reduziu consideravelmente a incidência de
 289 *Fusarium sp.* e *Gerlachia sp.* (Tabela 3). Esse fato é importante, uma vez que Franco et al.
 290 (2001) sugerem a adoção do teste de sanidade nas sementes de arroz irrigado a serem
 291 comercializadas, tendo em vista a prevenção da disseminação dos patógenos nas lavouras. Da
 292 mesma forma Cornélio et al. (2000) relatam que o estudo da relação entre a ocorrência da

293 doença no campo e a presença do patógeno na semente é de grande importância na
 294 determinação dos padrões de tolerância do fungo na semente. Franco et al. (2001)
 295 avaliando fungos associados a sementes de arroz irrigado encontrou maiores incidências de
 296 *Nigrospora oryzae*, 16,3%; *Gerlachia oryzae*, 18,0%; *Bipolaris oryzae*, 2,6%; *Penicillium sp.*,
 297 34,4%. Os resultados foram semelhantes apenas para *Gerlachia oryzae*, enquanto que para
 298 *Nigrospora sp.* e *Bipolaris sp.* os resultados foram totalmente discrepantes, mesmo levando-
 299 se em consideração a baixa incidência de doenças na lavoura (Tabela 3).

300

301 Tabela 3. Incidência de patógenos em grãos de arroz oriundos das parcelas tratadas com
 302 fungicida Azoxistrobina + Difenconazol aplicados com diferentes taxas e
 303 equipamentos de aplicação. Pelotas-2012.

| Tratamentos | <i>Bipolaris sp.</i> | <i>Nigrospora sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Alternaria sp.</i> | <i>Gerlachia sp.</i> |
|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| BL 20 | 77,0 a* | 73,4 a | 7,2 a | 2,6 a | 3,0 a |
| BL 30 | 81,2 a | 63,8 a | 4,8 a | 1,8 a | 2,2 a |
| BC 20 | 66,2 a | 60,4 a | 4,4 a | 1,4 a | 2,2 a |
| BC 30 | 74,6 a | 57,6 a | 4,4 a | 3,2 a | 1,8 a |
| BC 30 (2x) | 39,8 a | 74,8 a | 4,8 a | 2,6 a | 1,8 a |
| ATM 10 (2x) | 71,2 a | 75,4 a | 3,8 a | 2,8 a | 1,4 a |
| ATM 10 | 46,6 a | 67,0 a | 4,2 a | 6,0 a | 3,4 a |
| ATM 15 | 49,6 a | 60,6 a | 3,4 a | 4,6 a | 1,0 a |
| Testemunha | 56,6 a | 62,4 a | 21,2 b | 1,8 a | 14,4 b |
| Valor F | 2,46 | 0,21 | 5,4 | 1,4 | 4,96 |
| Pr > F | 0,0307 | 0,9862 | 0,0002 | 0,229 | 0,0003 |
| CV (%) | 33,84 | 23,08 | 34,56 | 38,75 | 43,54 |

304 * Medias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

305

306 CONCLUSÃO

307 Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se que:

- 308 - A aplicação com fungicida, independente dos equipamentos testados, resultam em grãos
309 com menor incidência de *Fusarium* sp. e *Gerlachia* sp.
- 310 - Os resultados da aplicação sequencial, com intervalo de 15 dias, são semelhantes a aplicação
311 singular.
- 312 - Todos os tratamentos geram produtividades similares.
- 313 - Todos os tratamentos reduzem a severidade de *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp.

314

315 **REFERÊNCIAS**

- 316 Amato GW, Elias MC (2005) A Parboilização do Arroz. 1. ed. Porto Alegre: Ricardo Lenz
317 Editor. v.1, 160p.
- 318 Araújo EC, Gontow M (1993) Estudo do Mercado da Aviação Agrícola. Agrotec e Embraer.
- 319 Balardin RS, Borin RC (2001) . Doenças na cultura do arroz irrigado. Santa Maria: UFSM, 48
320 p.
- 321 Bayer T, Costa IFD, Lenz G, Zemolin C, Marques LN, Stefanelo MS (2011). Equipamentos
322 de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura de arroz irrigado. Revista
323 Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 15:192–198.
- 324 Bethenod O, Le corre M, Huber L, Sache I (2005). Modelling the impact of brown rust on
325 wheat crop photosynthesis after flowering. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam
326 131:41-53.
- 327 Brasil (2010). Instrução Normativa 06 de março de 2010 do MAPA. Normas de Identidade e
328 Qualidade do Arroz.

- 329 Brasil (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Amostragem. In: Regras para
330 análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV. cap.1: 13-54.
- 331 Camargo ER, Marchezan E , Rossato TL, Teló GM, Arosemena DR (2008). Influência da
332 aplicação de nitrogênio e fungicida no estágio de emborrachamento sobre o desempenho
333 agrônômico do arroz irrigado. *Bragantia*, Campinas, 67:153-159.
- 334 Castro, E da M (1999) In: Vieira NR de A, Rabelo RR, Silva SA. da. Qualidade de grãos em
335 arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 30p. (Embrapa Arroz e Feijão.
336 Circular Técnica, 34).
- 337 Celmer AF, Balardin RS (2003). Dano devido a doenças foliares no arroz irrigado. In:
338 CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, 2003, Balneário Camboriú - SC,
339 Anais... Itajaí: EPAGRI. pp.326-327.
- 340 Celmer A, Madalosso MG, Debortoli MP, Navarini L, Balardin RS (2007). Controle químico
341 de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. *Pesquisa agropecuária brasileira* 42: 901-904.
- 342 Cornélio VMO, Santos PG, Soares AA, Lopes TLV (2000). Associação entre a incidência de
343 brusone e a presença de *Pyricularia grisea* nas sementes de arroz. *Pesquisa Agropecuária*
344 Brasileira 35:639-645.
- 345 Corrêa CL (2006) Sobrevivência de *Bipolaris oryzae* em sementes de arroz armazenadas sob
346 duas condições ambientais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
347 Pelotas, RS.
- 348 Counce PA et al (2000) A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice
349 development. *Crop Science* 40: 436- 443.

