

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

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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Tânia Maria Bayer da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

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

por

**Tânia Maria Bayer da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para obtenção de grau de  
**Mestre em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Ivan Francisco Dressler da Costa

Santa Maria, RS, Brasil

2009

Silva, Tânia Maria Bayer da  
S586t

Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado / por Tânia Maria Bayer da Silva ; orientador Ivan Francisco Dressler da Costa. - Santa Maria, 2008.  
63 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2009.

1. Agronomia 2. Cromatografia 3. Papel hidrossensível 4. *Orizae sativa* I. Costa, Ivan Francisco Dressler da, orient. II. Título

CDU: 633.18.03

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

© 2009

Todos os direitos autorais reservados a Tânia Maria Bayer da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.  
Endereço: Av. Roraima, Depto de Defesa Fitossanitária, prédio 42, sala 3225. Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97105-900.

Fone: (0xx) 55 3220-8015 - E-mail: [tania\\_bayer@hotmail.com](mailto:tania_bayer@hotmail.com)

---

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

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

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

elaborada por  
**Tânia Maria Bayer da Silva**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Eugênio Passos Schröder, Dr. (Schroder Consultoria)**

**Walter Boller, Dr. (UPF)**

Santa Maria, 18 de fevereiro de 2009.

*Àqueles que tão generosamente dedicaram sua vida a meu desenvolvimento social, intelectual e espiritual. Meus queridos pais, nada me resta a não ser dedicar, com carinho e gratidão, mais esta conquista a vocês que foram, aqui na terra, meus verdadeiros anjos.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, em quem encontro refúgio nas horas de fraqueza e que, com sua mão, guiou-me sempre pelo caminho da justiça e da verdade;*

*Ao meu pai, Airtton Oliveira da Silva, e a minha mãe, Terezinha S. Bayer da Silva, pelo apoio, pelo exemplo de vida ao acreditar no trabalho honesto e na ética e por terem me ensinado isso durante a infância, para que me tornasse uma profissional digna na idade adulta.*

*Aos meus tios Marta, Belquiz, Isolete, Darcy, Lisa e Adrion pela força, e a minha irmã Ana Carla e ao meu cunhado Filipe pela torcida e comemoração em cada etapa conquistada;*

*Ao meu futuro marido, Luciano Berkembrock, que foi meu apoio, meu amor, meu companheiro e meu cúmplice ao entender minhas ausências;*

*Ao Professor Ivan Francisco Dressler da Costa, pelos ensinamentos, pela confiança, pelo estímulo e pela orientação científica, durante o Curso e realização deste trabalho;*

*À CAPES, pelo auxílio estudantil, em forma de bolsa de estudo, e à UFSM, da qual tenho orgulho de ter feito parte como estudante;*

*Aos colegas de laboratório: Giuvan, Carla, Mauricio, Cezar, Leandro, Maiquel, Anderson, Adriano, Douglas, Marcelo, Fernando e D. Zilma pelo apoio, pelo carinho, pela amizade, e, em especial, pela ajuda preciosa na condução do experimento, sem a qual nunca conseguiria;*

*Aos amigos que me apoiaram nos momentos que ia sucumbir: Gel, Mari, Carol, Madalosso, Dani, Lucas e Aninha;*

*Às empresas: Granja Quatro Irmãos, Schroder Consultoria, Taim Aeroagrícola, Bayer Cropscience e CBB, que confiaram a mim o objetivo 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;*

*Aos professores Ricardo Balardin e Sérgio Machado pelas conversas no corredor e conselhos profissionais;*

*Aos demais colegas e amigos que tiveram participações no desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa, minha gratidão.*

*“...Sirvam nossas façanhas  
De modelo a toda terra..”*

**(Francisco Pinto da Fontoura – Hino Riograndense)**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

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

AUTORA: TÂNIA MARIA BAYER DA SILVA  
ORIENTADOR: IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de fevereiro de 2009.

Os objetivos dos trabalhos foram: a) Avaliar equipamentos de aplicação aérea e taxas de aplicação para maximização da cobertura e penetração de gotas de fungicidas no dossel foliar através de papel hidrossensível e cromatografia; b) avaliar os espectros de gotas gerados por bicos hidráulicos, bicos eletrostáticos e atomizadores rotativos de disco; c) avaliar os componentes de rendimento: produtividade de grãos e rendimento de engenho; e d) avaliar o controle de *Cercospora oryzae*. Para condução do experimento foi utilizado 8 tratamentos divididos em 63 ha. Em cada área foi avaliada a cobertura e penetração através de papéis hidrossensíveis e análise cromatográfica. A deposição de gotas em três estratos com análise de papéis hidrossensíveis, o equipamento bico hidráulico com 30 L.ha<sup>-1</sup> teve maior deposição no terço superior e médio. Para o terço inferior, o atomizador rotativo de discos na taxa de 15 L.ha<sup>-1</sup> apresentou maior penetração. Com cromatografia, a maior quantidade de produto no estrato inferior foi conseguida através do equipamento Eletrostático com 10 L.ha<sup>-1</sup>. Para o controle de *Cercospora oryzae*, os dados não foram consistentes, pois os tratamentos não diferiram da testemunha. Não houve diferenças para peso de grãos e produtividade entre os tratamentos. No rendimento de engenho, o maior peso de grão inteiro foi obtido com a utilização do equipamento Bico hidráulico 20L.ha<sup>-1</sup>. A densidade e a penetração foram avaliadas em relação às taxas e aos equipamentos, através de contrastes. A maioria dos tratamentos evidenciou diferenças entre os equipamentos e as taxas.

**Palavras-chaves:** Cromatografia, papel hidrossensível, *Oryzae sativa*.



## ABSTRACT

Master Dissertation  
Agronomy Post-Graduation Program  
Federal University of Santa Maria – Brazil

### TECHNOLOGY APPLICATION OF AIR IN CULTURE OF FUNGICIDES FLOODED RICE

AUTHOR: TÂNIA MARIA BAYER DA SILVA

ADVISER: IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA

DATE AND PLACE OF EXAMINATION: SANTA MARIA, FEBRUARY, 18 TH, 2009

*The objectives of the study were: a) evaluate the equipment and aerial application rates to maximizing the coverage and penetration of fungicides drops in the canopy leaf through Water-sensitive paper and chromatography b) measure the spectra of droplets generated by hydraulic nozzles, nozzles electrostatic and rotating atomisers disk c) evaluate the yield components: seed yield and ingenuity income d) evaluate the control of *Cercospora oryzae* in accordance with the devices tested. For the deposition of drops in three tiers with Water-sensitive papers review, the hydraulic nozzle equipment with  $30 \text{ L.ha}^{-1}$  had higher deposition in the upper third and medium. For the bottom third, the rotary atomizer disks in the rate of  $15 \text{ L.ha}^{-1}$  had higher penetration. With chromatography, the largest amount of product in the lower canopy was achieved through the electrostatic equipment with  $10 \text{ L.ha}^{-1}$ . For the control of *Cercospora oryzae* the data were not consistent, because the treatments did not differ from the witness. For weight and grain yield there was no difference among treatments. For ingenuity income, the weight of grain was obtained using the hydraulic equipment Nozzle  $20 \text{ L.ha}^{-1}$ . The penetration and density were evaluated in relation to rates and equipment through contrasts. Most treatments showed differences between the equipment and rates.*

**Key words:** *Chromatography, watter-sensitive paper, Oryza sativa.*

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>FIGURA 1</b> Esquema de distribuição das áreas de avaliação, testemunhas e tratamentos.....	18
<b>FIGURA 2</b> Equipamentos para aplicação aérea. (a) Sistema eletrostático, (b) Atomizador rotativo de disco, (c) Bico hidráulico.....	19
<b>FIGURA 3</b> Papéis hidrossensíveis. (a) visualização superior, (b) retirado do suporte, (c) suporte entre as plantas de arroz.....	22
<b>FIGURA 4</b> Procedimento de preservação da amostra para análise cromatográfica.....	23
<b>FIGURA 5</b> Densidade (gotas.cm <sup>-2</sup> ) em três estratos produzida por diferentes equipamentos e taxas de aplicação.....	24
<b>FIGURA 6</b> Diâmetro mediano volumétrico (DMV).....	26
<b>FIGURA 7</b> Diâmetro mediano numérico (DMN).....	26
<b>FIGURA 8</b> Penetração de gotas no dossel da cultura, considerando o estrato superior da cultura 100% do produto.....	27
<b>FIGURA 9</b> Amplitude relativa em três estratos, produzidos por diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado.....	28
<b>FIGURA 10</b> Análise cromatográfica (mg.kg <sup>-1</sup> ) de trifloxtrobina no estrato superior	30
<b>FIGURA 11</b> Análise cromatográfica (mg.kg <sup>-1</sup> ) de trifloxtrobina no estrato inferior..	30

### CAPÍTULO II

<b>FIGURA 1</b> Avião Ipanema e equipamentos utilizados no experimento: (a) Atomizador rotativo de discos, (b) Sistema eletrostático e (c) bicos hidráulicos...	40
<b>FIGURA 2</b> Aplicação do produto a campo. Visualização frontal e lateral.....	41
<b>FIGURA 3</b> Papéis hidrossensíveis recém coletados a campo(a), amostras embaladas (b) e suporte com papel a campo(c).....	42
<b>FIGURA 4</b> Produtividade (Kg.ha <sup>-1</sup> ) com diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado. CV 10,82%.....	43
<b>FIGURA 5</b> Rendimento de engenho (%) para amostras de arroz com diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado. ....	44
<b>FIGURA 6</b> Percentagem de grãos machados, limpos e chochos provenientes de 1200 panículas.....	45

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO I

TABELA 1 Regulagens dos equipamentos, parâmetros das aplicações e composição das caldas.....	20
TABELA 2 Condições meteorológicas no momento da aplicação dos tratamentos.....	21
TABELA 3 Incidência e severidade de <i>Cercospora oryzae</i> sobre plantas da cultivar Qualimax 1. Rio Grande, RS. 2008.....	31

### CAPITULO II

TABELA 1 Informações sobre os tratamentos.....	39
TABELA 2 Análise de contrastes entre taxas e equipamentos para estrato médio e inferior na cultura do arroz irrigado.....	46

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Fases e etapas de crescimento de plantas de arroz.....	57
<b>Anexo 2</b>	Volume recuperado .....	
		58
<b>Anexo 3</b>	Tabelas de análise de variância.....	59

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I - DETERMINAÇÃO DA COBERTURA E PENETRAÇÃO DE GOTAS NA PULVERIZAÇÃO AÉREA DE FUNGICIDA EM PLANTAS DE ARROZ.....</b>	<b>14</b>
1 Introdução.....	16
2 Material e Métodos.....	17
3 Resultados e Discussão.....	24
4 Conclusão.....	32
<b>CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO AÉREA E TAXAS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO.....</b>	<b>33</b>
1 Introdução.....	35
2 Material e Métodos.....	38
3 Resultados e Discussão.....	43
4 Conclusão.....	50
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O potencial produtivo da cultura do arroz irrigado está diretamente relacionado com as práticas culturais adotadas pelo produtor rural. Uma destas práticas, a aplicação de fungicidas, tem sido largamente utilizada nas últimas safras no Estado do Rio Grande do Sul, apresentando substanciais aumentos, tanto em produtividade quanto em qualidade de grãos.

A utilização de fungicidas tem aumentado ano a ano, porém a sua aplicação, tal como se pratica hoje, difere no essencial daquela praticada no início da ciência, que era caracterizada por desperdícios de energia e de produto químico (HIMEL, 1974; RAINEY 1974; GRAHAN-BRYCE, 1975; MATTHEWS, 1983).

Muitos produtos foram desenvolvidos pela indústria agroquímica, nos últimos anos, para controle de doenças nas diversas culturas, entretanto poucas mudanças têm ocorrido na maneira como esses produtos são aplicados, pois a eficiência do tratamento não depende só da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e da distribuição desse na superfície alvo (MENEGETTI, 2006).

Segundo o conceito moderno de tecnologia de aplicação de defensivos, uma boa aplicação é aquela que, realizada no momento correto, proporciona cobertura suficiente do alvo e nele deposita a quantidade de defensivos necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de evitar a ocorrência de danos econômicos (MATUO, 1998).

A eficiência da tecnologia de aplicação é determinada pela adequada colocação e distribuição do produto no alvo. Para tanto, a escolha da ponta de pulverização é fundamental para que se obtenha uma gota de tamanho ideal, somada ao momento de aplicação, compondo um conjunto de fatores que deve ser considerado na tomada de decisão para o controle da doença (MADALOSSO, 2007).

Pulverizações aéreas de fungicidas em arroz são muito utilizadas para evitar prejuízos devido aos danos mecânicos causados pelo trânsito dos implementos. Além disso, outras vantagens tornam a aplicação aérea mais indicada: técnica e economicamente é uma opção viável; aplicando nas condições e nas dosagens

recomendadas, a qualidade da aplicação aérea é superior à aplicação terrestre com a utilização de pulverizadores convencionais; reduz o tempo de aplicação; reduz a quantidade de veiculantes, sendo rápidas, quando planejado de uma forma organizada e permite a aplicação do defensivo no momento certo e oportuno (RESENDE, 2007).

Embora a importância deste método de aplicação de fungicidas e da necessidade crescente de seu uso na lavoura de arroz irrigado, ainda existe pouca demanda de pesquisas na área, gerando poucos dados sobre número de gotas, tamanho de gotas, vazões eficientes e equipamentos mais adequados à aplicação (SCHRÖDER, 2007).

Até a atualidade, os estudos acerca de tecnologia e avaliação das aplicações têm priorizado o receio à evaporação e à deriva, dificultando novas formas de observar e teorizar essa ciência multidisciplinar (KORNIS, 1998). Assim, é freqüente a preocupação exagerada com a deriva e a evaporação em detrimento da eficiência biológica destas aplicações (MAZIERO, 2006).

Portanto, o objetivo deste trabalho é determinar os melhores equipamentos e taxas de aplicação para maximização da cobertura e da penetração de gotas de fungicidas no dossel da cultura do arroz irrigado, visando proporcionar a realização de uma aplicação adequada, com cobertura suficiente no alvo, distribuindo melhor o produto sobre a área a ser protegida, para a otimização técnica e econômica do controle químico na cultura do arroz irrigado.

