

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

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
PATOSSISTEMA *Triticum aestivum* - *Puccinia triticina***

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Eduardo Canova**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
PATOSSISTEMA *Triticum aestivum* - *Puccinia triticina***

**Eduardo Canova**

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

**Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Canova, Eduardo  
Tecnologia de aplicação de fungicidas no patossistema  
Triticum aestivum - Puccinia triticina. / Eduardo  
Canova.-2015.  
103 f.; 30cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2015

1. Tecnologia de aplicação 2. Espectro de gotas 3.  
Taxas de aplicação 4. Horários de aplicação 5. Área  
coberta I. Balardin, Ricardo Silveiro II. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Eduardo Canova. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: canova08@gmail.com

---

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

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

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
PATOSSISTEMA *Triticum aestivum* - *Puccinia triticina***

elaborada por  
**Eduardo Canova**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ricardo Silveiro Balardin, PhD. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Marcelo Grippa Madalosso, Dr. (URI)**

---

**Caroline Almeida Gulart, Dra. (Instituto Phytus)**

Santa Maria, 31 de julho de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola pela oportunidade de realização deste curso e aperfeiçoamento profissional.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Ricardo Balardin pela oportunidade, orientação, ensinamentos e confiança.

À Clarice Rubin Balardin pela disponibilidade da estrutura e recursos que viabilizaram a realização dos experimentos.

Aos meus pais Ivo e Lisete Canova, meu irmão Ricardo Canova e demais familiares pela educação, ensinamentos, amor, companheirismo, apoio e que sempre foram meus exemplos de vida e minha motivação para seguir em frente e superar os desafios.

À minha namorada Viviane Schneider pelo companheirismo, convivência e motivação nos momentos difíceis. À Angélica Schneider pelo apoio, amizade e constante incentivo.

Agradecimento especial aos colegas do Instituto Phytus Diego Dalla Favera, Mônica Debortoli, Jonas Dahmer, Diogo Patias, Angelica Marian, Maíne Lerner, Heraldo Cezar, Marcos Tomazetti, Pedro Cadore, Rafael Berguemmaier, Alexandre Palharini, Marlon Stefanello, Leandro Marques, Carla Siqueira, Felipe Weber, Paulo Santos, Simone Minuzzi, Felipe Frigo, Juliano Perlin, Juliano Uebel, Nédio Tormen, Pablo Serafini e Lucas Drebes, pela amizade e contribuição ao trabalho.

Aos amigos Cristiano Keller, Douglas Dalla Nora e Geovane Reimche pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários do Instituto Phytus Paulo Lopes, Antão dos Santos, Eduardo Lopes, Juliano Kurz, Vani Nascimento e Fabiane Frees pela amizade e convivência.

Aos professores do Programa de Pós-graduação de Engenharia Agrícola da UFSM pelos inúmeros ensinamentos.

Aos membros da banca avaliadora, Ricardo S. Balardin, Marcelo G. Madalosso e Caroline A. Gulart, pela disponibilidade, sugestões e contribuições para melhoria do trabalho.

A todos aqueles não listados e que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado.

A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

## RESUMO

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

### TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO PATOSSISTEMA *Triticum aestivum* - *Puccinia triticina*

AUTOR: EDUARDO CANOVA  
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN  
Santa Maria/RS, 31 de julho de 2015.

O cultivo do trigo está sujeito a certo número de limitação, tais como adversidades do clima e doenças. Os fatores climáticos além de contribuir para a ocorrência de infecções advindas de doenças como a ferrugem da folha, afetam o comportamento de aplicações de fungicidas foliares na cultura. O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento de aplicações de fungicida realizadas em distintos horários utilizando diferentes taxas e espectros de gotas em plantas de trigo. Para isso foi conduzido um experimento à campo no município de Itaara – RS. Foi utilizado o delineamento experimental blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas. O experimento constituiu-se com quatro repetições, em arranjo fatorial 5x3x2. O primeiro fator foi composto pelos horários de aplicação (05:00, 09:00, 13:00, 17:00, 21:00 horas). O segundo fator foi composto pelas taxas de aplicação (70, 100, 140 L/ha) e o por fim, o terceiro fator, foi composto por dois espectros de gotas (Fino e Médio). Foi utilizado o fungicida composto pelos ingredientes ativos Trifloxistrobina + Protiococonazol (70,0 + 60,0 g i.a/ha) com adição de Aureo<sup>®</sup> na dose de 0,375 L p.c/ha. Os parâmetros avaliados foram o diâmetro mediano volumétrico (DMV), a área coberta (%), a densidade de gotas (cm<sup>2</sup>), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade (kg/ha), peso de mil sementes (PMS), peso hectolitro (PH) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Os resultados obtidos indicaram que a penetração e a área coberta pela calda de fungicida é elevada quando utilizou-se taxas de aplicação maiores conciliada a espectro de gotas fino. Verificou-se que a aplicação de fungicida com espectro de gota fina e volumes de calda maior proporcionam um aumento no controle da ferrugem do trigo. A aplicação de fungicida realizada às 09:00 horas apresentou o melhor controle da ferrugem.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação. Espectro de gotas. Taxas de aplicação. Horários de aplicação. Área coberta.

## ABSTRACT

Master Dissertation in Agricultural Engineering  
Postgraduate Program in Agricultural Engineering  
Federal University of Santa Maria

### **FUNGICIDES APPLICATION OF TECHNOLOGY IN PATHOSYSTEM** *Triticum aestivum - Puccinia triticina*

AUTHOR: EDUARDO CANOVA  
ADVISER: RICARDO SILVEIRO BALARDIN  
Santa Maria/RS, July 31<sup>th</sup>, 2015.

The wheat cultivation is subject to a certain number of limiting factors, such as climate adversities and diseases. Besides contributing to the incidence of infections that arise from diseases such as leaf rust (*Puccinia triticina*), climatic factors affect the applications behavior of foliar fungicide. This work aimed to evaluate the applications of fungicide carried out at different times using different rates and spectra of drops in wheat plants. A field experiment was then conducted in Itaara/RS. The experiment was arranged in random blocks with sub-split parcels in factorial arrangement of 5x3x2, with four replications. The first factor was composed by the time of application (05:00, 09:00, 13:00, 17:00, 21:00). The second factor consisted of the application rates (70, 100, 140 L/ha), and lastly, two drops spectra (fine and medium) composed the third factor. The fungicide used was composed by Trifloxystrobin + Prothioconazole (70.0 + 60.0 g active ingredient/ha) with addition of Aureo<sup>®</sup> at 0.375 L commercial product/ha. The parameters evaluated were: median volume diameter (MVD), covered area (%), drop density (cm<sup>2</sup>), area under the disease-progress curve (AUDPC), productivity (kg/ha), thousand seed weight, hectoliter weight and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The obtained results indicate that the penetration and the area covered by the fungicide volume are higher when high application rates are used alongside fine droplet spectrum. It was found that the fungicide application with fine droplet spectrum and higher spray volumes provides an increase on the control of wheat rust. The fungicide application held at 09:00 presented the best rust control.