- 350 Dallagnol LJ, Balardin RS, Navarini L, Kirinus EM (2006). Influência das doenças foliares no
351 rendimento de grãos na cultura do trigo. *Revista FZVA* 1:139-137.
- 352 Elias MC (2007). Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade. 1ª ed. Pelotas:
353 Editora e Gráfica Universitária UFPEL, v.1, 424 p.
- 354 Fageria NK, Prabhu AS (2004). Controle de brusone e manejo de nitrogênio em cultivo de
355 arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:123-129.
- 356 Fagundes CAA, Lopes SIG, Lopes MCB, Rosso AF, Cruz RP, Carmona OS, Gularte, MA,
357 Elias MC. Características tecnológicas, propriedades de consumo e parâmetros de
358 parboilização dos grãos de arroz dos cultivares IRGA 423 e IRGA 424. In: V Congresso
359 Brasileiro do Arroz Irrigado e XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 2007, Pelotas -
360 RS. Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado - SOSBAI, v. 2, 2007, 510-513p.
- 361 Franco DF, Ribeiro AS, Nunes C, Ferreira E (2001). Fungos associados a sementes de arroz
362 irrigado no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência* 7: 235-236.
- 363 Maciel JLN, Tronchoni JG (2003), Avaliação de fungicidas para o controle de doenças da
364 parte aérea do cultivar IRGA 417. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ
365 IRRIGADO, Balneário Camboriú - SC, Anais. Itajaí: EPAGRI, pp.332-333.
- 366 Malavolta VMA, Soligo EA, Dias DD, Azzini LE, Bastos CR (2007). Incidência de fungos e
367 quantificação de danos em sementes de genótipos de arroz. *Summa Phytopathologica*,
368 Botucatu, 33:280-286.
- 369 MAPA. Regras para análise de sementes (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e
370 Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p.

- 371 Marzari V, Marchezan E, Silva LS da, Camargo ER, Teló GM. População de plantas, dose de
372 nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado: I – características
373 agronômicas (2007). *Ciência Rural* 37:330-336.
- 374 Menten JOM (1991). Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba:
375 ESALQ/FEALQ. 321p.
- 376 Ottoni G, Oliveira WF, Silva AL, Albernaz KC, Silva EG, Cardoso E, Guicherit E (2000).
377 Eficiência de fungicidas no controle de mancha-parda (*Bipolaris oryzae*) em arroz (*Oryza*
378 *sativa*). *Pesquisa Agropecuária Tropical* 30: 59-62.
- 379 Prabhu AS, Filippi MC (1997). Arroz (*Oryza sativa* L.) Controle de doenças. In: Vale FXR,
380 Zambolin L. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal
381 de Viçosa, 1: 51-79.
- 382 Santos AB , Prabhu AS (2003). Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas
383 no desempenho da soca do arroz irrigado *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e*
384 *Ambiental* 7:572-576.
- 385 Slaton NA, Cartwright RD, Meng J, Gbur EE, Norman RJ (2003). Sheath blight severity and
386 rice yield as affected by nitrogen fertilizer rate, application method and fungicide. *Agronomy*
387 *Journal* 95:1489-1496.
- 388 Zemolin CR (2009). Manejo de nitrogênio e tratamento químico sobre a ocorrência de *Tilletia*
389 *barclayana* em arroz irrigado. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa
390 Maria. Santa Maria /RS, 2009.
- 391

4 Conclusões

- Taxas de aplicação maiores proporcionam maior densidade de gotas no estrato superior do dossel foliar;
- Todos os equipamentos e taxas de aplicação promovem similar penetração de gotas no dossel;
- Todos os equipamentos testados podem ser utilizados na aplicação aérea de fungicidas em arroz irrigado;
- A análise cromatográfica deverá ser realizada utilizando-se a mesma área foliar do estrato superior e inferior de arroz;
- A aplicação com fungicida, independente dos equipamentos testados, resultam em grãos com menor incidência de *Fusarium* sp. e *Gerlachia* sp.;
- Os resultados da aplicação sequencial, com intervalo de 15 dias, são semelhantes à aplicação singular;
- Todos os tratamentos geram produtividades similares;
- Todos os tratamentos reduzem a severidade de *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp.

5 Referências

ANTUNIASSI, U.R. **Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos**. In. V CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005.

CARVALHO, W. P. de A. Situação atual e perspectivas da aviação agrícola no Brasil e eficácia no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.33, supl., p.107-109. 2007.

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe Anual. Disponível em <http://www.ciat.cgiar.org/es/Paginas/inicio.aspx> acesso dia 15 de outubro de 2011.

COGO, J.P. **Determinação de resíduos de pesticidas em plantas de arroz empregando quechers modificado e gc-eed**. 2008. 113p. Dissertação (Mestrado em Química), UFSM, Santa Maria. 2008.

MAPA, Ministério da Agricultura. Projeção de produção e consumo em arroz irrigado. Disponível pelo site <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz> acesso dia 16 de outubro de 2011.

NEIVA, Vantagens da pulverização aérea. Disponível em http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_ipanema_vant_pulv.asp
Acesso em: 19 out 2011.

SCHRÖDER, E. P. **Aplicação aérea de defensivos agrícolas com ênfase na qualidade**. In: BORGES, L. D. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.105-113.