## CAPÍTULO I

# DETERMINAÇÃO DA COBERTURA E PENETRAÇÃO DE GOTAS NA PULVERIZAÇÃO AÉREA DE FUNGICIDA EM PLANTAS DE ARROZ

## RESUMO

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos visa à colocação uniforme do produto no alvo, com mínima perda. Este trabalho teve como objetivo avaliar a cobertura e penetração de calda no dossel de arroz irrigado, através de aplicações aéreas. Foram testados 3 equipamentos de aplicação aérea (bico hidráulico, eletrostático e atomizador rotativo de disco), com diferentes taxas de aplicação (30, 20, 15, 10, 6 e 5 L.ha<sup>-1</sup>) totalizando 7 tratamentos e testemunha. Duas metodologias de avaliação foram empregadas (papel hidrossensível e cromatografia). Para densidade analisada com papel hidrossensível, no terço superior os melhores resultados foram obtidos através do equipamento bico hidráulico nas duas taxas de aplicação e equipamento eletrostático 10 L.ha<sup>-1</sup>. O maior número de gotas depositadas no estrato intermediário foi visualizado nos tratamentos com bico hidráulico 30 L.ha<sup>-1</sup> e atomizador ativo de discos na taxa de 15 L.ha<sup>-1</sup>. Para o estrato inferior, o atomizador rotativo de discos 15L.ha<sup>-1</sup> apresentou maior deposição de gotas em relação aos demais tratamentos. O mesmo equipamento obteve a maior penetração do produto nos três estratos da planta, diferindo significativamente dos demais tratamentos no terço médio e inferior. Com análise cromatográfica, para o estrato superior, a maior quantidade de produto foi visualizada com o uso do equipamento Bico hidráulico na dose 30 L.ha<sup>-1</sup>, que diferiu da testemunha e do atomizador rotativo de discos 15 L.ha<sup>-1</sup>. Para estrato inferior, a maior quantidade de fungicida foi conseguida através do equipamento eletrostático na taxa de aplicação 10 L.ha<sup>-1</sup>. Para controle de *Cercospora oryzae*, a testemunha não diferiu dos demais tratamentos.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, aplicação aérea, arroz irrigado, cromatografia, papel hidrossensível.



## DETERMINATION OF THE COVERAGE AND PENETRATION IN SPRAYING OF DROPS OF FUNGICIDES ON PLANTS OF RICE

### ABSTRACT

*The technology of pesticides application aimed at putting the uniform cover of product on target, with minimal loss. This study aimed to evaluate the coverage, penetration and deposition of spray in the canopy of rice through aerial applications. 3 equipment were tested for aerial application (hydraulic nozzle, electrostatic and rotary atomizer disk), with different rates of application (30, 20, 15, 10, 6 and 5 L.ha<sup>-1</sup>) totaling 8 treatments. Two methods of evaluation were employed (and water-sensitive paper chromatography). For the density seen with water-sensitive paper, the best results were obtained through the nozzle hydraulic equipment in the two rates of application, not different from the electrostatic equipment of 10 L.ha<sup>-1</sup> for the upper third. The largest number of drops was held in canopy intermediary viewed in treatments with hydraulic nozzle 30 L.ha<sup>-1</sup> and atomizer active in the rate of 15 disks L.ha<sup>-1</sup>. For the lower stratum, the rotary atomizer of records 15L.ha<sup>-1</sup> had higher deposition of drops in relation to other treatments. The same equipment obtained the highest penetration of the product in three tiers of the plant, differed significantly from the others treatments in the middle third and bottom. With chromatographic analysis for the upper canopy, the largest amount of product was viewed with the use of hydraulic equipment Nozzle at the dose 30 L.ha<sup>-1</sup>, which differed from the witness and the rotary atomizer disks of 15 L.ha<sup>-1</sup>. To lower canopy, the amount of fungicide was achieved through the electrostatic equipment at the dose 10 L.ha<sup>-1</sup>. For the control of *Cercospora oryzae*, the witness did not differ from other treatments.*

**Keywords:** *Technology of application, aerial application, rice, chromatography, water-sensitive paper.*

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Entende-se por tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas (BONINI, 2003).

Aspectos da tecnologia de aplicação são amplamente discutidos na literatura em geral. No entanto, o crescente aumento do custo de produtos químicos, da mão de obra e da energia, e a preocupação cada vez mais crescente em relação à poluição ambiental têm realçado a necessidade de uma tecnologia mais apurada na colocação do produto químico no local correto, bem como, de procedimentos e equipamentos adequados a maior proteção ao trabalho (BONINI, 2003).

A utilização correta e criteriosa dos agrotóxicos é objetivo cada vez mais almejado, não só por aqueles diretamente ligados à produção agrícola, mas também pela sociedade como um todo, o que torna imprescindível o domínio da tecnologia de aplicação (SCHRÖDER, 1996).

Não basta somente o conhecimento da dose (quantidade) do produto que chega às partes da planta, mas o local onde o agrotóxico é aplicado na planta também é uma questão importante, principalmente, no caso de produtos de contato. É muito importante uma boa cobertura da superfície inferior das folhas, pois nesta superfície o desenvolvimento da doença é maior (IRLA, 1990).

Toda a planta deve ser atingida pela pulverização e as partes mais baixas das plantas também devem ser atingidas, visando ao controle de doenças foliares. As condições ambientais durante as aplicações devem ser de temperatura inferior a 30°C, umidade relativa superior a 55% e ventos com velocidade entre 3 e 10 km.h<sup>-1</sup> (SCHRÖDER, 2007).

Cartões hidrossensíveis têm sido empregados por diversos pesquisadores, para avaliar deposições de pulverizações, que os utilizam para leitura com auxílio de microscópios ou de “scanners” ligados a equipamentos de processamento informatizados (BOUSE et al, 1994). O uso de cartões de papel sensível à água é

recomendado por Carvalho (1995) para avaliar as pulverizações aeroagrícolas quanto à densidade de gotas e o DMV das mesmas.

Para a avaliação da deposição de pulverização, em muitos experimentos, como o de Carvalho (1995) e Schröder (1996), utilizaram cartões hidrossensíveis, os quais associados a programas computacionais permitem a determinação do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), Diâmetro Mediano Numérico (DMN), densidade de gotas e recuperação do volume de pulverização.

A avaliação da densidade de gotas é menos laboriosa que a determinação da deposição de um agrotóxico em micrograma por cartão hidrossensível, entretanto pode ser usada como um bom indicativo da uniformidade de deposição do produto utilizado. A maior limitação do emprego de cartões é a umidade relativa do ar acima de 80%, que afeta a sensibilidade do papel (HILL; INABA, 1989).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a deposição e penetração de gotas através de cartões hidrossensíveis e da análise cromatográfica com a utilização de bicos hidráulicos, sistema eletrostático e Atomizadores rotativos de discos com diferentes taxas de aplicação, na cultura do arroz irrigado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido em área comercial, localizada na Granja Quatro Irmãos, município de Rio Grande, RS, no ano agrícola de 2007/2008. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas (LARP) e na Clínica Fitossanitária, localizados na Universidade Federal de Santa Maria.

A cultivar utilizada foi Qualimax 1, semeada dia 20 de outubro de 2007, com 85 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, no espaçamento de 0,17m entre fileiras e densidade final na parcela experimental de aproximadamente 180 plantas.m<sup>-2</sup>. Os tratos culturais foram seguidos conforme recomendações técnicas para a cultura do arroz (SOSBAI, 2005). O experimento foi implantado de acordo com o sistema de plantio convencional.

Para controle de invasoras foi utilizado dessecante Roundup<sup>®</sup> com dose de 2,2 kg.ha<sup>-1</sup> e Ally<sup>®</sup>, 4g.ha<sup>-1</sup> em setembro de 2007. Para controle de ervas em pós emergência utilizou-se herbicida Starice<sup>®</sup> (1 L.ha<sup>-1</sup>) e Gladium<sup>®</sup> (120g.ha<sup>-1</sup>). Para

adubação potássica, utilizou-se a fórmula (00-00-60) com  $240 \text{ kg.ha}^{-1}$  e fósforo na fórmula (01-18-00) com  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$ , realizado no mês de outubro de 2007. Para adubação nitrogenada, foram aplicadas duas doses de uréia:  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  dia 15 de novembro e  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  no dia 22 de dezembro de 2007.

Cada tratamento foi aplicado em talhões medindo  $400\text{m} \times 225\text{m}$ , perfazendo 15 faixas de 15 metros de largura cada, em uma área total de 9 hectares por tratamento. O tamanho foi calculado a partir do número de faixas que seriam seguras para reduzir problemas relacionados com a deriva.

Em cada talhão foram alocadas seis áreas de avaliações, representando o número de repetições, medindo  $10\text{m} \times 6\text{m}$ . Dentro dessas áreas foram realizadas as avaliações através de papéis hidrossensíveis e doenças. Para análise cromatográfica, as amostras foram coletadas aleatoriamente no talhão para que não houvesse problema com amostragens, sendo que havia muito trânsito na área de avaliação. Próximo às repetições mediu-se uma área que serviu de testemunha dentro de cada talhão, exatamente com o mesmo tamanho das demais (Figura 1).

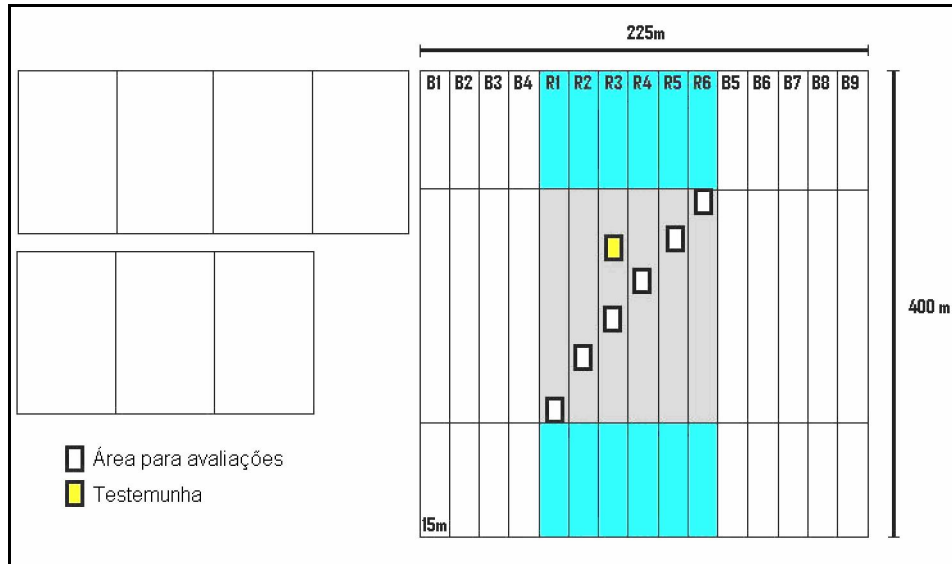


Figura 1 Esquema de distribuição das áreas de avaliação, testemunhas e tratamentos.

Para demarcação da área, foram utilizados equipamentos como: trena e GPS, e a área interna foi demarcada com estacas e a testemunha coberta com lona preta momentos antes da aplicação dos tratamentos.

A escolha dos tratamentos baseou-se nos equipamentos (figura 2) e taxas de aplicação utilizadas em aviões agrícolas na região orizícola em Rio Grande, RS. O experimento foi conduzido com sete tratamentos e uma testemunha, representados na tabela 1.



**Figura 2** Equipamentos para aplicação aérea. (a) Sistema eletrostático, (b) Atomizador rotativo de disco, (c) Bico hidráulico.

Tabela 1 Regulagens dos equipamentos, parâmetros das aplicações e composição das caldas.

N°	Tratamentos	N° de bicos	Tipos de Bicos	Angulo dos bicos	Pressão (PSI)	Velocidade (Km/h)	ha tratados	ha lastro	ha totais	Altura de voo (m)	Quantidade de Óleo (L)	Quantidade de Produto (L) Stratego	Quantidade de água	Volume total de calda (L)
1	Bico hidráulico 30 L.ha <sup>-1</sup>	32	D8-45	90°	42	105	09	1	11	3	Attach 2,75	8,25	319	330
2	Bico hidráulico 20 L.ha <sup>-1</sup>	32	D8-45	90°	30	105	09	1	11	3	Attach 2,75	8,25	209	220
3	Eletrostático 10 L.ha <sup>-1</sup>	88	-	-	70	105	09	2	12	2	Attach 3,0	9,0	108	120
4	Eletrostático 5 L.ha <sup>-1</sup>	44	-	-	70	105	09	4	14	2	Attach 3,5	10,50	56	70
5	Atomizador rotativo de discos 15 L.ha <sup>-1</sup>	10	D8	-	30	105	09	2	12	4	Óleo Agróleo 9,0 Attach 3,0	9,00	159	180
6	Atomizador rotativo de discos 10 L.ha <sup>-1</sup>	10	D6	-	40	105	09	2	12	4	Óleo 9,0 Attach 3,0	9,00	99	120
7	Atomizador rotativo de discos 6 L.ha <sup>-1</sup>	10	D6	-	15	105	09	4	14	4	Óleo Agróleo 10,5 Attach 3,5	10,50	59,5	84
<b>Totais</b>							<b>63</b>	<b>16</b>	<b>86</b>		<b>50</b>	<b>64,50</b>	<b>1009,5</b>	<b>1124</b>

Para realização das pulverizações, utilizou-se avião agrícola Ipanema modelo 202, com equipamentos previamente montados em barras distintas para facilitar e diminuir o tempo de troca entre as aplicações. A ordem da aplicação seguiu de volumes maiores para menores e de caldas mais diluídas para as mais concentradas, e com utilização de óleo nas últimas aplicações, evitando contaminação do tanque que poderia influenciar nos resultados do trabalho. A aplicação do fungicida foi realizada na fase R3 (anexo 1).

O fungicida utilizado constou da formulação comercial de dois ingredientes ativos: Trifloxistrobina + Propiconazol, na dose de  $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , com concentração de ingrediente ativo de 125g de Trifloxistrobina + 125g de Propiconazol. Houve um acréscimo no volume de calda preparada para cada tratamento para compensar os lastros do avião, além da utilização de um litro de óleo ( $0,25\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de atach e  $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Agróleo) nos tratamentos com Atomizador rotativo de discos.