**Keywords:** Application technology. Droplets spectrum. Application rates. Time of application. Covered area.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da primeira aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015 ..	23
Figura 2 –	Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da segunda aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015 ..	23
Figura 3 –	Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da terceira aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015 ..	24
Figura 4 –	Divisão das plantas de trigo em dois estratos (terço superior e inferior) em relação à estatura da planta e representação da coleta de cartões nos terços do trigo para a terceira aplicação.....	25
Figura 5 –	Detalhe da haste sustentando os cartões no terço superior e inferior do dossel para amostragem das gotas na terceira aplicação aplicação. Itaara – RS, 2015..	26
Figura 6 –	Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas durante a primeira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.....	32
Figura 7 –	Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas durante a segunda aplicação em função dos horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	33
Figura 8 –	Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço superior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	34
Figura 9 –	Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.....	35
Figura 10 –	Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função da taxa de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	36
Figura 11 –	Área coberta (%) de gotas coletadas durante a primeira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	40
Figura 12 –	Área coberta (%) de gotas coletadas durante a segunda aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	41
Figura 13 –	Área coberta (%) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	43
Figura 14 –	Área coberta (%) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função do espectro de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	43
Figura 15 –	Densidade de gotas ( $\text{gotas}/\text{cm}^2$ ) coletadas durante a primeira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	46

Figura 16 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas durante a primeira aplicação em função de horários e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015.....	46
Figura 17 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas durante a segunda aplicação em função de horários e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	47
Figura 18 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas durante a segunda aplicação em função das taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.....	47
Figura 19 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas no terço inferior da cultura durante a terceira aplicação em função das taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	49
Figura 20 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas no terço inferior da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	49
Figura 21 – Cobertura obtida em cartões hidrossensíveis, na parte superior e inferior do dossel da cultura do trigo, com os respectivos horários (5, 9, 13, 17 e 21 horas), taxas (60, 100 e 140 L/ha) e espectros de gotas (Fino e Médio).....	52
Tabela 9 – Leitura do NDVI 28 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015.....	61
Figura 23 – Produtividade da cultura do trigo em função da interação entre taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área coberta (%) de gotas coletadas no terço superior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.....	42
Tabela 2 – Densidade de gotas (gotas/cm <sup>2</sup> ) coletadas no terço superior da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.....	48
Tabela 3 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função de taxas de horário, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	57
Tabela 4 – Leitura do NDVI 7 dias após a última aplicação de fungicida em função das taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	59
Tabela 5 – Leitura do NDVI 7 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015.....	60
Tabela 6 – Leitura do NDVI 14 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015 .....	60
Tabela 7 – Leitura do NDVI 14 dias após a última aplicação de fungicida em função das taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	60
Tabela 8 – Leitura do NDVI 21 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	61
Tabela 9 – Leitura do NDVI 28 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	61
Tabela 10 – Peso de mil sementes (PMS) de trigo em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015 .....	65
Tabela 11 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade de trigo (PROD), peso hectolitro (PH) , nº de impactos na 1º aplicação (IMPC1), diâmetro mediano volumétrico na 1º aplicação (DMV1), área coberta na 1º aplicação (AC1), nº de impactos na 2º aplicação (IMPC2), diâmetro mediano volumétrico na 2º aplicação (DMV2), área coberta na 2º aplicação (AC2), nº de impactos na 3º aplicação no terço superior (IMPC3S), diâmetro mediano volumétrico na 3º aplicação no terço superior (DMV3S), área coberta na 3º aplicação no terço superior (AC3S), nº de impactos na 3º aplicação no terço inferior (IMPC3I), diâmetro mediano volumétrico na 3º aplicação no terço inferior (DMV3I), área coberta na 3º aplicação no terço inferior (AC3I) e peso de mil sementes (PMS). Itaara – RS, 2015 .....	69
Tabela 12 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade de trigo (PROD) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Itaara – RS, 2015....	71
Tabela 13 – Resultados das variáveis produtividade e área abaixo da curva de progresso da doença das testemunhas.....	90

Tabela 14 – Data, horário, estágio de desenvolvimento, temperatura, umidade relativa do ar (URA), velocidade do vento e presença de orvalho no momento das aplicações. Itaara/RS, 2015 .....	90
Tabela 15 – Análise de variância (ANOVA) da variável produtividade na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	94
Tabela 16 – Análise de variância (ANOVA) da variável área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	94
Tabela 17 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação .....	95
Tabela 18 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação .....	95
Tabela 19 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior da cultura do trigo .....	96
Tabela 20 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior da cultura do trigo .....	96
Tabela 21 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação .....	97
Tabela 22 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação .....	97
Tabela 23 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior da cultura do trigo .....	98
Tabela 24 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior da cultura do trigo .....	98
Tabela 25 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm <sup>-2</sup> ) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação .....	99
Tabela 26 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm <sup>-2</sup> ) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação .....	99
Tabela 27 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm <sup>-2</sup> ) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior do trigo .....	100

Tabela 28–	Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm <sup>-2</sup> ) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior do trigo .....	100
Tabela 29 –	Análise de variância (ANOVA) da variável peso de mil sementes (PMS) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	101
Tabela 30 –	Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	101
Tabela 31 –	Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	102
Tabela 32 –	Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	102
Tabela 33 –	Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas .....	103

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classes de tamanho de gotas segundo normas ASAE S-572.1 .....	91
Quadro 2 – Características da cultivar Quartzo utilizada no experimento.....	92

## **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A – Análise da variância das variáveis.....	94
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Ferrugem do trigo.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Tecnologia de Aplicação.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Local, instalação, manejo das plantas e condições do ambiente.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Delineamento experimental e tratamentos .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Avaliações .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Densidade, espectro de gotas e horários de aplicação .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4</b>	<b>Severidade da ferrugem da folha e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5</b>	<b>Leitura do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6</b>	<b>Produtividade do trigo .....</b>	<b>28</b>
<b>3.7</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Parâmetros relacionados à deposição e espectro de gotas .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Diâmetro mediano volumétrico (DMV) .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Área coberta (%).....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Densidade de gotas .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2</b>	<b>Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3</b>	<b>Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI).....</b>	<b>57</b>
<b>4.4</b>	<b>Parâmetros relacionados à produtividade do trigo .....</b>	<b>61</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Produtividade do trigo .....</b>	<b>61</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Peso de mil sementes (PMS) .....</b>	<b>65</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Peso hectolitro (PH).....</b>	<b>66</b>
<b>4.5</b>	<b>Correlações entre as variáveis .....</b>	<b>67</b>
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>93</b>



# 1 INTRODUÇÃO

As doenças foliares no trigo podem causar dano significativo na região sul do Brasil, onde a área cultivada na safra 2014/2015 foi de aproximadamente 2.604.000 hectares com uma produção de 5.530.000 toneladas e produtividade de 2.124 kg/ha (CONAB, 2015). Dentre as inúmeras doenças que ocorrem no trigo, no Brasil, merece destaque a ferrugem da folha do trigo, incitada por *Puccinia triticina* Erikss. que pode causar danos de até 63% no rendimento da cultura (REIS, 2001).

O uso de fungicidas na cultura do trigo é uma das principais formas de controle da ferrugem (*Puccinia triticina*), apresentando grande efetividade de controle e redução dos níveis de danos e perdas para com a cultura (DEBONA et al., 2009; KUHNE JUNIOR et al., 2009; GODOY et al., 2000; PICININI; FERNANDES, 2001). Com a evolução dos conhecimentos em tecnologia de aplicação tem-se produzido ganho significativo na realização do controle químico, pois a tecnologia de aplicação determina muitas vezes o momento mais adequado para a realização de um determinado tratamento, por isso tecnologia e momento de aplicação estão fortemente relacionados. Para Boller (2008), a tecnologia de aplicação busca a colocação de produtos fitossanitários em quantidades adequadas nos locais onde eles são desejados, no momento adequado, com o mínimo de desperdício e com a máxima segurança ao homem e ao ambiente.