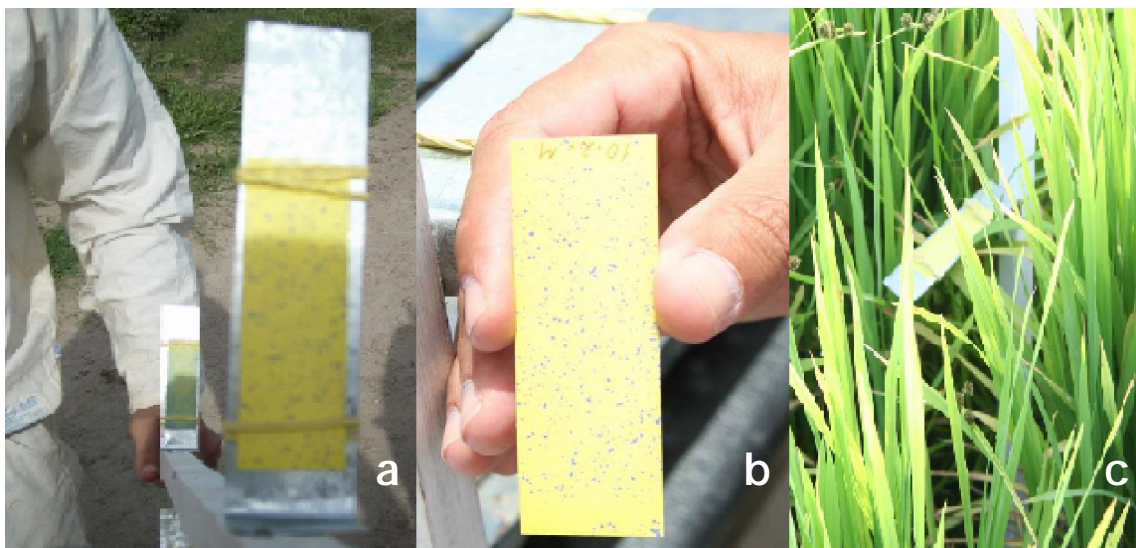
As condições meteorológicas no momento da aplicação dos tratamentos mantiveram-se estáveis, havendo pouca variação de temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 2). A velocidade do vento variou durante a condução do experimento, porém esse se manteve alinhado com os vãos, evitando deriva para as parcelas próximas.

**Tabela 2** Condições meteorológicas no momento da aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do vento ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Velocidade máxima do vento ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Hora
Bico hidráulico $30\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	24,5	71,2	6,11	8,05	09:45
Bico hidráulico $20\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	25,5	68,7	6,66	7,27	10:09
Eletrostático $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	24,1	74,3	3,88	6,30	10:39
Eletrostático $5\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	24,8	70,1	7,08	8,16	11:05
Atomizador rotativo de discos $15\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	24,0	72,2	5,13	6,00	11:33
Atomizador rotativo de discos $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	24,3	71,0	5,55	7,27	11:56
Atomizador rotativo de discos $6\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$	25,3	67,1	6,25	6,94	12:21

Para avaliação de deposição e penetração de gotas no dossel da cultura, foram utilizadas estacas com 1 metro de comprimento divididas em três níveis, com 30 cm cada. Para cada nível, foi colocado um papel hidrossensível preso com um

atilha de borracha em posição horizontal (Figura 3).



**Figura 3** Papéis hidrossensíveis. (a) visualização superior, (b) retirado do suporte, (c) suporte entre as plantas de arroz.

Os papéis hidrossensíveis foram coletados logo após a pulverização e enviados para análise, que foi realizada pela empresa Agrotec, no município de Pelotas-RS. A metodologia utilizada foi feita pela captura de imagem dos cartões com “scanner”, em área de no mínimo 1 cm quadrado, com posterior análise da imagem digitalizada através do software Agrosan (AGROTEC, 2008).

Para análise cromatográfica, as plantas foram colhidas de forma aleatória dentro dos talhões, pesados 400 gramas de folhas e colmo e divididas ao meio (superior e inferior). Essas amostras foram embaladas com papel alumínio, acondicionadas em sacos plásticos com identificação, totalizando 96 amostras (Figura 4). Essas se mantiveram em baixa temperatura, com gelo seco, até a chegada no LARP (Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas), onde foram mantidas em freezer a  $-4^{\circ}\text{C}$ . A análise cromatográfica avaliou um único ingrediente ativo (trifloxtrobina), já que o objetivo do trabalho estaria em avaliar a quantidade do produto que penetraria no dossel e não qual produto.





**Figura 4** Procedimento de preservação da amostra para análise cromatográfica. (a) divisão das plantas em inferior e superior, (b) acondicionamento em papel alumínio, (c) amostra identificada para acondicionar em gelo seco.

O preparo das amostras foi efetuado pelo método de extração QuEChERS modificado (2005). Inicialmente, pesaram  $\pm 10$  g de amostra, previamente homogeneizada, diretamente em tubos de polipropileno de 50 mL com tampa. Adicionaram-se 10 mL de acetonitrila contendo 1% de ácido acético, em cada tubo, e após fechá-los efetuou-se agitação manual e vigorosa por cerca de 15 segundos. Em seguida, acrescentaram-se 3,0 e 1,7 g de sulfato de magnésio anidro e acetato de sódio anidro, respectivamente. Repetiram-se as agitações manuais por 1 minuto. Os tubos tampados foram centrifugados a 4000 rpm, durante 8 minutos, e posteriormente transferiram-se diretamente 4 mL do extrato líquido para outro tubo de polipropileno de 15 mL, já contendo outros 500 mg de sulfato de magnésio anidro, 100 mg de adsorvente amina primária secundária (PSA) e 100 mg de carvão ativado, sendo novamente agitados vigorosa e manualmente, por cerca de 20 segundos, e novamente centrifugado. A solução resultante foi analisada Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (GC-MS), no modo de ionização química negativa e modo de aquisição por monitoramento do íon selecionado.

Para determinação de doenças, foram feitas avaliações periódicas nas áreas demarcadas dentro dos talhões. Ao todo foram quatro avaliações com intervalos de 15 dias cada. A ocorrência foi natural e o patógeno avaliado foi *Cercospora oryzae*, agente causal da mancha estreita analisado aleatoriamente em 25 folhas bandeira por repetição, totalizando 150 folhas avaliadas por tratamento para incidência e severidade da doença. Outras moléstias não foram observadas na lavoura.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância quando verificada diferença significativa entre os tratamentos qualitativos (dados categorizados) a nível de 5% de probabilidade de erro. Optou-se pela adoção do Teste de Duncan como procedimento para comparação múltipla de médias, pois

esse é um teste que procura as Diferenças Mínimas Significativas (DMS) impostas pelas comparações de médias mais afastadas, conhecendo-se a variação esperada de resultados para as diferentes variáveis avaliadas. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SOC (EMBRAPA, 1997).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos cartões hidrossensíveis na área útil de cada parcela experimental mostrou diferença para densidade de gotas, devido à variação na eficiência dos equipamentos testados (Figura 5). Esses resultados confirmam resultados de Ozeki (2006), que demonstram que, nas aplicações com volumes maiores, as gotas resultantes da pulverização tendem a se estabelecer na parte superior da planta, sendo menores na parte mais interna do dossel.

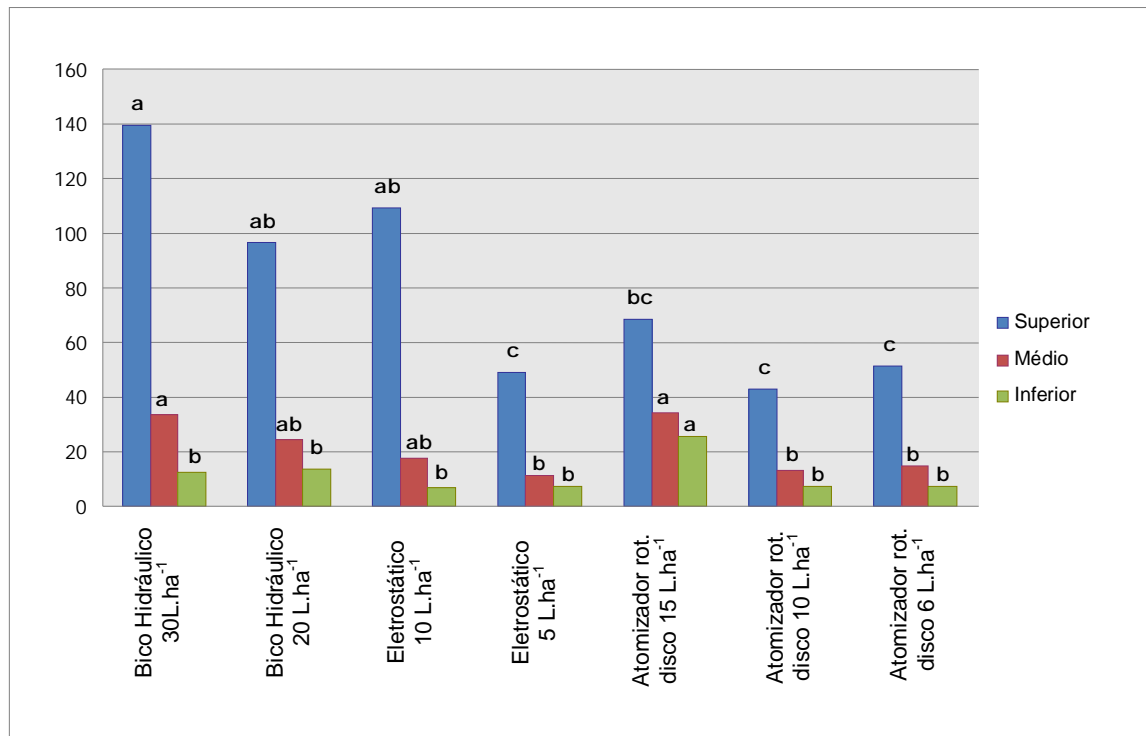


Figura 5 Densidade (gotas.cm<sup>-2</sup>) em três estratos produzida por diferentes equipamentos e taxas de aplicação. As letras diferem entre si na comparação entre medias dentro de cada estrato no dossel pelo teste Duncan, a nível de 5% de probabilidade de erro.

Nos tratamentos onde foram testados bicos hidráulicos, ocorreu a formação de gotas maiores, com maior heterogeneidade, que proporcionaram uma maior deposição no estrato superior. Nos demais tratamentos, no estrato superior, com exceção daquele onde foi testado o sistema eletrostático com taxa de aplicação de  $10 \text{ L.ha}^{-1}$ , houve uma distribuição menos heterogênea. Essa heterogeneidade foi definida a partir da amplitude relativa, que quanto mais próxima de 1, menores serão as diferenças entre os tamanhos de gotas. Os dados de densidade foram superiores aos obtidos por Schröder (1996), que encontrou uma média de  $88 \text{ gotas.cm}^{-2}$ , para bicos hidráulicos do tipo D8 para o período da manhã, mesmo período em que foi realizado o experimento. O mesmo autor também encontrou  $102 \text{ gotas.cm}^{-2}$  para um volume de aplicação de  $30 \text{ L.ha}^{-1}$  e  $108 \text{ gotas.cm}^{-2}$  para  $40 \text{ L.ha}^{-1}$ , seguindo um parâmetro também observado neste trabalho, onde os maiores volumes, obtiveram maiores densidades, com exceção do tratamento Eletrostático  $10 \text{ L.ha}^{-1}$ .

Para uma aplicação correta, é necessário levar em consideração a cobertura do alvo. A maior quantidade de gotas no terço médio foi observado no tratamento com Bico hidráulico  $30 \text{ L.ha}^{-1}$  e Atomizador rotativo de  $15 \text{ L.ha}^{-1}$ , não diferindo de Bico hidráulico  $20 \text{ L.ha}^{-1}$  e Eletrostático  $10 \text{ L.ha}^{-1}$ . Os dados comprovam a pesquisa realizada de Carlton et al. (1995) que compararam o sistema eletrostático aéreo, similar ao hoje utilizado no Brasil e concluíram que o sistema promoveu deposição 4,3 vezes maior em plantas de algodoeiro com uso de inseticidas.

A maior quantidade de produto no terço inferior foi obtida com o uso do atomizador rotativo  $15 \text{ L.ha}^{-1}$ , diferindo significativamente dos demais tratamentos. A razão para maior densidade neste estrato foi o tamanho reduzido da gota que proporcionou uma cobertura menos heterogênea, juntamente com o uso do óleo na calda, que reduziu perdas ocasionadas pela evaporação. Assim, os resultados de diâmetro mediano volumétrico (DMV) e numérico (DMN) são apresentados nas figuras 6 e 7 respectivamente.

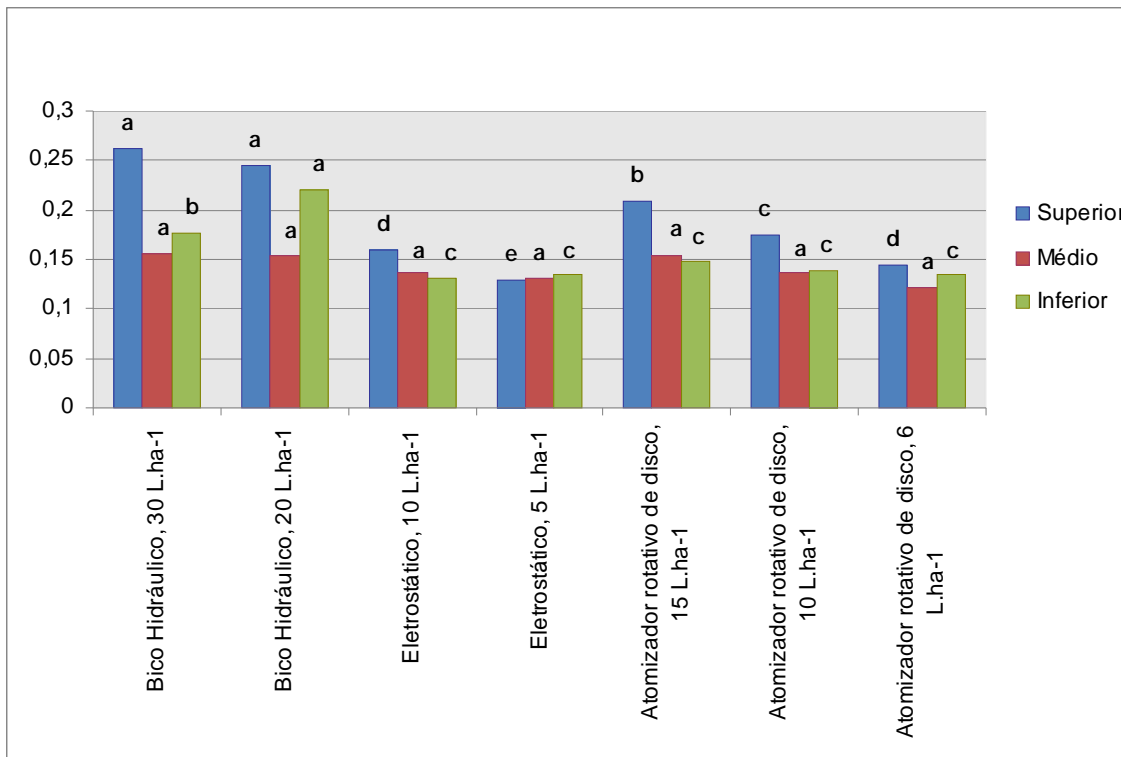


Figura 6 Diâmetro mediano volumétrico (DMV). CV: 15,06% para estrato superior, 24,41% para estrato médio e 24,32% para estrato inferior.