A aplicação de defensivos agrícolas é um processo muito exigente, pois está relacionada com o momento oportuno de aplicação, ou seja, o horário de aplicação é um fator crítico para a pulverização de fungicidas, pois ao longo do dia ocorrem variações entre os fatores do clima, ocorrendo oscilações de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, ventos e orvalho (GAZZIERO, 1980; SKUTERUD et al., 1998). Observações experimentais feitas por SCHRODER (1998) avaliaram o comportamento da umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento e mostraram que os três fatores nunca se encontram simultaneamente favoráveis.

Na tecnologia de aplicação alguns fatores influenciam no nível de controle das doenças, destacando-se o tamanho de gotas e a taxa de aplicação, os quais devem ser considerados em primeiro lugar no planejamento de uma aplicação de fungicidas. Os demais fatores importantes como as condições climáticas, a recomendação de produto e as condições operacionais devem ser consideradas em conjunto para que todo sistema esteja ajustado,

visando o máximo de desempenho com o mínimo de perdas (ANTUNIASSI U.R. e BOLLER W., 2011).

Por fim, os erros costumam ser frequentes e significativos nas pulverizações, e ocorrem basicamente por não se considerar as interações entre fatores como o alvo a ser atingido, as características do produto fitossanitário utilizado, a máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais. A avaliação de forma isolada e/ou desconsideração desses fatores no processo é bastante comum, podendo levar ao insucesso da operação, não havendo tecnologia que resolva o problema ou os prejuízos a ele associados (RAMOS, 2005).

No intuito de avaliar a influência existente da aplicação realizada em diferentes horários variando o espectro de gotas e a taxa de aplicação, o presente trabalho teve como objetivo geral determinar qual o período do dia que o espectro de gotas e taxa de aplicação garantam o aumento na eficiência do controle de doenças na cultura do trigo. Ainda, o trabalho teve por objetivos específicos: Delimitar qual espectro de gotas é mais adequado para cada taxa de aplicação, levando em consideração penetração, deposição e cobertura de gotas sobre o alvo; Verificar se a redução da taxa de aplicação comprometerá a eficácia do fungicida no controle das doenças da cultura do trigo e Avaliar o controle das doenças da cultura do trigo em diferentes horários de aplicação, sob a influência de diferentes condições meteorológicas sobre o alvo; Verificar se a redução da taxa de aplicação comprometerá a eficácia do fungicida no controle das doenças da cultura do trigo e avaliar o controle das doenças da cultura do trigo em diferentes horários de aplicação, sob a influência de diferentes condições meteorológicas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ferrugem do trigo

A ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) é uma das principais doenças que afetam a cultura do trigo e a incidência em que ocorre nas diferentes regiões produtoras varia em intensidade, dependendo das condições climáticas, da resistência genética das cultivares e do controle químico (ALMEIDA, 2007). Picinini & Fernandes (1995) citam que a ferrugem pode causar danos de até 80% no rendimento em cultivares suscetíveis. Segundo Reis (2001), as reduções podem ser de até 63% no rendimento da cultura.

A ferrugem da folha manifesta-se desde o surgimento das primeiras folhas, até próximo à maturação das plantas. Logo após o estabelecimento das relações parasitárias, surgem pequenas urédias arredondadas com uredósporos de coloração amarelo-alaranjado, dispostas sem ordenação localizadas preferencialmente na face superior das folhas. A estas pústulas, sucedem outras de cor preta, os teliosporos (REIS, 1991; CARMONA et al., 2000). A doença desenvolve-se rapidamente quando há umidade livre e temperaturas em torno de 20 °C. A chuva é frequentemente considerada um fator condutor para a expansão da doença, pois o evento é seguido por um período estendido de umidade da folha, que é crítico para a infecção da ferrugem (NIKS, 1986).

O principal mecanismo para controlar as ferrugens dos cereais é o emprego de variedades resistentes (REIS, 1991; BARCELLOS, 2006). Contudo, apesar dos esforços da pesquisa, ainda não estão disponíveis cultivares com um nível de resistência que dispensem o uso de controle químico com fungicidas (Reis & Casa, 1997). Para Tsumanuma (2009) a eficiência do controle químico das doenças depende da severidade no momento da aplicação, velocidade de absorção, sistemicidade e eficácia do fungicida, do equipamento de pulverização utilizado, volume de calda, classe de gotas, densidade de plantas que favoreça a máxima cobertura foliar do fungicida e das condições meteorológicas no momento da aplicação.

## 2.2 Tecnologia de Aplicação

O termo Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Assim, entende-se como “Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários” 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 o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990). Segundo Boller (2008) a tecnologia de aplicação busca a colocação dos produtos fitossanitários em quantidades adequadas nos locais onde eles são desejados, no momento adequado, com o mínimo desperdício e com a máxima segurança ao homem e ao ambiente.

Do ponto de vista de tecnologia de aplicação, o tamanho de gotas e a taxa de aplicação são fatores básicos que devem ser considerados em primeiro lugar para o planejamento de uma aplicação de fungicidas (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011). Segundo Paulsrud & Montgomery, (2005) a meta da aplicação de fungicidas é produzir um tamanho de gotas que possibilite bom equilíbrio da cobertura, penetração e deposição de gotas. Uma aplicação adequada é aquela que, realizada no momento correto, proporciona cobertura suficiente do alvo e nele deposita a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos (MATUO, 1990).

A combinação de tipo de ponta e pressão de trabalho determina o tamanho de gotas aplicadas, que afeta ambos, a cobertura do dossel da planta e o potencial de deriva da gota. O espectro de gotas produzido por um equipamento trata-se da caracterização da pulverização em função dos diferentes tamanhos de gotas produzidas, sendo criado em função do tipo de ponta de pulverização, tamanho do orifício e pressão de trabalho (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005).

OZEKI & KUNZ (1998) ressaltam que a eficiência da aplicação depende da qualidade da cobertura e penetração bem como a redução das perdas por deriva e evaporação proporcionadas pelo diâmetro de gotas. O aumento no diâmetro de gotas reduz o arraste pela deriva apresentando menos problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, porém promovem uma menor cobertura da superfície a ser tratada. O tamanho de gotas tem influência na cobertura, penetração e deposição, assim, gotas pequenas proporcionam melhor cobertura, entretanto, estas podem sofrer deriva ou evaporação mais facilmente e gotas grandes podem apresentar problemas devido à tendência de escorrimento e reduzido número

de gotas/cm<sup>2</sup> com conseqüente menor contato produto-planta. Segundo Reichard (1997), as gotas devem ser suficientemente grandes para que possam depositar-se sobre o alvo após terem sofrido evaporação durante o percurso e, suficientemente pequenas para fornecerem cobertura suficiente do alvo pelo fungicida.

Uma ponta de pulverização não produz um único tamanho de gota. Dessa forma, o tamanho utilizado na classificação das gotas pulverizadas será o diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais, denominado de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), ou seja, a ponta gera um espectro de gotas e este é classificado em “muito finas”, “finas”, “médias”, “grossas” e “muito grossas” com base no DMV (ANDEF, 2004). O Diâmetro Mediano Volumétrico é expresso em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) e indica o diâmetro da gota a partir do qual o volume aplicado é dividido em duas partes iguais, formadas, então, por gotas ou somente maiores ou somente menores que o DMV. Sendo assim, como o volume ocupado por poucas gotas grandes equivale àquele ocupado por muitas gotas pequenas, o DMV sempre estará situado mais próximo do limite superior das classes de gotas (MATUO et al., 2005).

Teoricamente, gotas menores são eficientemente captadas pelo alvo, e assim, podem proporcionar melhor cobertura do alvo e conseqüentemente melhores resultados (MATUO 1990). Gotas muito grossas conferem cobertura ruim do alvo, além de desuniformidade na distribuição e deposição (CUNHA et al., 2006). Porém, são menos favoráveis à deriva devido sua velocidade e massa (AZEVEDO, 2011) e assim poderá proporcionar uma boa deposição do produto no alvo. No entanto, embora gotas muito finas proporcionem melhor cobertura e uniformidade de distribuição no alvo, esta classe de gotas estão sujeitas à evaporação ou ao carregamento por correntes de ar (CUNHA et al., 2006; AZEVEDO, 2011). De acordo com Ferreira e Oliveira (2008), o grande desafio a ser vencido pela tecnologia de aplicação, consiste em fazer com que as gotas atravessem a camada superior de folhas das plantas de soja e cheguem com condições de se distribuir, depositar e cobrir, adequadamente, todo o dossel.

A taxa de aplicação consiste no volume de calda pulverizada, por área ou por planta, dependendo do tipo de trabalho executado (MATUO 1990). A taxa de aplicação está entre os parâmetros que são fundamentais para o sucesso da aplicação e sua definição está atrelada, principalmente, ao tipo de alvo a ser atingido, à superfície exposta deste alvo, ao tamanho das gotas geradas pelo sistema, à cobertura necessária, à forma de ação do defensivo e à técnica de aplicação (ANTUNIASSI, 2005; DELGADO, 1999).

Visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência operacional, tem-se utilizado taxas de aplicação reduzidas com a adoção de menores volumes de calda. Segundo

Boller, (2004) e Cunha et al., (2000), a diminuição do volume aplicado por hectare, mesmo que traga inúmeros benefícios, representa expressiva inovação tecnológica ao alcance do produtor, demandando aprimoramento da tecnologia de aplicação e maior atenção tanto ao estado de conservação dos equipamentos como às condições ambientais durante a aplicação. Além disso, a taxa de aplicação pode exercer influência sobre o percentual de cobertura do dossel pela calda de fungicida. Neste contexto, Raetano (2011) relata que para minimizar o volume de calda e, ao mesmo tempo, proporcionar a cobertura desejada do alvo biológico, costuma-se reduzir o tamanho das gotas.

A adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas é outro item de fundamental importância, pois elementos do clima como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e luminosidade exercem forte influência sobre esta técnica. Essas condições da atmosfera em diferentes horários do dia agem sobre o comportamento físico das soluções pulverizadas e o estado fisiológico da planta, que subsequente afetarão a penetração foliar de substâncias e no processo de distribuição (RAMSEY et al., 2005; CURRIER; DYBING, 1959). Segundo Christofolletti (1999), as condições climáticas são um importante fator a ser considerado no momento das aplicações agrícolas, sendo uma dessas condições climáticas o vento, que age de maneira direta sobre as gotas, alterando sua direção de deslocamento em relação ao alvo desejado.

As condições climáticas que devem ser observadas referem-se à temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, presença de orvalho e a ocorrência de chuvas logo após as aplicações (BOLLER et al., 2008). Em geral, no momento da aplicação a temperatura deve estar abaixo de 30°C, velocidade do vento entre 3 a 10 km/h e umidade relativa do ar acima de 55% (ANDEF, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local, instalação, manejo das plantas e condições do ambiente

O experimento foi conduzido em área experimental no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, localizado em latitude 29°35'8"S, longitude 53°48'28"O e altitude de 444m. Esta área faz parte da região fisiográfica do Planalto Médio, que possui solo classificado como Neossolo Litólico Eutrófico típico e variedade climática do tipo Cfa (Köppen), caracterizada pela ocorrência de precipitações anuais entre 1.700 e 1.800 mm bem distribuídos mensalmente, por possuir a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio entre 18 e 3°C (STRECK et al., 2002; MORENO, 1961).

A implantação da cultura do trigo foi realizada sob sistema de semeadura direta em sucessão a cultura da soja. Para preparo da área realizou-se dessecação com 2,5 L/ha do herbicida glifosato (480 g/L) e 2,0 L/ha do herbicida Gramoxone® (200 g/L).

A cultivar utilizada foi a Quartzo (Anexo A, Quadro 2), sendo que a semeadura foi realizada no dia 21 de junho de 2014, de forma mecanizada, com adubação de base de 300 Kg L/ha (fórmula 8-28-18), espaçamento entre linhas de 0,17 m com uma densidade de semeadura aproximada de 440 sementes/m, tratadas com triadimenol (40,5 g i.a./100 Kg de sementes) e imidacloprido + tiodicarbe (45,0 g i.a. + 135,0 g i.a./ 100 Kg de sementes), produtos comerciais Baytan® (150 g/L) e Cropstar® (600 g/L), respectivamente. A emergência se deu no dia três de julho de 2014 e estabeleceu-se uma população média de 300 plantas/m<sup>2</sup>.

Com exceção da aplicação de fungicidas para controle químico de doenças, o qual utilizou-se o fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol (70,0 + 60,0 g i.a./ha) com adição de Aureo® na dose de 0,375 L p.c/ha, conforme recomendação dos fabricantes, os demais tratamentos culturais para manutenção do potencial produtivo da cultura foram realizados conforme Informações Técnicas para a Cultura do Trigo.

O acompanhamento do desenvolvimento da cultura foi feito com base em escala fenológica proposta por Feeks e Large (LARGE, 1954). Os dados médios de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento das aplicações foram coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300) e

estão apresentados nas figuras 1, 2 e 3. Os dados de precipitação média, precipitação acumulada, temperatura média do ar e umidade relativa do ar incidentes na área experimental durante todo o ciclo do trigo foram coletados por estação meteorológica na área experimental e estão apresentados na figura 24 em anexo.

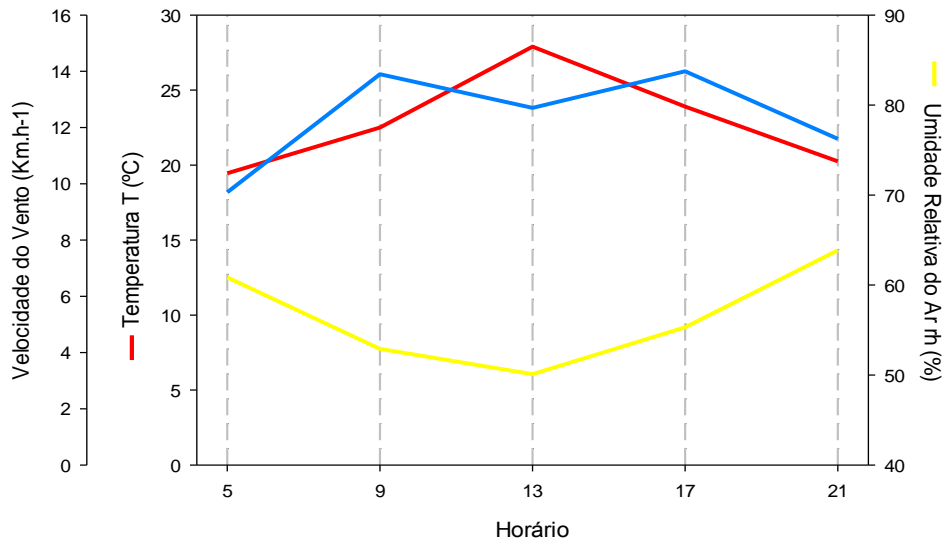


Figura 1 – Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da primeira aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015