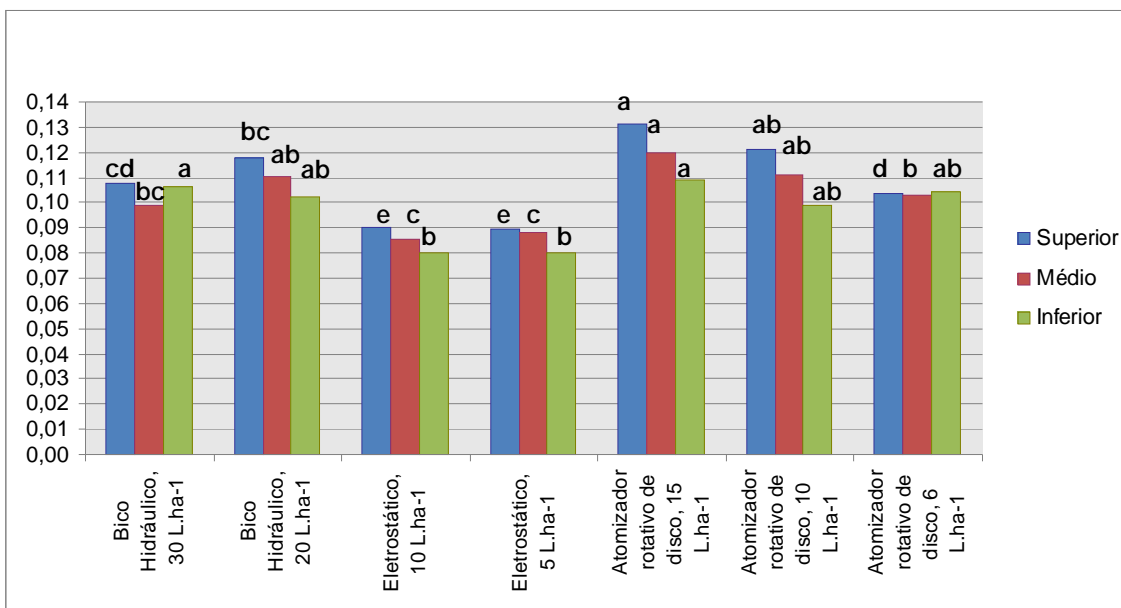


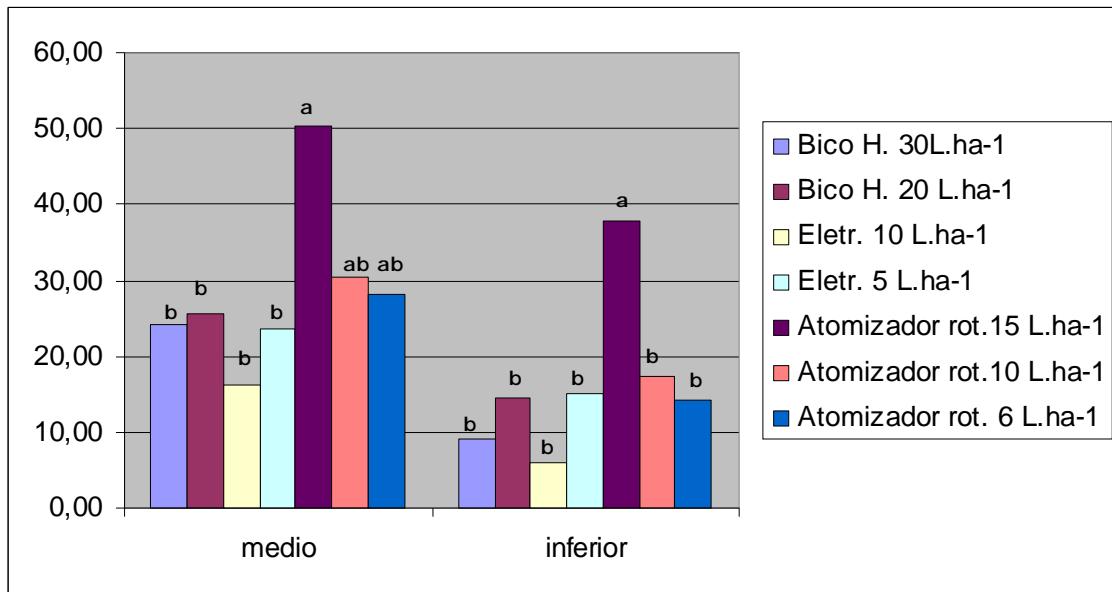
Figura 7 Diâmetro mediano numérico (DMN). CV: 8,12% para estrato superior, 11,28% para o médio e 19,56% para o inferior.

Um aumento no valor de recuperação foi observado quando se conseguiu carregar as gotas eletrostaticamente. Gotas eletricamente carregadas são atraídas

para a superfície do alvo com cargas de sinal contrário, aumentando consideravelmente a taxa de recuperação (MATUO et al., 2005). O mesmo autor também cita que gotas menores são eficientemente captadas pelo alvo e por isso proporcionam melhores resultados; e que gotas grossas são menos afetadas pelo vento, mas apresentam baixa cobertura, requerendo, portanto, volumes mais altos.

Em relação ao volume da calda, os resultados não diferiram para terço médio, porém para terço inferior, 15 L.ha<sup>-1</sup> (atomizador rotativo de disco) apresentou maior deposição que 30 L.ha<sup>-1</sup>, concordando com Limberger (2006), que encontrou nos menores volumes de calda a maior deposição do terço inferior.

Além da deposição, a penetração está representada na figura 8, representada pela porcentagem da quantidade de produto que foi captada pelos papéis hidrossensíveis nos dois estratos no dossel (médio e inferior).

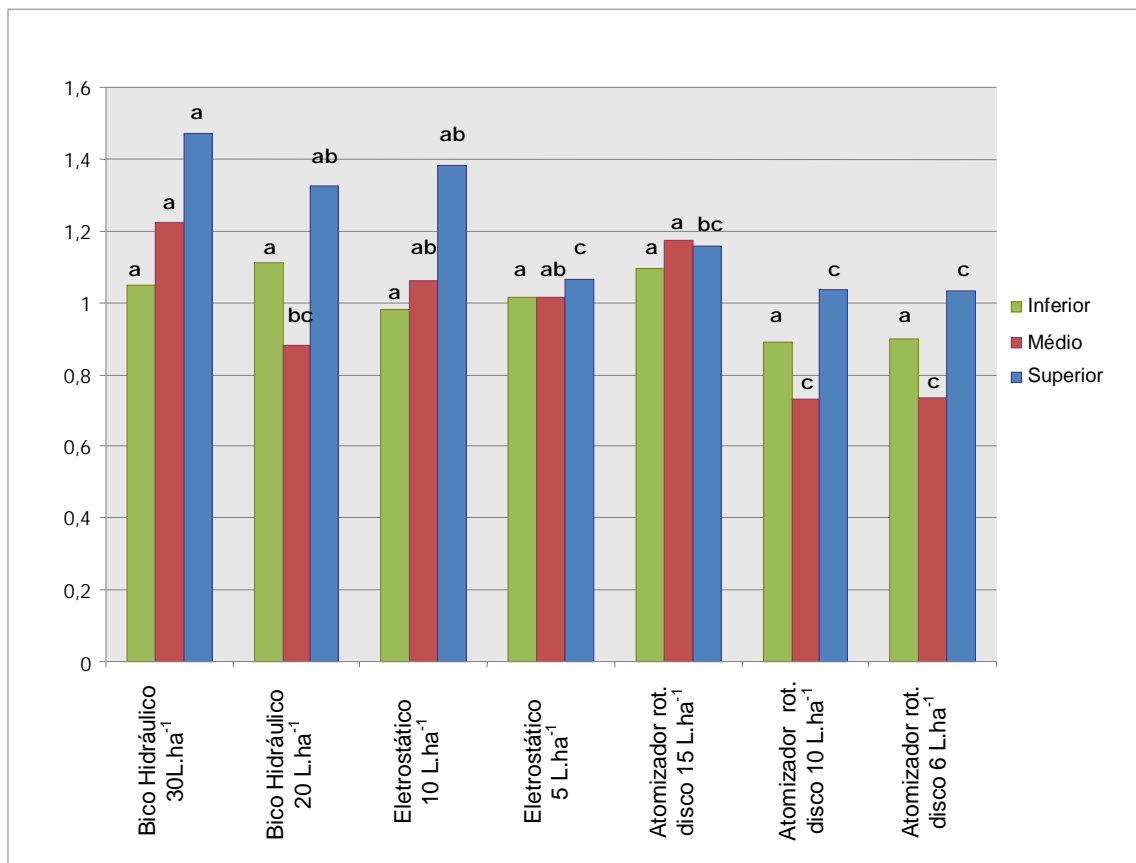


**Figura 8** Penetração (%) de gotas coletadas nos estratos médio e inferior. As letras diferem entre si na comparação entre medias dentro de cada estrato no dossel pelo teste Duncan, a nível de 5% de probabilidade de erro.

A figura 8 está diretamente relacionada com a de densidade por se tratar dos mesmos resultados, porém avaliados através de porcentagem. Da mesma forma, o equipamento Atomizador rotativo de discos 15 L.ha<sup>-1</sup> apresentou maior penetração de produto em relação aos demais tratamentos. Os dados assemelham-se com os de Cunha; Carvalho (2005), que avaliaram a distribuição volumétrica de aplicações

aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes e encontraram no atomizador rotativo a melhor deposição de diferentes produtos. Esses autores concluíram que ocorre um aumento no diâmetro de gotas com o acréscimo de óleo à calda de pulverização, o que reduz a deriva.

A diferença de cobertura e penetração entre os tratamentos está relacionada à amplitude relativa que cada ponta de pulverização produz (figura 9). Amplitude relativa é uma medida que define a variação do tamanho das gotas em relação ao DMV (OZEKI, 2006). Expressa a uniformidade do conjunto de gotas ou o espectro de variação do tamanho das gotas. Matuo et al. (2005) citam como suposição uma amostra de gotas absolutamente homogêneas, um conjunto de gotas, todas iguais, de 200 µm. O DMV, neste caso, seria 200 µm e o DMN também, pois sendo um conjunto de gotas iguais, qualquer gota divide o conjunto em duas metades iguais. Assim, o valor seria igual a 1,0 e quanto mais se afastar de 1,0 indica maior heterogeneidade das gotas. Até o valor de 1,4, o conjunto de gotas é considerado homogêneo, segundo o autor. Diz-se nesse caso que o espectro de gotas é estreito.



**Figura 9** Amplitude relativa do espectro de gotas em três estratos, produzidos por diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado.

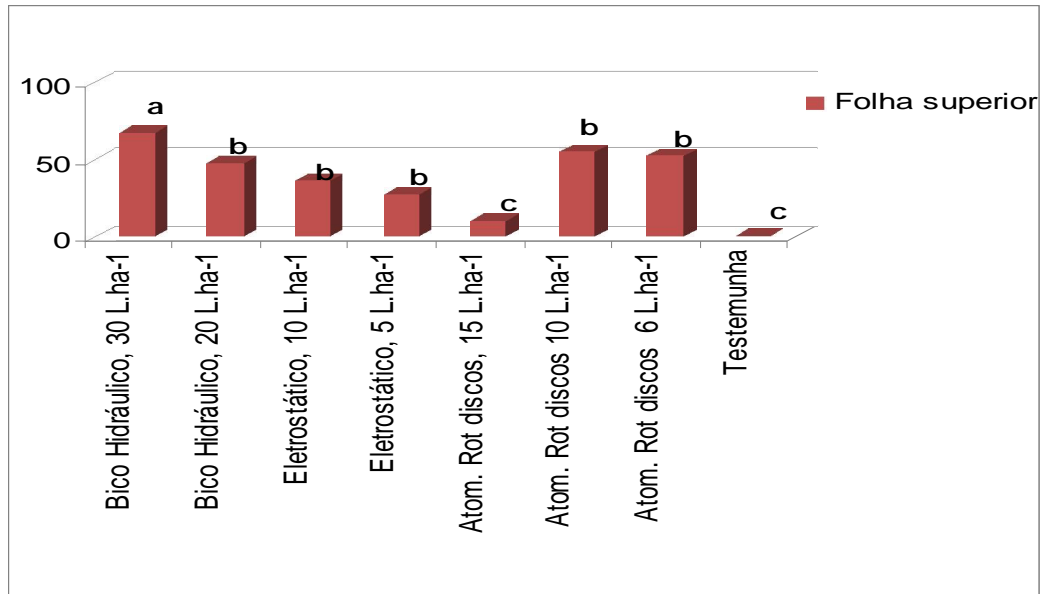
Os resultados apresentados na figura 9 mostram os tratamentos com Atomizadores rotativo de disco 10 e 6 L.ha<sup>-1</sup> que apresentam menor amplitude relativa no estrato médio. Ao comparar cada tratamento dentro do dossel, Eletrostático 5 L.ha<sup>-1</sup> e Rotativo de disco 15 L.ha<sup>-1</sup> têm-se a menor variação de tamanho de gotas. Isso significa que os tratamentos citados apresentam gotas menos heterogêneas. Como esses são equipamentos que formam grande quantidade de gotas pequenas, houve maior penetração da calda no dossel, concordando com os resultados apresentados na figura 5.

Schröder (2003) relata que gotas menores são mais eficientemente captadas pelo alvo proporcionando melhores resultados.

É interessante ressaltar que os papéis hidrossensíveis foram analisados com auxílio de um “software” que, em condições de aplicação com equipamentos que formam gotas muito pequenas ou com indução de carga, subestimam os resultados, ou pela sensibilidade do “scanner”, ou pela ausência de carga do papel. Essa observação também foi citada por Schröder (2003), que ao trabalhar com papéis hidrossensíveis encontrou as mesmas limitações.

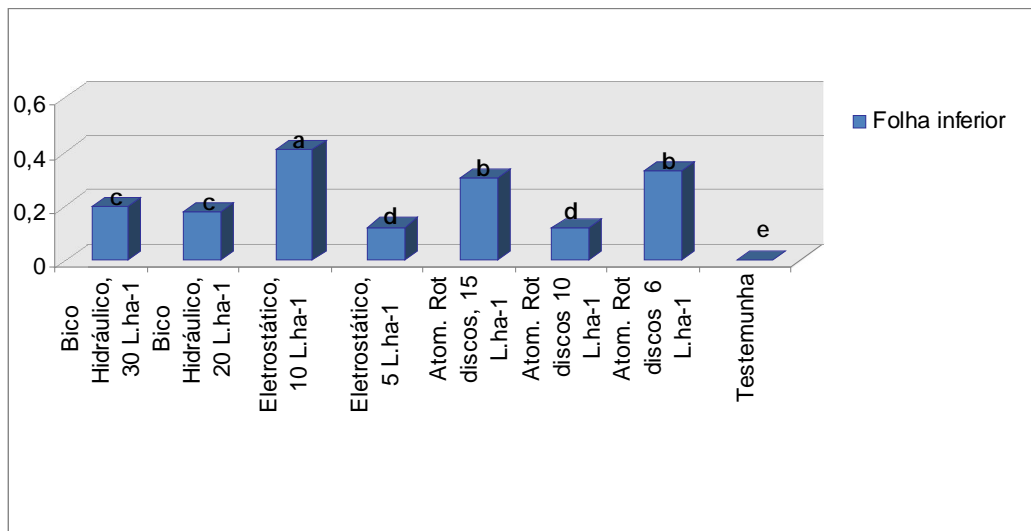
Com formação de gotas muito pequenas, os resultados de deposição de gotas no estrato superior no sistema Eletrostático 10 L.ha<sup>-1</sup> sugere um equívoco quanto ao depósito, já que tal equipamento formaria um espectro de gotas que se depositaria de forma semelhante nos três níveis. A adoção da análise cromatográfica neste trabalho visa mensurar a deposição de fungicidas nas plantas de arroz, sem as limitações impostas pelo uso de papel hidrossensível, citadas acima.