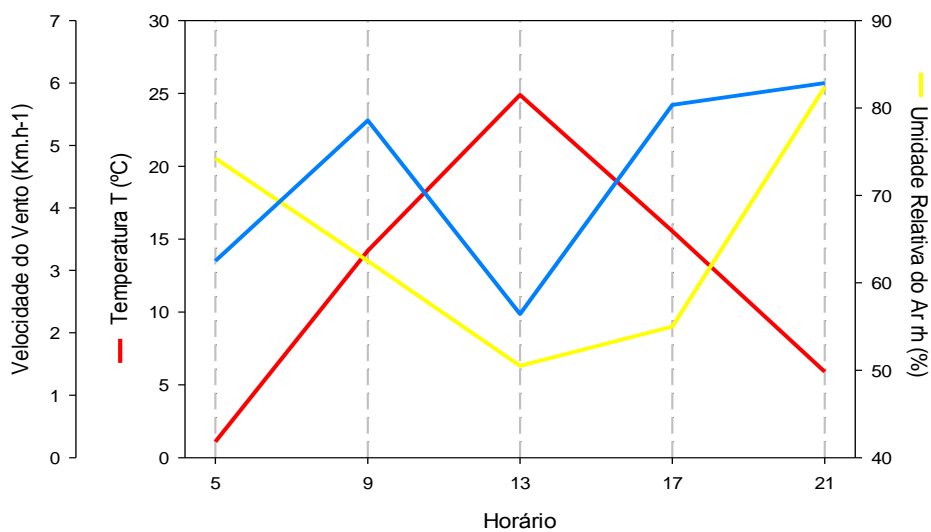


Figura 2 – Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da segunda aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015



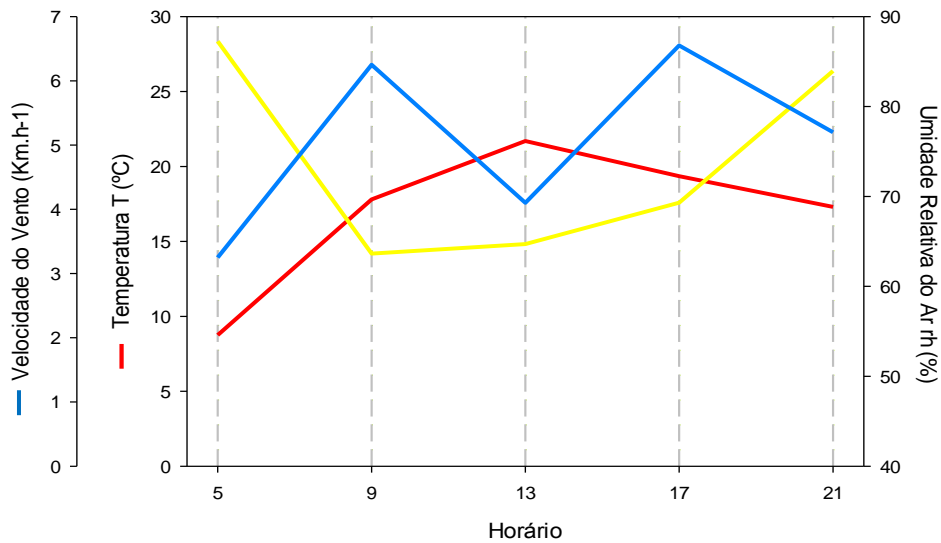


Figura 3 – Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da terceira aplicação. Dados coletados com auxílio do termo higrômetro anemômetro luxímetro digital portátil (Modelo THL-300). Itaara – RS, 2015

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento constitui-se de um trifatorial ( $5 \times 3 \times 2$ ) com parcelas subsubdivididas, sendo o primeiro fator composto por cinco horários de aplicação, os segundo fator três taxas de aplicação e o terceiro fator dois espectros de gotas e uma testemunha sem aplicação para cada horário. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por 3 m de largura e 5 m de comprimento, totalizando  $15 \text{ m}^2$ .

Como primeiro fator foi utilizado os horários de aplicação (5, 9, 13, 17 e 21 horas). Como segundo fator foram utilizados as taxas de aplicação 60, 100 e 140 L/ha de calda, e como terceiro fator utilizou-se os espectros de gotas fino e médio além de uma testemunha sem aplicação para cada horário de aplicação.

Foram realizadas três aplicações dos tratamentos, sendo a primeira no final do perfilhamento, seguida de segunda e terceira aplicações aos 21 e 40 dias após a primeira, no início do emborrachamento e floração plena, respectivamente, pois estes são momentos comumente utilizados para aplicação de fungicidas na cultura do trigo. Para tal, foi utilizado sistema costal pressurizado a  $\text{CO}_2$ , acoplado a barra de 5 bicos espaçados em 0,5 m com peneiras de 100 orifícios (verde) e altura da barra de 0,5 m acima do dossel da cultura.

### 3.3 Avaliações

#### 3.3.1 Densidade, espectro de gotas e horários de aplicação

A avaliação da densidade e do espectro de gotas foi realizada no terço médio na primeira e segunda aplicações devido a baixa estatura das plantas de trigo e nos terços superior e inferior do dossel na terceira aplicação. Para o terço superior, os cartões hidrossensíveis foram posicionados na altura da folha bandeira e no terço inferior 8 cm acima do nível do solo (Figura 4 e 5). Os diferentes espectros e volumes de gotas foram obtidos utilizando-se pontas do tipo XR110015 e TT11001 para obtenção de espectros de gotas do tipo fina e média, respectivamente. Variou-se a pressão (300 kPa para gota fina e 200 kPa para gota média) e a velocidade de caminhamento para atingir as taxas desejadas (60, 100 e 140 L/ha ) durante as aplicações.

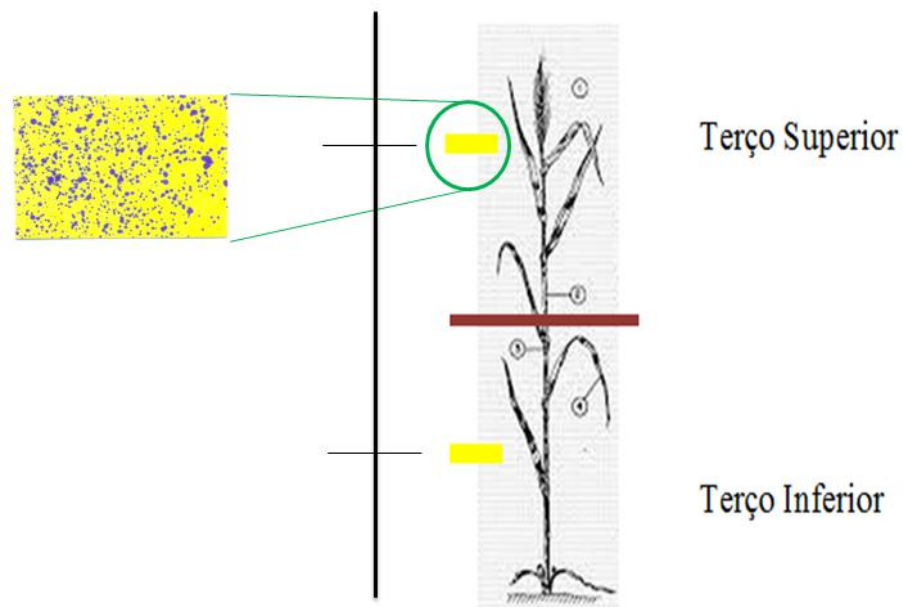


Figura 4 – Divisão das plantas de trigo em dois estratos (terço superior e inferior) em relação à estatura da planta e representação da coleta de cartões nos terços do trigo para a terceira aplicação

Para a amostragem das gotas utilizou-se a metodologia dos cartões hidrossensíveis. Os cartões são sensíveis à água e confeccionados a partir do tratamento de um papel brilhante com uma tintura sensível à água como o azul bromofenol, este cartão é amarelo quando seco, mas em contato com as gotas aquosas produz manchas azuis (MATTEWS, 2000; TURNER & HUNTINGTON, 1970).