Os dados obtidos através das análises cromatográficas, realizadas pelo LARP, estão representados figura 10 e 11.



**Figura 10** Resultado de análise cromatográfica (mg.kg<sup>-1</sup>) de trifloxtrubina no estrato superior. CV: 11,28%

Praticamente todos os tratamentos apresentaram maior quantidade de produto no estrato superior, com exceção do atomizador rotativo de discos 15 L.ha<sup>-1</sup> e testemunha. Os demais tratamentos não se diferenciaram entre si, pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.



**Figura 11** Resultado de análise cromatográfica (mg.kg<sup>-1</sup>) de trifloxtrubina no estrato inferior. CV: 60,76%

Os resultados concordam com aqueles obtidos por Boschini (2006), que encontrou maior quantidade de produto aplicado associado a maior volume de calda no estrato superior. Para estrato inferior, a maior concentração de trifloxtrubina foi



obtida com o uso do equipamento eletrostático 10L.ha<sup>-1</sup>, não diferindo do atomizador rotativo 15 L.ha<sup>-1</sup> e 6 L.ha<sup>-1</sup>.

Schröder (2003) relata que, no caso da aplicação eletrostática, o efeito da queda das gotas e de envolvimento do alvo mostra que as forças elétricas prevalecem sobre a gravidade e inércia, puxando as gotas de sua trajetória inicial para superfícies-alvo mais próximas, com movimentos para baixo, para os lados e até mesmo para cima. Como consequência, a maior vantagem é o aumento da deposição nas faces inferiores de folhas em vegetação densa, que dificilmente seriam atingidas pelos sistemas convencionais de pulverização. Esse fato aumentaria as chances de uma maior deposição na metade inferior do dossel.

Verificou-se menor incidência de *Cercospora oryzae* com Eletrostático 5 L.ha<sup>-1</sup> não diferindo do bico hidráulico 30L.ha<sup>-1</sup> e Eletrostático 5 L.ha<sup>-1</sup> e Atomizador rotativo de discos 10 L.ha<sup>-1</sup>. A causa de uma incidência e severidade tão baixa pode ser explicada pelas condições climáticas desfavoráveis para o desenvolvimento do patógeno, com temperaturas mais amenas, além da baixa pressão de inóculo existente na lavoura. Esses resultados apresentaram uma alta heterogeneidade nos dados devido à baixa severidade (menos de 1%), não demonstrando a real eficácia do fungicida no controle de doenças.

**Tabela 3** Incidência e severidade de *Cercospora oryzae* sobre plantas da cultivar Qualimax 1. Rio Grande, RS. 2008.

Equipamentos	Taxas	Incidência	Severidade (%)
Bico hidráulico	30 L.ha <sup>-1</sup>	3,66 cd	0,19 c
Bico hidráulico	20 L.ha <sup>-1</sup>	6,08 ab	0,13 c
Eletrostático	10 L.ha <sup>-1</sup>	4,50 bcd	0,34 bc
Eletrostático	5 L.ha <sup>-1</sup>	2,75 d	0,14 c
Atomizador Rotativo de disco	15 L.ha <sup>-1</sup>	5,25 abc	0,39 bc
Atomizador Rotativo de disco	10 L.ha <sup>-1</sup>	4,58 bcd	0,19 c
Atomizador Rotativo de disco	6 L.ha <sup>-1</sup>	6,75 a	0,63 ab
Testemunha	----	5,58 abc	0,81 a
Coeficiente de variação (%)		30,56	85,85

Araújo (2006), ao trabalhar com controle de doenças em soja através da aplicação aérea relata que o fator-chave da aplicação aérea de fungicidas é o número de gotas depositado por unidade de superfície (gotas.cm<sup>-2</sup>). O mesmo autor também cita que, uma vez detectada a doença, o tratamento de proteção deve visar, principalmente, os dois terços superiores da planta que são os maiores responsáveis pelo enchimento dos grãos. Como já foi visto na figura 5, a maior densidade de gotas

nos terços inferiores foi obtida pelo equipamento atomizador rotativo de discos com 15 L.ha<sup>-1</sup>, não condizendo com os resultados de controle para tabela 3, onde o mesmo equipamento não diferiu da testemunha em incidência. Assim, com a baixa expressão de doenças, condições climáticas desfavoráveis, os dados não se mostraram consistentes para controle de *Cercospora oryzae*.

#### 4 CONCLUSÕES

- Os papéis hidrossensíveis mostraram-se limitados para avaliação de penetração de gotas no dossel da cultura do arroz irrigado para sistema eletrostático e atomizadores rotativos de disco;
- Para avaliação mais criteriosa, a cromatografia mostrou-se melhor método de identificação de penetração de calda;
- O equipamento atomizador rotativo de discos, na taxa de 15 L.ha<sup>-1</sup> apresentou maior penetração e densidade de gotas nos estratos inferior e médio do dossel, com avaliação através do papel hidrossensível;
- O equipamento Sistema Eletrostático, na taxa 10 L.ha<sup>-1</sup> depositou maior quantidade de calda no estrato inferior, demonstrado pela análise cromatográfica;
- O controle de *Cercospora oryzae* mostrou-se inconsistente devido à baixa pressão de inóculo e das condições ambientais desfavoráveis ao estabelecimento da doença.
- Pode-se concluir que todos os tratamentos foram eficazes na deposição de fungicidas em arroz, devido à similaridade dos resultados com os demais tratamentos avaliados.

## CAPÍTULO II

### AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO AÉREA E TAXAS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

#### RESUMO

O controle químico eficiente na cultura do arroz irrigado depende da correta seleção do equipamento e taxas de aplicação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diferença entre os equipamentos Bico hidráulico, Eletrostático e Atomizador rotativo de disco para aplicação aérea de fungicidas, relacionando penetração de gotas e densidade de gotas com taxas de aplicação e equipamentos, nos estratos médio e inferior, além da produtividade e rendimento de engenho na cultura do arroz irrigado. Os tratamentos avaliados foram: bico hidráulico 30 L.ha<sup>-1</sup>, bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup>, eletrostático 10 L.ha<sup>-1</sup>, eletrostático 5 L.ha<sup>-1</sup>, atomizador rotativo de disco 15 L.ha<sup>-1</sup>, atomizador rotativo de disco 10 L.ha<sup>-1</sup> e atomizador rotativo de disco 6 L.ha<sup>-1</sup>. Não houve diferença na produtividade e percentagem de grãos chochos, manchados e limpos. Bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup> e atomizador rotativo de disco 15 L.ha<sup>-1</sup> apresentaram maior rendimento de engenho. Em média, taxas maiores apresentaram maior penetração e densidade nos dois estratos do dossel avaliados.

**Palavras-chave:** taxas de aplicação; tecnologia de aplicação, arroz irrigado.

## EVALUATION OF THE SPRAYING EQUIPMENT AND RATES OF APPLICATION OF FUNGICIDE IN THE CULTURE OF THE IRRIGATED RICE

### ABSTRACT

*The effective chemical control in irrigated rice depends on the correct selection of equipment and rates of application. The objective was to evaluate the difference between the Nozzle hydraulic equipment, electrostatic and Atomizador rotating disk for aerial application of fungicides, relating to the penetration and density of drops with application rates and equipment in the middle and lower canopy, along with productivity and ingenuity in the crop yield of rice. The treatments were: hydraulic nozzle L.ha 30-1, hydraulic nozzle L.ha 20-1, electrostatic L.ha 10-1, electrostatic L.ha 5-1, rotary atomizer disk L.ha 15-1, 10 rotary atomizer disk L.ha of-1 and rotary atomizer disc 6 L.ha of-1. There was no difference in yield and weight of dry grains, stained and cleaned. Nozzle hydraulic L.ha 20-1 and rotary atomizer disk L.ha 15-1 had higher yield of ingenuity. When comparing the rates, on average, the higher rates had higher penetration and density in both dosseis evaluated.*

**Keywords.** *rates of application, application technology, rice.*

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as quantidades utilizadas de agrotóxicos são muito maiores do que as necessárias para o controle efetivo da praga ou do patógeno. O domínio da técnica utilizada é muito importante visando a redução do desperdício do agrotóxico e também da contaminação do ambiente. Não somente a escolha do produto adequado e o momento propício à pulverização são fatores decisivos para obter medidas fitossanitárias eficazes, mas igualmente o conhecimento da melhor técnica de aplicação (IRLA, 1990). Para aferir a eficiência de uma pulverização é necessário determinar características como: diâmetro mediano, uniformidade do tamanho e densidade das gotas e a cobertura da pulverização (OZMERI & CILINGIR, 1992).

Schröder (2004) comenta que a tendência mundial é o uso de volumes cada vez menores e, que trabalhos apresentados em congressos em todo mundo e o desenvolvimento de novos equipamentos de pulverização caminham todos nesse sentido.

Em relação ao tamanho das gotas e concentração da calda, Schröder (2002) relata que de um modo geral, pulverizações com gotas de menores diâmetros têm maior eficiência biológica e caldas mais concentradas são mais econômicas, além de promoverem melhores resultados.

A deposição e perdas de produtos são influenciadas pelas características de trabalho dos pulverizadores, pela velocidade do vento, evaporação, altura da cultura e condições meteorológicas, arquitetura da planta, características morfológicas como pilosidade e cerosidade, estágio de desenvolvimento e volume de aplicação (SOUZA et al., 2003).

Gotas pequenas e numerosas são ideais para as pulverizações de fungicidas em arroz, devido ao maior recobrimento das diversas partes das plantas e maior penetração no dossel foliar. Densidades de gotas entre 50 e 70 gotas.cm<sup>-2</sup> no topo da cultura têm sido suficientes para os fungicidas sistêmicos, sendo desejável que pelo menos um terço delas atinja a parte inferior das plantas. Deve-se lembrar que a mobilidade desses produtos nas plantas é menor que a de outros agrotóxicos, como é o caso de alguns herbicidas, o que exige uma cobertura de gotas maior (RESENDE, 2007).

A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de defensivos (WOMAC et al., 1997). O conhecimento das condições de trabalho e, principalmente, do desempenho operacional das pontas é básico para uma aplicação eficiente (CHRISTOFOLETTI, 1999). Segundo Johnson; Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é o fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

Quando abordamos o assunto sob aspecto de qualidade de pulverização, a referência está na caracterização da mesma com respeito ao tamanho e ao espectro de gotas produzido pelo equipamento utilizado. Esses dados são importantes para que se tenha uma previsão do comportamento dessa pulverização em relação à cobertura do alvo desejado e, principalmente, ao potencial de risco de perdas por evaporação e à deriva em situações mais críticas de vento, temperatura e umidade relativa do ar (CHRISTOFOLETTI, 2005).

O mesmo autor diz também que as gotas podem ser geradas por bicos hidráulicos ou por atomizadores rotativos. Os bicos mais empregados são aqueles que utilizam pontas e difusores para formar um jato tipo cônico, bem como os bicos de impacto com defletores, que formam jatos planos. Os volumes de aplicação empregados situam-se, na maioria dos casos, entre 20 e 30 L.ha<sup>-1</sup>.

Christofoletti (2005) afirma que existem vários tipos de bicos de pulverização utilizados em aplicação aérea e que podem ser classificados em três categorias (jato cônico, jato leque e jato sólido), em função do padrão de distribuição, ou seja, a forma que o líquido é emitido pra fora do bico.

Atomizadores rotativos são muito apropriados para pulverizações aéreas de fungicidas em arroz, possuem tambores de tela ou de discos, que giram a altíssima velocidade, fracionando o líquido em gotas muito uniformes, com tamanho entre 100 e 200 µm, o que é desejável e recomendável. O volume de calda situa-se entre 10 e 20 L.ha<sup>-1</sup> (RESENDE, 2007).

Os sistemas que aplicam baixos volume de caldas como o Sistema BVO<sup>®</sup> desenvolvido pelo CBB em 1998 usam, obrigatoriamente, como veículo os óleos vegetais, ou coadjuvantes que reduzem a evaporação das neblinas a fim de minimizar a evaporação dos produtos aplicados e utilizam os sistemas de atomização rotativa de tela ou de discos para produzir uma neblina com gotas de tamanhos muito próximos entre elas. O volume de líquido aplicado por hectare é controlado pela

quantidade de mistura injetada no atomizador através de discos com orifícios controlados e o tamanho das gotas varia de acordo com a rotação dos discos (MONTEIRO, 2005). Esse autor explica que a calda é constituída pela mistura orientada de óleo emulsificante, defensivos e água, resultando em emulsão invertida estável, com baixo índice de evaporação, o que permite a aplicação de baixos volumes de calda, entre 2 e 10L ha<sup>-1</sup>, com reduzida perda por evaporação.

Discos rotativos é a forma mais simples de bicos de energia centrífuga. Trata-se de um disco plano, no centro do qual o líquido é injetado. Entretanto, devido à pequena superfície desses discos, o volume de líquido possível de ser pulverizado é muito pequeno, embora se consiga um espectro muito pouco heterogêneo (CHRISTOFOLETTI, 2005).

Outro equipamento é o sistema de pulverização eletrostático. Seu grande diferencial em relação à pulverização convencional o fato de que as gotas, logo depois de geradas pela energia hidráulica no bico, serem então, submetidas a um potente campo elétrico, posicionado ao redor deste bico, fazendo com que se tornem eletricamente carregadas. Estas gotas passam a ser fortemente atraídas pelas plantas (SCHRÖDER, 2002). O mesmo autor também ressalta que pesquisas recentes permitiram a criação de um sistema com dupla polaridade, permitindo que os benefícios da pulverização eletrostática fossem então adotadas pela aviação agrícola, os quais, aliados às, já conhecidas, vantagens das pulverizações aéreas como rapidez e uniformidade de distribuição dos insumos, resultaram em aplicações ainda mais eficientes.

O uso de pulverização eletrostática pode alterar as proporções dos produtos aplicados com relação aos destinos mencionados nesta modalidade de aplicação, pelo aumento dos depósitos nas plantas e, conseqüentemente, reduzindo o depósito no solo e, também, o carregamento para fora da área, diminuindo a deriva (SOUZA et al., 2003). Gotas eletricamente carregadas induzem na superfície do alvo carga elétrica de sinal contrário e no momento seguinte são atraídas eletrostaticamente, aumentando consideravelmente a taxa de recuperação (MATUO, 1998).

Schröder (2003) relata que o efeito de queda das gotas e de envolvimento do alvo mostra que as forças elétricas prevalecem sobre a gravidade e inércia, puxando as gotas de sua trajetória inicial para as superfícies alvo mais próximo, com movimentos para baixo, para os lados e até mesmo para cima. Como conseqüência, a maior vantagem é o aumento da deposição nas faces inferiores de folhas em

vegetação densa, que dificilmente seriam atingidas pelos sistemas convencionais de pulverização. Nas aplicações com gotas de diâmetro de 150  $\mu\text{m}$ , a força de atração eletrostática pode chegar a ser 40 vezes maior que a gravidade.

Na aviação agrícola, Schröder (2002), diz que o sistema de aplicação eletrostática foi empregado pioneiramente no Brasil na safra 2001/2002, em aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas na cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul; utilizando sempre um volume de calda de  $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  quando o usual na região é aplicar  $30\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , o que apresentou um grande incremento na produtividade da aeronave.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diferença entre os equipamentos Bico hidráulico, Eletrostático e Atomizador rotativo de disco relacionando penetração e densidade de gotas com as diferentes taxas de aplicação, no estrato médio e inferior, além da produtividade de grãos e rendimento de engenho na cultura do arroz irrigado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido em área comercial, localizada na Granja Quatro irmãos, município de Rio Grande, RS, no ano agrícola de 2007/2008. As análises laboratoriais foram realizadas na Clínica Fitossanitária, localizada na Universidade Federal de Santa Maria.

A cultivar Qualimax 1 foi semeada dia 20 de outubro de 2007, com  $85\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de sementes, no espaçamento de 0,17m entre fileiras e densidade final na parcela experimental de aproximadamente  $180\text{plantas}\cdot\text{m}^{-2}$ . Os tratos culturais foram seguidos conforme recomendações técnicas para a cultura do arroz (SOSBAI, 2005). O experimento foi implantado de acordo com o sistema de plantio convencional.

Para controle de plantas daninhas foi utilizado dessecante Roundup® com dose de  $2,2\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e Ally®,  $4\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$  em setembro de 2007. Para controle em pós emergência utilizou-se herbicida Starice® ( $1\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e Gladium® ( $120\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Para adubação potássica, utilizou-se a fórmula (00-00-60) com  $240\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e fósforo na fórmula (01-18-00) com  $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , realizado no mês de outubro de 2007. Para adubação nitrogenada, foram aplicadas duas doses de uréia:  $200\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  dia 15 de novembro e  $50\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  no dia 22 de dezembro de 2007.



Os tratamentos foram colocados a campo dia 26 de janeiro de 2008, momento no qual a planta se encontrava na fase fenológica R3 (anexo 1). A aplicação dos tratamentos foi realizada com aeronave Ipanema, modelo 202 (Figura 1 e 2.), para pulverizar os 7 tratamentos (Tabela 1.)

**Tabela 1.** Informações sobre os tratamentos.

N°	Tratamentos	N° de bicos		Angulo dos bicos	Pressão (PSI)	Velocidade (m.p.h.)	Ha vôo	Ha lastro	Ha totais	Altura de vôo (m)	
		N°	Bicos								
1	Bico hidráulico 30 L.ha <sup>-1</sup>	32	D8-45	90°	42	105	09	1	10	3	
2	Bico hidráulico 20 L.ha <sup>-1</sup>	32	D8-45	90°	30	105	09	1	10	3	
3	Eletrostático 10 L.ha <sup>-1</sup>	88	-	-	70	105	09	2	11	2	
4	Eletrostático 5 L.ha <sup>-1</sup>	44	-	-	70	105	09	4	13	2	
5	Atomizador rotativo de discos 15 L.ha <sup>-1</sup>	10	D8	-	30	105	09	2	11	4	
6	Atomizador rotativo de discos 10 L.ha <sup>-1</sup>	10	D6	-	40	105	09	2	11	4	
7	Atomizador rotativo de discos 6 L.ha <sup>-1</sup>	10	D6	-	15	105	09	4	13	4	
<b>Totais</b>							<b>63</b>	<b>16</b>	<b>79</b>		

A área de cada tratamento foi de 9 hectares e dentro de cada talhão estavam alocadas seis áreas de 60.m<sup>2</sup> cada, representando as seis repetições. Junto dessas áreas também foi alocada uma parcela testemunha, coberta com lona momentos antes da pulverização.



Figura 1 Avião Ipanema e equipamentos utilizados no experimento: (a) Atomizador rotativo de discos, (b) Sistema eletrostático e (c) bicos hidráulicos.

O fungicida utilizado no experimento constou da formulação comercial de dois ingredientes ativos Trifloxistrobina + Propiconazol, na dose de  $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , com concentração de ingrediente ativo de 125g de Trifloxistrobina + 125g de Propiconazol. Houve um acréscimo no volume de calda para compensar os lastros do avião, além da utilização de um litro de óleo ( $0,25\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de atach e  $0,75\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Agróleo) nos tratamentos com Atomizador rotativo de disco.

As condições meteorológicas mantiveram-se estáveis, em relação à velocidade do vento e à temperatura, que apresentou oscilação mínima. O tempo de aplicação de todos os tratamentos foi menor que três horas, do primeiro ao último voo.

Os tratamentos avaliados foram: bico hidráulico  $30\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , bico hidráulico  $20\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , eletrostático  $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , eletrostático  $5\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , atomizador rotativo de disco  $15\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , atomizador rotativo de disco  $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  e atomizador rotativo de disco  $6\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .



Figura 2 Aplicação do produto a campo. Visualização frontal e lateral.

Para avaliação de produtividade foi utilizado peso de grãos proveniente da colheita de 2 m<sup>2</sup> em cada uma das áreas de avaliação. As plantas foram levadas à Universidade Federal de Santa Maria, onde foram trilhadas e determinada a umidade. Essas amostras foram acondicionadas em estufa até que sua umidade fosse próxima a 13%. Após esse processo, o peso das amostras foi estimado para quilos por hectare.

Com as mesmas amostras de produtividade foram realizadas as análises de rendimento de engenho. Todas as amostras foram submetidas a um conjunto de peneiras para reter qualquer impureza e pesados 100 gramas para cada repetição. Para determinação do rendimento de engenho, utilizou-se equipamento marca Zaccaria com ciclos de 3 minutos por sub-amostras. Com o arroz beneficiado, foi possível conhecer o peso dos grãos inteiros e quebrados.

Para peso de grãos limpos, chocos e manchados foram coletados das áreas de avaliação 25 panículas por repetição, totalizando 1200 amostras. Cada uma das repetições foi acondicionada em embalagens plásticas e levada ao laboratório, onde foram retirados os grãos da ráquis e efetuada a separação manual dos grãos chochos, limpos e manchados e seu referido peso e transformado para percentagem.

Para avaliação entre os equipamentos e taxas de aplicação os parâmetros considerados foram densidade e penetração de gotas. Essas informações foram geradas através da utilização de papéis hidrossensíveis no dossel da planta (dividido em estrato médio e inferior), colocados em suportes dentro de cada área de avaliação (Figura 3). Esses foram coletados logo após a pulverização e enviados para análise, na empresa Agrotec, no município de Pelotas-RS. A empresa utilizou a captura de imagem dos cartões com “scanner”, em área de no mínimo 1 cm

quadrado, com análise da imagem digitalizada através do “software” Agrosan (AGROTEC, 2008).



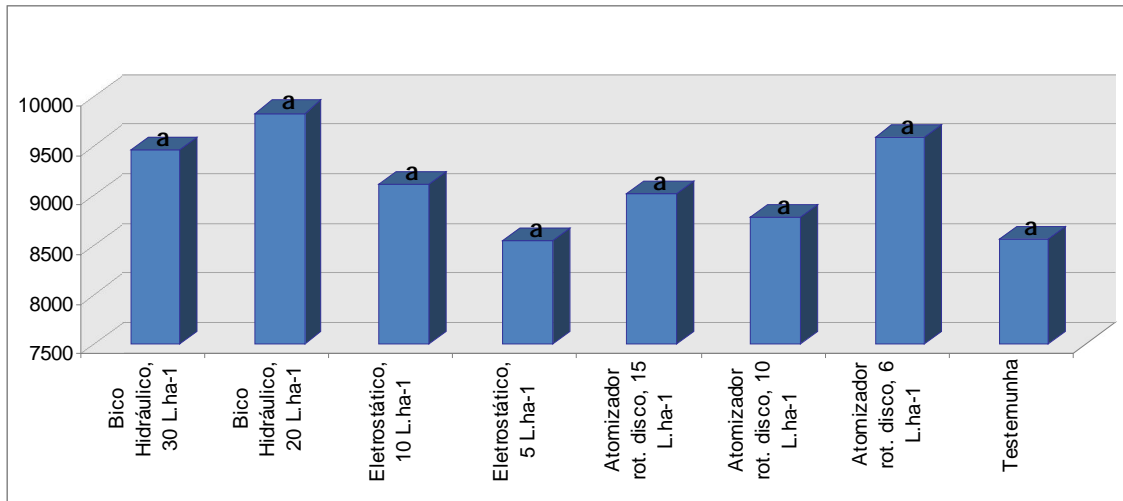
Figura 3. papéis hidrossensíveis recém coletados a campo (a), amostras embaladas (b) e suporte com papel a campo(c).

A estatística utilizada para peso de grãos, produtividade e rendimento de engenho foi a análise da variância, quando verificada diferença significativa entre os tratamentos qualitativos (dados categorizados) a nível de 5% de probabilidade de erro. Optou-se pela adoção do teste de Duncan como procedimento para comparação múltipla de médias. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SOC (EMBRAPA, 1997).

Para equipamentos e taxas de aplicação, a análise dos resultados foi realizada através do “software” científico Sisvar<sup>®</sup>, por meio de contrastes ortogonais. Foram analisados contrastes para os diferentes tipos de equipamentos de aplicação (Bicos Hidráulicos (T1), sistemas eletrostáticos (T2) e atomizadores rotativos de disco (T3)) numa primeira análise e, numa segunda fase, analisaram-se duas taxas de aplicações utilizadas (Alta (TA), Baixas (TB)). Os contrastes ortogonais analisados avaliaram: contraste 1 (T1)\*(T3), contraste 2: (T1)\*(T2), contraste 3: (T2)\* (T3), e para analisar o efeito das diferentes taxas de aplicação dentro da classificação entre taxas altas e taxas baixas, verificou-se o contraste 1 (T1TA)\*(T2TA), contraste 2: (T1TA)\*(T3TA), contraste 3: (T2TA)\*(T3TA), contraste 4: (T1TB)\*(T2TB) e contraste 5: (T1TB)\*(T3TB). Para efeito de significância, utilizou-se o teste F admitindo-se 5% de probabilidade de erro. O número de contrastes é definido como o “número de tratamentos – 1”.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados de produtividade de grãos possibilitou verificar que não houve diferença entre tratamentos. (figura 4).



**Figura 4** Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) com diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado. CV 10,82%. Letras iguais não diferenciam entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de erro.

Os dados discordam dos apresentados por Cunha et al. (2008) que encontrou diferença na produtividade em relação à testemunha com diferentes pontas de pulverização em soja. Camargo et al. (2004), avaliando diferentes taxas de aplicação entre equipamentos (com BVO e pontas de jato cônico) para aplicação aérea de fungicida no controle da ferrugem da soja, encontraram diferenças na produtividade em relação à testemunha.

Celmer et al. (2007) relatam que o rendimento de grãos nas cultivares de arroz é influenciado pelo controle químico das doenças foliares. O mesmo autor também cita que o controle de doenças pode ser considerado uma importante ferramenta para manutenção da estabilidade de produção de grãos.

O principal motivo da não diferenciação da produtividade entre os tratamentos neste trabalho, levando em consideração a mesma estatística, pode ser explicado pela baixa severidade de doenças a campo, que foi próxima 1%. Esta afirmação concorda com Marzari et al. (2007), que relatam que a diminuição da severidade de doenças, pelo controle químico, propicia o aumento da produtividade. No entanto, como a ocorrência dos patógenos foi de forma natural e muito baixa devido ao frio e

a baixa fonte de inóculo, a diferença na produtividade que seria visualizada pelo uso do fungicida a partir dos diferentes equipamentos testados não foi distinta.

A mesma explicação do parágrafo anterior pode ser considerada para os resultados do rendimento de engenho (figura 5). A diferença maior foi visualizada no tratamento com bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup> que se diferenciou dos demais tratamentos, para peso inteiro e total. Para peso quebrado, não houve diferenças significativas.

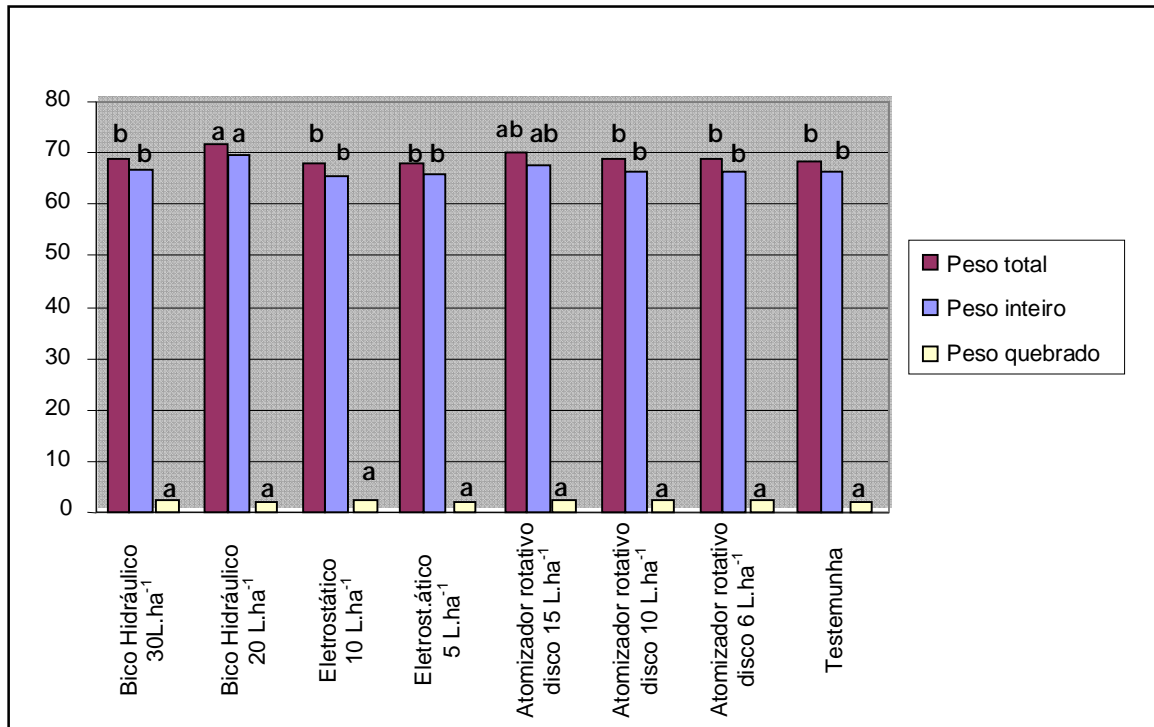


Figura 5 Rendimento de engenho (%) para amostras de arroz no uso de diferentes equipamentos e taxas de aplicação na cultura do arroz irrigado. CV: 3,13% para peso inteiro, 3,04 %para peso total e 26,62% para peso quebrado.