A coleta se deu por meio de haste metálica contendo os cartões hidrossensíveis presos em estaturas distintas (Figura 5). Esta foi alocada no interior de cada parcela experimental, perpendicularmente a linha da cultura. Logo após a aplicação de cada tratamento os cartões foram rapidamente coletados e acondicionados em papel adesivo para, posteriormente, serem digitalizados, mediante scanner, em imagens com resolução de 1200 dpi.

Da análise das imagens dos cartões, realizada com software CIR 1.5<sup>®</sup> (INTA, 2002), foram obtidos, diretamente, o diâmetro mediano volumétrico (DMV), área coberta (AC) e número de gotas por cm<sup>2</sup> relativo a cada terço.



Figura 5 – Detalhe da haste sustentando os cartões no terço superior e inferior do dossel para amostragem das gotas na terceira aplicação. Itaara – RS, 2015

### 3.4 Severidade da ferrugem da folha e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)

A ocorrência de *Puccinia triticina* se deu de forma natural em toda a área do experimento. A severidade da ferrugem da folha foi avaliada semanalmente após a primeira aplicação até 28 dias após a última aplicação dos tratamentos fungicidas. Para isso foram atribuídas notas visuais do percentual de área foliar com sintomas da doença em relação a área sadia da folha.

A partir dos valores de severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O método da AACPD permite uma avaliação mais estável, sendo menos afetado pelo tempo de análise e flutuações ambientais. A AACPD pode ser usada como descritor de uma epidemia, quando o objetivo é resumir uma curva de progresso de doença em dados que possam ser analisados e comparados (CAMPBELL; MADDEN, 1990). A AACPD foi calculada a partir da seguinte equação:

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) \times 0,5] \times (T_{i+1} - T_i) \quad (01)$$

Onde:

$Y_i$ : severidade da doença na época de avaliação  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ )

$Y_{i+1}$ : severidade da doença na época de avaliação  $i + 1$

$T_i$ : época da avaliação  $i$ , que geralmente se considera o número de dias após a emergência das plantas

$T_{i+1}$ : época da avaliação  $i + 1$

### 3.5 Leitura do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI

Para a realização das leituras do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizou-se o sensor óptico de culturas Handheld Trimble GreenSeeker®. Este

aparelho utiliza diodos de emissão de radiação para gerar comprimentos de onda vermelho (650 nm) e infravermelha próximo (770 nm). Esta radiação é refletida pela cultura e medida por um fotodiodo localizado na frente do equipamento. A leitura de reflectância, pelo sensor, é calculada por um microprocessador interno, fornecendo o NDVI que é transmitido a um computador portátil, adaptado ao sensor (NTech industries, 2008). O aparelho mostra um valor que representa a média de várias medições, resultante da seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}} \quad (02)$$

Sendo: NDVI o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, NIR é a refletância da banda do infravermelho próximo, e, R é a refletância da banda do vermelho.

Na área útil das parcelas efetuou-se a medição do NDVI, tomando-se por base a linha central de cada parcela, sendo deixada uma borda de 0,5 m em cada extremidade realizando a leitura em quatro metros lineares de cada repetição. As leituras foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a última aplicação dos tratamentos fungicidas. As leituras foram realizadas sempre no mesmo ponto e altura do dossel das plantas (0,6m).

### 3.6 Produtividade do trigo

O rendimento de grãos foi obtido através da colheita mecanizada, colhendo-se as 10 linhas centrais de cada parcela, espaçadas de 0,17 metros, e descartando meio metro das duas extremidades, totalizando 6,8 m<sup>2</sup> de parcela útil colhida. A automotriz de parcela utilizada foi a do modelo Semina 1400. Os grãos obtidos a partir da colheita foram pesados e determinado a umidade em medidor eletrônico. A umidade foi então convertida para 13% e o rendimento final expresso em kg/ha.

A massa de mil grãos foi determinado a partir do peso de cem grãos, obtido através de contador eletrônico e balança Mediza<sup>®</sup>, de três sub-amostras de cada repetição. A massa de mil grãos foi determinada através das médias por repetição, corrigindo-se o valor para a umidade de 13% e multiplicando por 10. O peso hectolitro foi obtido através de uma amostra de grãos limpa de cada repetição a campo e processada em uma balança de peso específico da marca Dallemolle<sup>®</sup>.

### 3.7 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F foram discriminados pelo teste de Tukey para a comparação múltipla de médias com 5% de probabilidade. As análises foram realizadas através do software no SAS (Sistemas de Análise Estatística Institute Inc., 1985).

As variáveis consideradas foram correlacionadas através da construção de uma matriz de correlação simples utilizando-se a aplicação do teste  $t$  aos níveis de 5% de significância através do pacote estatístico Assistat<sup>®</sup> versão 7.5 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros relacionados à deposição e espectro de gotas

#### 4.1.1 Diâmetro mediano volumétrico (DMV)

A análise de variância do parâmetro DMV analisado a partir dos cartões hidrossensíveis coletados na primeira aplicação, não mostrou interação entre nenhum dos fatores analisados, sendo somente significativo ao nível de 5% de significância o efeito principal dos parâmetros (Apêndice A, Tabela 17). Porém, na segunda aplicação houve interação entre os fatores horários de aplicação e taxas de aplicação (Apêndice A, Tabela 18). Semelhante à primeira aplicação, na terceira aplicação observa-se, para o terço superior, que não houve interação entre os fatores, sendo que o fator horário não foi significativo. Já no terço inferior, verifica-se interação entre horários e espectro. O fator taxas de aplicação somente foi significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro na análise de variância (Apêndice A, Tabela 19 e 20).

Conforme as normas ASAE S-572.1 (Anexos, Quadro 1), que determinam as classes de tamanho de gotas, pulverizações de gotas de espectro fino correspondem ao intervalo de 145 e 225  $\mu\text{m}$  e para gotas de espectro médio ao intervalo de 226 a 325  $\mu\text{m}$ . De acordo com o fabricante, as pontas utilizadas no ensaio produzem gotas finas e médias nas regulagens referidas. No entanto, verificou-se a partir da análise dos cartões hidrossensíveis, que o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) apresentado pelas pontas TT11001 e XR110015 se enquadraram nos intervalos de gotas média a grossa, segundo a classificação proposta pelas normas da ASAE S-572.1.