Como não houve incidência e severidade alta para doenças foliares na cultura e as recomendações técnicas foram seguidas de acordo, essa homogeneidade nos resultados é devido a baixos danos causados por doenças na cultura. Essa mesma afirmação pode ser considerada para percentagem de grãos manchados, chochos e limpos (figura 6).

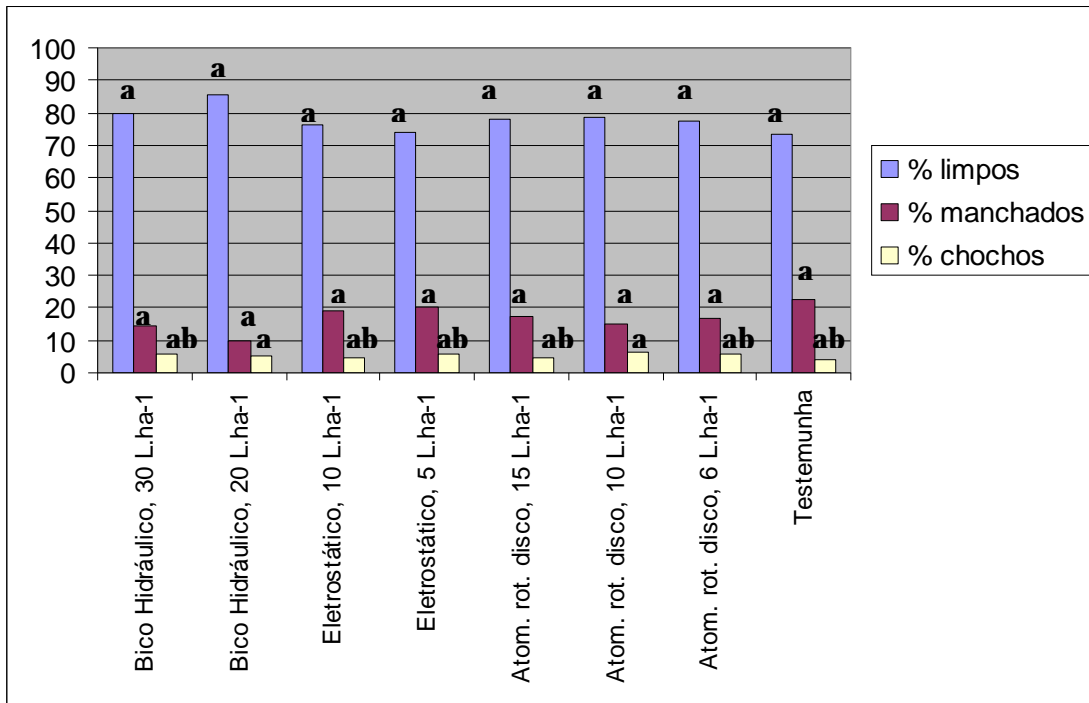


Figura 6 Percentagem de grãos machados, limpos e chochos provenientes de 1200 panículas. CV: 39,34 % para grãos limpos, 37,98% para grãos manchados e 27,25% para grãos chochos.

Os resultados contrariam as idéias de Camargo et al. (2004), que encontraram para peso de grãos resultados que diferenciaram os tratamentos com atomizador rotativo de disco e tecnologia BVO da testemunha. Para este trabalho, não houve diferença entre os tratamentos para qualquer um dos parâmetros avaliados.

Utilizou-se a análise de contrastes para demonstrar se existem diferenças entre as taxas altas e baixas testadas, em relação à penetração de gotas no estrato médio e inferior, os resultados estão na tabela 2. É importante salientar que as análises foram realizadas para densidade e penetração de gotas (Resultados obtidos apartir dos cartões hidrossensíveis) e considerou as taxas entre os equipamentos, e os equipamentos entre si.

Tabela 2. Análise de contrastes entre taxas e equipamentos para estrato médio e inferior na cultura do arroz irrigado.

Taxas- Penetração estrato médio					Taxas- Penetração estrato inferior			
FV	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*
BH 30 x Elet 10	24,08	16,21	0.843	0.3673	9,03	6,04	0.197	0.6611
BH 30 x Atom 15	24,08	50,35	4.674	0.0404	9,03	37,74	8.846	0.0064
Elet 10 x Atom 15	16,21	50,35	9.486	0.0050	6,04	37,74	11.682	0.0022
BH 20 x Elet 5	25,64	23,74	0.108	0.7453	14,43	15,02	0.079	0.7810
BH 20 x Atom 6	25,64	28,27	0.112	0.7402	14,43	14,21	0.044	0.8348
Taxas- Densidade estrato médio					Taxas- Densidade estrato inferior			
FV	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*
BH 30 x Elet 10	33,57	17,73	3.543	0.0715	12,59	6,61	1.056	0.3140
BH 30 x Atom 15	33,57	34,50	0.012	0.9125	12,59	25,86	5.187	0.0316
Elet 10 x Atom 15	17,73	34,50	3.973	0.0573	6,61	25,86	10.923	0.0029
BH 20 x Elet 5	24,83	11,63	2.465	0.1290	13,98	7,36	1.292	0.2665
BH 20 x Atom 6	24,83	14,58	1.487	0.2341	13,98	7,33	1.303	0.2644
Equipamentos- Penetração estrato médio					Equipamentos- Penetração estrato inferior			
FV	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*
BH x Atom	24,72	38,08	1.502	0.2298	11,24	24,94	2.648	0.1141
BH x Elet	24,72	18,54	0.837	0.3675	11,24	8,81	0.018	0.8948
Elet x Atom	18,54	38,08	6.604	0.0154	8,81	24,94	5.657	0.0239
BH 30 x BH 20	24,08	25,64	0.024	0.8792	9,03	14,43	0.170	0.6829
Elet 10 X Elet 5	16,21	23,74	0.217	0.6448	6,04	15,04	1.351	0.2542
Atom 15 X Atom 10,6	50,35	29,28	5.390	0.0272	37,74	15,82	8.101	0.0079
Equipamentos- Densidade estrato médio					Equipamentos- Densidade estrato inferior			
FV	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*	Média 1	Média 2	Fc	Pr>Fc*
BH x Atom	29,2	20,7	3.484	0.0718	13,28	13,56	0.122	0.7296
BH x Elet	29,2	14,68	6.396	0.0169	13,28	6,98	2.580	0.1187
Elet x Atom	14,68	20,7	0.701	0.4092	6,98	13,56	3.286	0.0799
BH 30 x BH 20	33,57	24,83	1.175	0.2871	33,57	13,98	0.062	0.8046
Elet 10 X Elet 5	17,73	11,63	0.568	0.4570	6,61	7,36	0.018	0.8934
Atom 15 X Atom 10,6	34,50	13,80	8.698	0.0061	25,86	7,41	14.728	0.0006

\* Valores de Pr>FC menores que 0,05 não evidenciam diferenças entre as taxas ou equipamentos  
 média 1= média do primeiro equipamento testado; média 2= média do segundo equipamento testado;

Na tabela 1, os bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup> proporcionaram penetração de gotas superiores aos eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup>. Esse resultado concorda com Ozeki (2006) que afirma existir um equívoco a cerca de que gotas pequenas possuem um maior capacidade de penetração no interior da massa foliar em soja. Porém, Schröder (2003) discorda da afirmação anterior ao dizer que no equipamento eletrostático a maior vantagem é o aumento da deposição nas faces inferiores de



folhas em vegetação densa, que dificilmente seriam atingidas pelos sistemas convencionais de pulverização em arroz.

A maior penetração no terço médio do dossel também foi obtida com bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup> em relação ao eletrostático 5 L.ha<sup>-1</sup> e aos atomizadores 6 L.ha<sup>-1</sup> quando comparados ao bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup>. Não se evidenciaram diferenças entre as taxas dos Bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup> x Atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup> e entre as taxas Eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup> x Atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup>.

Para o terço inferior, a relação entre as diferenças das taxas foi igual ao estrato mediano, evidenciando as taxas maiores como as que propiciam a maior penetração no estrato inferior.

Com relação a densidade com diferentes taxas, no terço mediano, bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup> proporcionam densidade de gotas superiores aos eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup>. O mesmo ocorre com os atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup> que obtiveram densidade de gotas superiores dos bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup> e eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup>, quando comparados exclusivamente as taxas maiores x taxas menores. Os bicos hidráulicos 20 L.ha<sup>-1</sup> proporcionam densidade de gotas superiores aos eletrostáticos 5 L.ha<sup>-1</sup>. Derksen & Sanderson (1996), avaliando a influência do volume de calda na deposição foliar de agrotóxicos, verificaram também melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel com o uso de maiores volumes de aplicação para feijão. Guedes et. al.(2007), expõe que, de modo geral, as gotas grossas e mais pesadas depositam-se melhor em folhas horizontais e sofrem menos com a deriva. Os mesmos autores comentam que existe um aumento do número absoluto de gotas (cobertura) com o aumento do volume pulverizado de inseticidas.

No estrato inferior, os bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup> proporcionam densidade de gotas superiores quando comparados aos eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, quando comparados com Atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup> não se evidenciaram diferenças entre as taxas, ocorrendo também entre os tratamentos Eletrostáticos 10 L.ha<sup>-1</sup> x Atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup>. Uma maior densidade de gotas foi observada com bicos hidráulicos 20 L.ha<sup>-1</sup> quando comparado aos eletrostáticos 5 L.ha<sup>-1</sup>. Além disso, os bicos hidráulicos 20 L.ha<sup>-1</sup> proporcionam densidade de gotas superiores aos atomizadores 6 L.ha<sup>-1</sup>.

Independente do extrato de dossel avaliado, pode-se observar nas análises de variâncias (anexo 3) que somente os contrastes “eletrostáticos x atomizadores” e “atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup> x atomizadores 10 L.ha<sup>-1</sup> e 6 L.ha<sup>-1</sup> não diferem

significativamente entre si a nível de 5% de probabilidade de erro, para os demais contrastes foram encontradas diferença significativa entre os equipamentos para os dois dosséis avaliados.

Para o terço médio, os atomizadores proporcionaram maior penetração que os bicos hidráulicos. Esses resultados concordam com Cunha; Carvalho (2005), que obtiveram os melhores resultados para penetração e deposição com equipamento atomizador rotativo, em soja. Entre bicos hidráulicos x eletrostáticos, os bicos apresentaram maior penetração de gotas no estrato médio. Esses dados discordam de Schröder (2003) o qual cita que maiores deposições de químicos sobre as folhas das plantas têm sido obtidas com o sistema eletrostático. Uma das razões para este resultado é que o equipamento eletrostático ao formar gotas muito pequenas, não marcaria o papel hidrossensível, não sendo captada pelo “software”, subestimando os resultados. Entre os equipamentos eletrostáticos e atomizadores, não foi encontrada diferença para penetração. O mesmo resultado também foi constatado entre os equipamentos atomizadores 15 L.ha<sup>-1</sup> x atomizadores 10 L.ha<sup>-1</sup> e 6 L.ha<sup>-1</sup>.

Quando comparados os mesmos equipamentos (bico hidráulico), o que tinha maior taxa apontou maior penetração no estrato mediano.

Nos terço inferior, os resultados foram praticamente os mesmos em relação ao mediano, só diferenciando o contraste bico hidráulico 30 L.ha<sup>-1</sup> x bico hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup> que encontrou maior penetração com o menor valor de taxa de aplicação. Os atomizadores apresentaram maior penetração de gotas em relação a bicos hidráulicos, concordando com MATUO et al (2005), quando dizem que gotas menores são mais eficientemente captadas pelo alvo.

Usando a densidade de gotas como parâmetro para avaliar os equipamentos, no terço médio e inferior, entre os equipamentos avaliados os resultados foram os seguintes: os bicos hidráulicos proporcionam densidade de gotas superiores aos atomizadores; não se evidenciam diferenças entre os equipamentos Bicos hidráulicos x Eletrostáticos. Carlton et al. (1995) compararam o sistema eletrostático aéreo, similar ao hoje utilizado no Brasil e concluíram que o sistema promoveu deposição 4,3 vezes maior em plantas de algodoeiro com uso de inseticidas. Os atomizadores proporcionam densidade de gotas superiores aos eletrostáticos; quando comparado o mesmo equipamento com as taxas distintas, os de maior volume mostraram maior densidade, para todos os casos.

No terço inferior, os atomizadores proporcionam densidade de gotas superiores aos bicos hidráulicos e aos eletrostáticos. Porém, os bicos hidráulicos proporcionam densidade de gotas superiores aos eletrostáticos. E quando relacionamos os mesmos equipamentos, os bicos hidráulicos 20 L.ha<sup>-1</sup> proporcionam densidade de gotas superiores aos bicos hidráulicos 30 L.ha<sup>-1</sup>.

#### 4 CONCLUSÕES

- Não houve diferença de produtividade na cultura do arroz irrigado, para todos os equipamentos testados;
- Para rendimento de engenho, o maior peso inteiro e peso total de grãos foi obtida através dos equipamentos Bico Hidráulico 20 L.ha<sup>-1</sup> e Atomizador rotativo disco 15 L.ha<sup>-1</sup>;
- Não houve diferença estatística entre os equipamentos para percentagem de grãos chochos, manchados e limpos nos três dosséis avaliados;
- Para o equipamento Eletrostáticos resultados mostraram-se subestimados pelo uso de papéis hidrossensíveis;
- As comparações dos equipamentos em relação às taxas para terço médio e inferior para contrastes ortogonais, revelaram que, em média, as taxas maiores promovem maior penetração.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGROTEC. Agrosan. Disponível em [www.agrotec.etc.br](http://www.agrotec.etc.br). 2008.

ARAUJO, E. C. **Aplicação aérea no controle de doenças em Soja**. Pelotas: Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial. Ltda. 2006. Disponível no site [www.agrotec.etc.br](http://www.agrotec.etc.br)

BONINI, J. V. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BOSCHINI, L. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume de aplicação na cultura da soja**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNIOESTE(Universidade Estadual do Oeste do Paraná).

BOUSE, L.F. et al. Nozzle selection for optimizing deposition and minimizing spray drift for the Air tractor. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v. 37, n. 6, p. 1725-1731, Nov./Dec. 1994.

CAMARGO T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Aplicações aéreas visando o controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 2004.

CARLTON, J. B.; BOUSE, L .F.; KIRK, I. W. Electrostatic charging of aerial spray over cotton. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 38, n. 6, p.1641-1645, Nov./Dec.1995.

CARVALHO, W. P. A. **Estudo comparativo entre métodos de amostragem de gotas para determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos**. 1995. 64 f. Dissertação (mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CELMER, A. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v. 42, n. 6, p.901-904, jun. 2007.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle.** São Paulo: Teejet, 1999. 15 p.

\_\_\_\_\_. **Desempenho dos bicos de pulverização em aeronaves agrícolas.** 2. ed. Sorocaba, edição do autor, 2005. 48 p.

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.

CUNHA, J. P. A. R.; CARVALHO, W. P. A. Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes. Nota técnica. **Engenharia na Agricultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 2, 130-135, abr./jun., 2005

CUNHA, J. P. A. R. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p.283-291, abr./jun. 2008.

DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 1, p. 5-9, Jan./Feb.1996.

EMBRAPA. **Ambiente de Software NTIA, versão 4.2.2:** manual do usuário-ferramental estatístico. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258 p.

GRAHAM-BRYCE, I. J. The future of pesticide technology: opportunities for research. In: BRITISH INSECTICIDE AND FUNGICIDE CONFERENCE, 8, Brighton, 1975. **Proceedings...** Brighton, 1975.p. 901-5.

GUEDES, J. V. C; MAZIERO, H.; GUARESCHI, A. *Aplicação de inseticidas em grandes culturas.* In: \_\_\_\_\_. **Tecnologia de Aplicação de defensivos agrícolas II.** Passo Fundo, Editora Bayer Cropscience, 2007. cap. 7. 95-103.

HILL, B. D.; INABA, D. J. Use of water-sensitive paper to monitor the deposition of aerially applied insecticides. **Journal of Economic entomology**. , Lanham, v. 82, n. 3, p. 974-980, May/Jun.1989.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV. In: SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 1974, Cranfield. **Proceedings...** Cranfield, 1974. p.112-9 (BCPC Monograph 11).

IRLA, E. **Essais comparatifs de pulvérisateurs pour la vigne**, Täniken, 1989. 15 p. (Rapports FAT, n. 382)

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles: selection and calibration**. Lexington: University of Kentucky, 1996. 6p. Capturado em 6 ago. 2002. Online. Disponível na Internet: <http://www.uky.edu/Agriculture/Pat/pat3.pdf>.

KORNIS, N. D. Q. Gotas de ótimo efeito biológico- influência do vôo noturno no tamanho das partículas. In. GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p 79-86.

LIMBERGER, A. R. **Avaliação de deposição de calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume aplicado, na cultura do feijão**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná), Marechal Cândido Rondon.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *phakopsora pachyrhizi* sidow**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria- Santa Maria.

MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado: I – características agrônômicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n. 2, p.330-336, mar./abr. 2007.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide applications - at the crossroads** Local: Editora, 1983. p. 351-5 (EPPO Bulletin).

MATUO, T. Fundamentos da Tecnologia da Aplicação de Agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM, 1998. p. 95-107.

MATUO, T. et al. **Proteção de plantas. Módulo 2: Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e equipamentos de aplicação**. Brasília: ABEAS; Viçosa: UFV; 2005.

MAZIERO, H. **Estudos de tecnologias de aplicação e inseticidas para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja**. 2006. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MENEGHETTI, R. C. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo**. 2006. 56 f Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MONTEIRO, M. V. M. Tecnologia B.V.O.® no tratamento fitossanitário do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador BA, 29/Ago/2005. Online. Disponível na internet: [http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/361.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/361.pdf)

OZEQUI, Y. **Manual de aplicação aérea**. São Paulo, Ed. do editor, 2006.

OZMERI, A, CILINGIR, I. Use of colorimetric technique in determining surface coverage in spraying. **Agric. mechanization in asia, africa and latin america**, Tokyo, v. 23, n.1, p. 37-8, Jan./Marc.1992.

QuErChEr. LEHOTAY, S. J., MASTOVSKA, K., LIGHTFIELD, A. R. **Journal of AOAC International**. Arlington, v.88, n. 2, p. 615-629, Mar./Apr. 2005.

RAINEY, R. C. Flying insects as targets for ultralow volume spraying. In: SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 1974, Cranfield, **Proceedings...** Cranfield, 1974. p. 20-5 (BCPC Monograph 11).

RESENDE, L. J. **Pulverizações aéreas contra a cárie do arroz**. Artigos técnicos, 2007. Disponível em: [http://www.agrolink.com.br/aviacao/artigos\\_pg\\_detalhe\\_noticia.asp?cod=51361](http://www.agrolink.com.br/aviacao/artigos_pg_detalhe_noticia.asp?cod=51361). Acesso em: 21.maio.2007.

SCHRODER, E. P. **Publicações Técnicas**. Schröder Consultoria. Disponível em: <http://www.eugenioschroder.cjb.net/>. Acesso em: 24.maio.2007.

SCHRÖDER, E. P. **Aplicações em soja**. Pelotas: Empresa Jornalística Ceres, 2004. 14 p. (Cultivar máquinas: caderno técnico, n. 58))

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de sistemas aeroagrícolas visando a minimização de contaminação ambiental**. 2003. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aeroagrícolas na região sul do Rio Grande do Sul**. 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.



SCHRÖDER, E. P. **Pulverização eletrostática aérea**: Experiência e perspectivas no Brasil. Pelotas: Ed. Do autor, 2002. 66 p.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil; IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. – Santa Maria: SOSBAI 2005, 159 p., il. Disponível em: <<http://www.sosbai.com.br/recomendacoes2005.pdf>>. Acesso em 20.maio.2006.

SOUZA, R. T; PALLADINI, L. A.; VELINI, E. D. **Pulverização eletrostática**. Pelotas: Empresa Jornalística Ceres, 2003. 7 p. (Cultivar : Máquinas: caderno técnico, n. 21).

WOMAC, A. R. et al. **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. St. Joseph: *ASAE*, 1997. 47 p. (ASAE Paper n.97-1069).

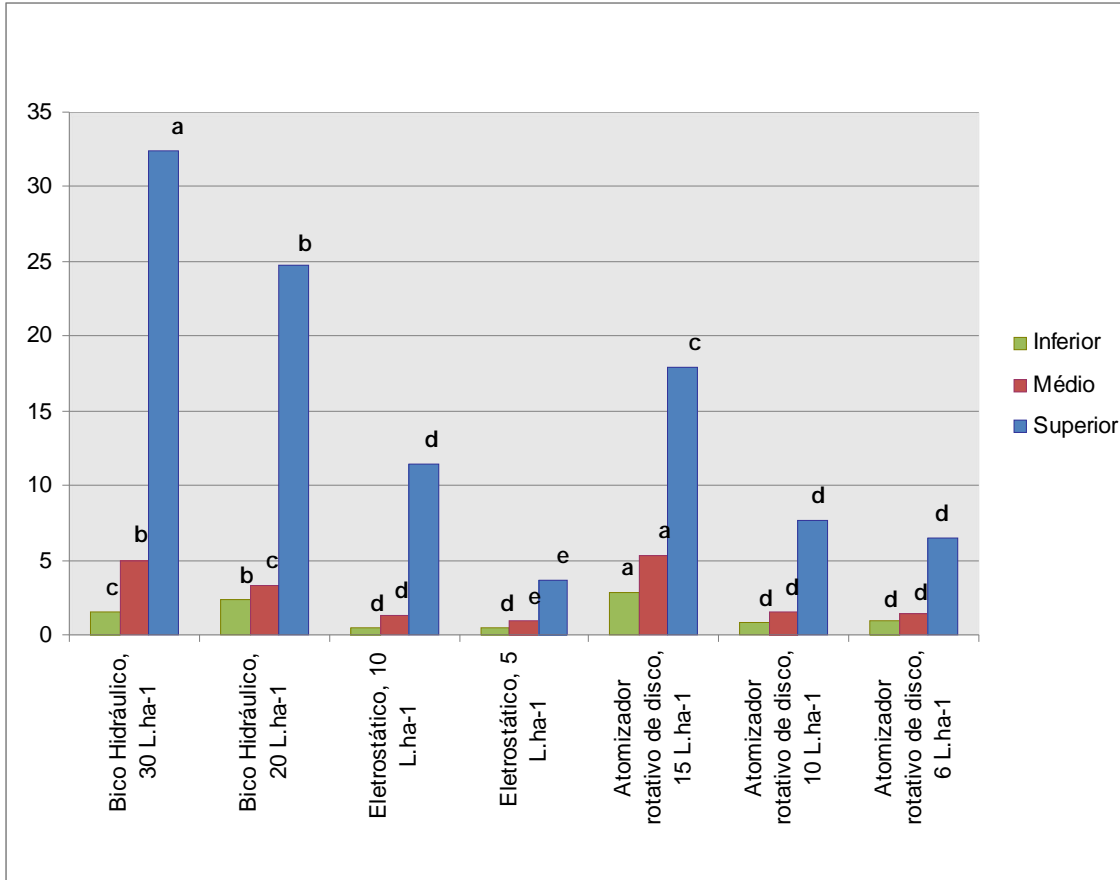
# ANEXOS

**Anexo 1 Fases e etapas de crescimento de plantas de arroz.**

<b>Estádios de desenvolvimento de plântula</b>	
S0	Semente seca de arroz
S1	Emergência do coleóptilo ou radícula
S2	Emergência do coleóptilo e radícula
S3	Emergência do perfilo do coleóptilo
<b>Estádios de desenvolvimento vegetativo</b>	
V1	Colar formado na 1ª folha do colmo principal
V2	Colar formado na 2ª folha do colmo principal
V3	Colar formado na 3ª folha do colmo principal
V4	Colar formado na 4ª folha do colmo principal
V5	Colar formado na 5ª folha do colmo principal
V6	Colar formado na 6ª folha do colmo principal
V7	Colar formado na 7ª folha do colmo principal
V8	Colar formado na 8ª folha do colmo principal
V9 (VF-4)	Colar formado na 9ª folha do colmo principal, faltando 4 folhas para o surgimento da folha bandeira
V10 (VF-3)	Colar formado na 10ª folha do colmo principal, faltando 3 folhas para o surgimento da folha bandeira
V11 (VF-2)	Colar formado na 11ª folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira
V12 (VF-1)	Colar formado na 12ª folha do colmo principal, faltando 1 folha para o surgimento da folha bandeira
V13 (VF)	Colar formado na folha bandeira.
<b>Estádios de desenvolvimento reprodutivo</b>	
R0	Iniciação da panícula
R1	Diferenciação da panícula
R2	Formação do colar na folha bandeira
R3	Exserção da panícula
R4	Antese
R5	Elongação do grão
R6	Expansão do grão
R7	Maturidade de um grão da panícula
R8	Maturidade completa da panícula

Fonte: COUNCE et al. 2000.

ANEXO 2 Volume recuperado (L.ha-1). CV: 67,10% para estrato superior, 10,65% para estrato médio e 68,40% para estrato inferior.



**ANEXO 3 Tabelas de análise de variância.**

<b>Penetração de gotas no estrato MÉDIO</b>					
<b>Taxas altas x taxas baixas</b>					
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Taxas	5	4242.951725	848.590345	2.273	0.0781
Blocos erro	5	2327.272625	465.454525	1.247	0.3174
	25	9332.384525	373.295381		
Total corrigido	35	15902.608875			
CV (%)	64.72				
Média geral			29.8541667		
Número de observações	36				

<b>Penetração de gotas no estrato INFERIOR</b>					
<b>Taxas altas x taxas baixas</b>					
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Taxas	5	3855.673947	771.134789	2.836	0.0366
Blocos erro	5	708.412647	141.682529	0.521	0.7579
	25	6796.572436	271.862897		
Total corrigido	35	11360.659031			
CV (%)	94.31				
Média geral			17.4836111		
Número de observações	36				

<b>Penetração de gotas no estrato MÉDIO</b>					
<b>Taxas altas x taxas baixas</b>					
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Taxas	5	2850.845847	570.169169	2.686	0.0447
Blocos erro	5	1940.413147	388.082629	1.828	0.1437
	25	5306.722703	212.268908		
Total corrigido	35	10097.981697			
CV (%)	63.89				
Média geral			22.8052778		
Número de observações	36				

Penetração de gotas no estrato INFERIOR					
Taxas altas x taxas baixas					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Taxas	5	1609.848956	90.929951	3.163	0.0239
Blocos	5	454.649756	321.969791	0.893	0.5006
erro	25	4609.360089	101.794455		
Total corrigido	35	2544.861378			
CV (%)	82.13				
Média geral			12.2844444		
Número de observações	36				

Penetração de gotas no estrato MÉDIO					
Avaliação entre equipamentos					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Equipamentos	6	4256.498329	709.416388	2.063	0.0878
Blocos	5	1851.309648	370.261930	1.077	0.3930
erro	30	10316.979386	343.899313		
Total corrigido	41	16424.787362			
CV (%)	61.69				
Média geral			30.0609524		
Número de observações	42				

Penetração de gotas no estrato INFERIOR					
Avaliação entre equipamentos					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Equipamentos	6	3850.549481	641.758247	2.643	0.0353
Blocos	5	429.431879	85.886376	0.354	0.8758
erro	30	7284.772605	242.825753		
Total corrigido	41	11564.753964			
CV (%)	88.93				
Média geral			17.5235714		
Número de observações	42				

Penetração de gotas no estrato MÉDIO					
Avaliação entre equipamentos					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Equipamentos	6	3341.408867	556.901478	2.825	0.0266
Blocos	5	1498.035429	299.607086	1.520	0.2133
erro	30	5913.162905	197.105430		
Total corrigido	41	10752.607200			
CV (%)	65.60				
Média geral			21.4000000		
Número de observações	42				

Penetração de gotas no estrato INFERIOR					
Avaliação entre equipamentos					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Equipamentos	6	1727.491624	287.915271	3.116	0.0171
Blocos	5	310.396783	62.079357	0.672	0.6478
erro	30	2771.530833	92.384361		
Total corrigido	41	4809.419240			
CV (%)	82.85				
Média geral			11.6011905		
Número de observações	42				