De Bortoli (2011) verificou aumento no espectro da pulverização depositada sobre cartões hidrossensíveis e supôs que o aumento no DMV dos cartões pode estar relacionado com a sobreposição de gotas. Situação semelhante foi verificada por Cezar (2012), que trabalhando na pressão de 150 kPa, a ponta XR 11001 deve produzir gotas finas e ambas as pontas TT 11001 e TT 110015 produzirem gotas médias. Porém, ao analisar o espectro de gotas coletadas, verificou que estas pontas apresentaram espectro médio, para XR 11001, e

grosso para TT 11001 e TT 110015. Da mesma forma, Bretthauer et al. (2008), observou que as pontas XR 11004 e TT 11004 submetidas a pressão de 159 kPa tiveram um aumento considerável de DMV para gotas depositadas sobre cartões kromekote, posicionados junto ao dossel da cultura, quando comparado ao DMV medido 33 cm abaixo do bico, com sistema de análise de gotas a laser produzido pela Oxford Lasers. O autor atribui tal variação a divergência de métodos. Este autor observou ainda, que para o terço superior da soja, o DMV classificava o espectro de gotas sempre uma a classe acima, gota grossa para o espectro médio e gotas extremamente grossas para o espectro grosso e atribuiu a uma possível sobreposição de gotas.

Este estudo demonstrou que os maiores valores de DMV foram observados nas maiores taxas de aplicação, estando de acordo com os resultados obtidos por Dalla Favera (2012), onde o mesmo observou que a maior taxa de aplicação proporcionou o maior DMV. O autor concluiu que este fator poderia estar relacionado à maior sobreposição e coalescência de gotas no cartão.

O diâmetro mediano volumétrico é um parâmetro utilizado para a caracterização do tamanho de gotas nas aplicação de defensivos agrícolas, sendo definido como o diâmetro de gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais (CARVALHO, 1995). No presente trabalho, os resultados referente ao fator espectro de gotas, demonstram que o espectro fino apresentou o menor DMV diferenciando significativamente do espectro médio (Figuras 6, 8 e 9).

Diferenças no DMV foram observadas no terço superior e inferior do dossel na terceira aplicação. Para ambos espectros (Fino e Médio) houve redução do DMV do terço superior para o terço inferior (Figuras 8 e 9) . Estes resultados concordam com os dados obtidos por Debortoli (2011) e Bretthauer et al. (2008), os quais verificaram que havia uma redução no espectro de gotas na cultura da soja para o terço inferior e supuseram que esse fato ocorria devido a sobreposição de gotas para o terço superior da cultura, o qual apresentava maior DMV. Em relação o fator horários de aplicação para o parâmetro DMV, verifica-se na primeira aplicação que o maior DMV ocorreu no horário das 5 horas (Figura 6). No entanto, na interação da segunda aplicação observa-se maior diâmetro mediano volumétrico no horário das 21 horas (Figura 7).



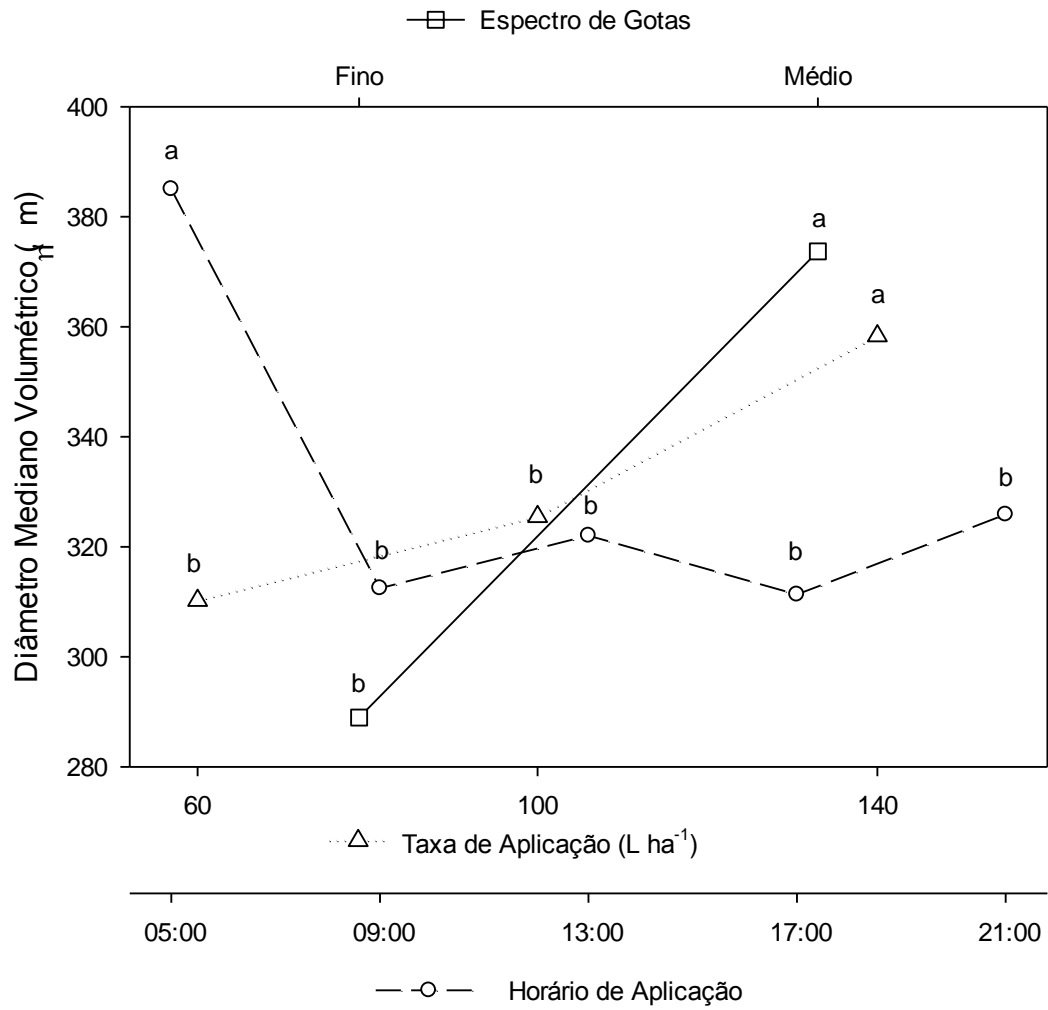


Figura 6 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas durante a primeira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015.

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

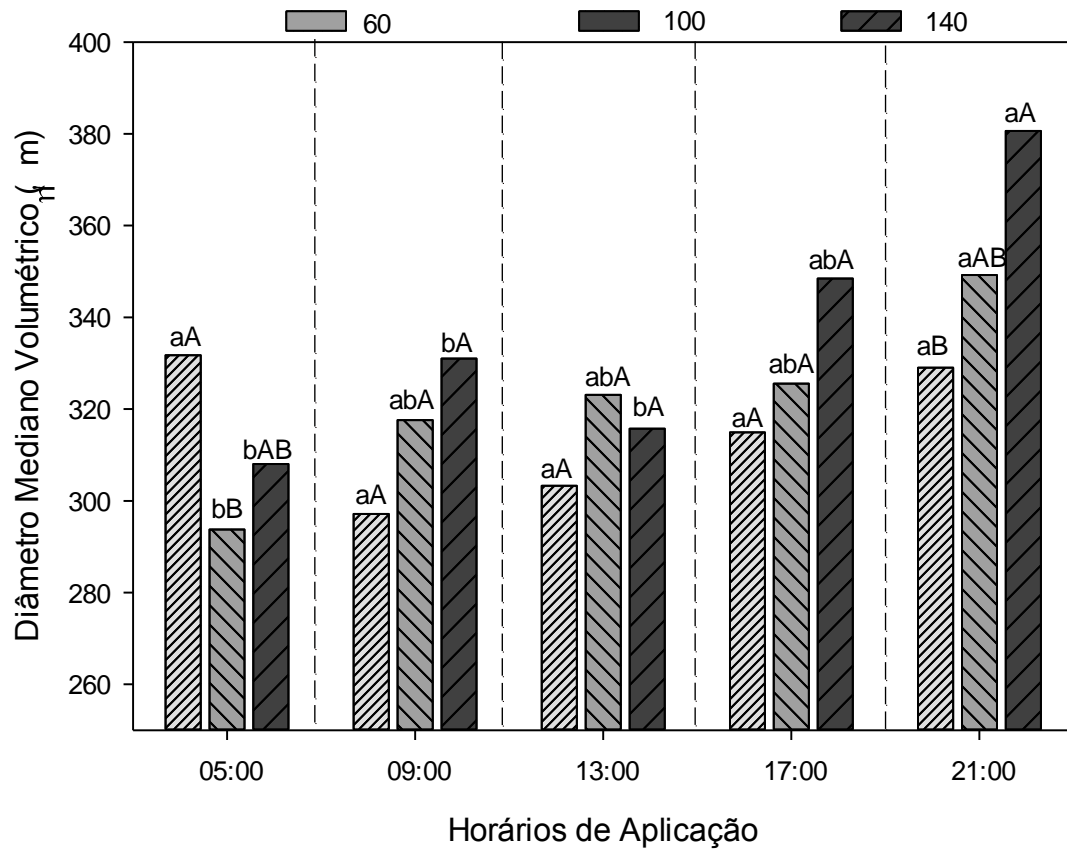


Figura 7 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas durante a segunda aplicação em função dos horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação

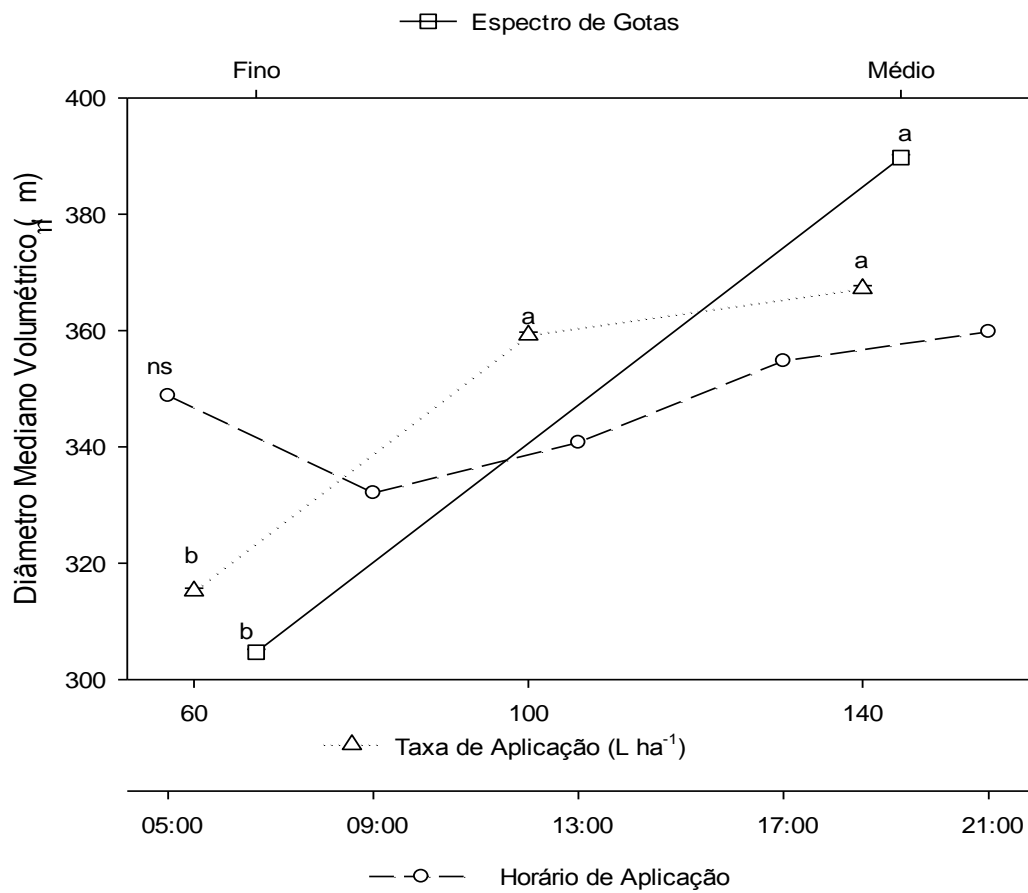


Figura 8 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço superior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

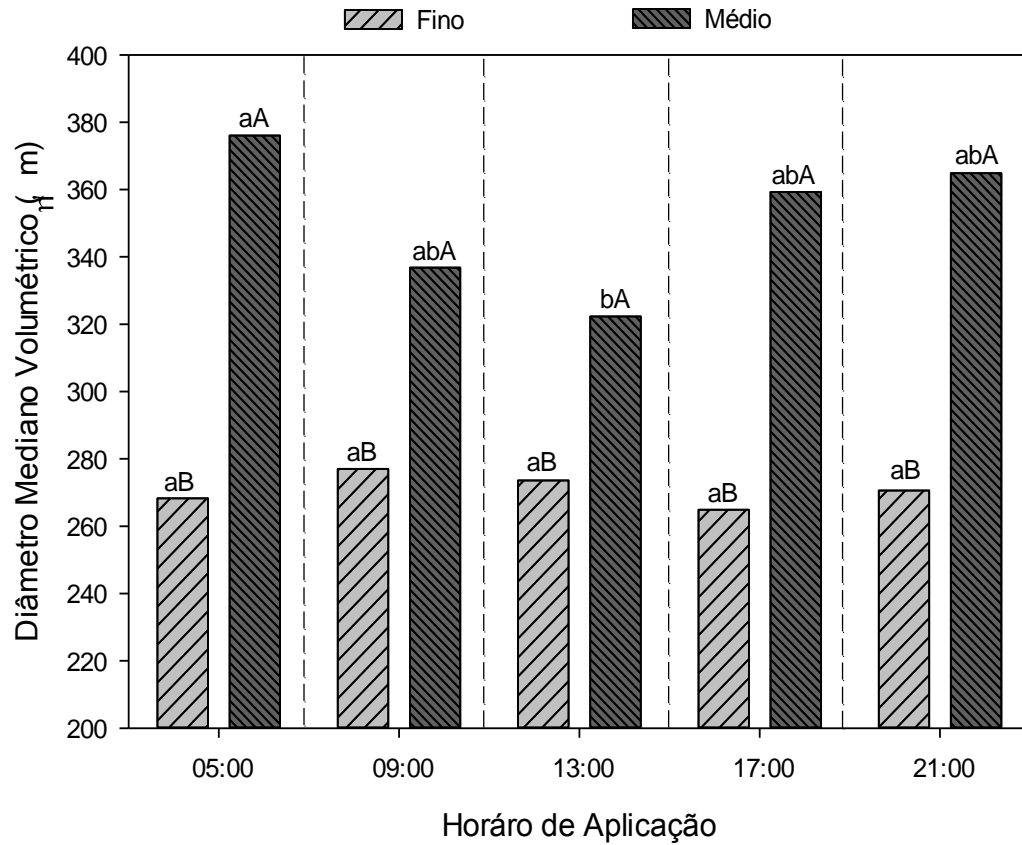


Figura 9 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectros de gotas.

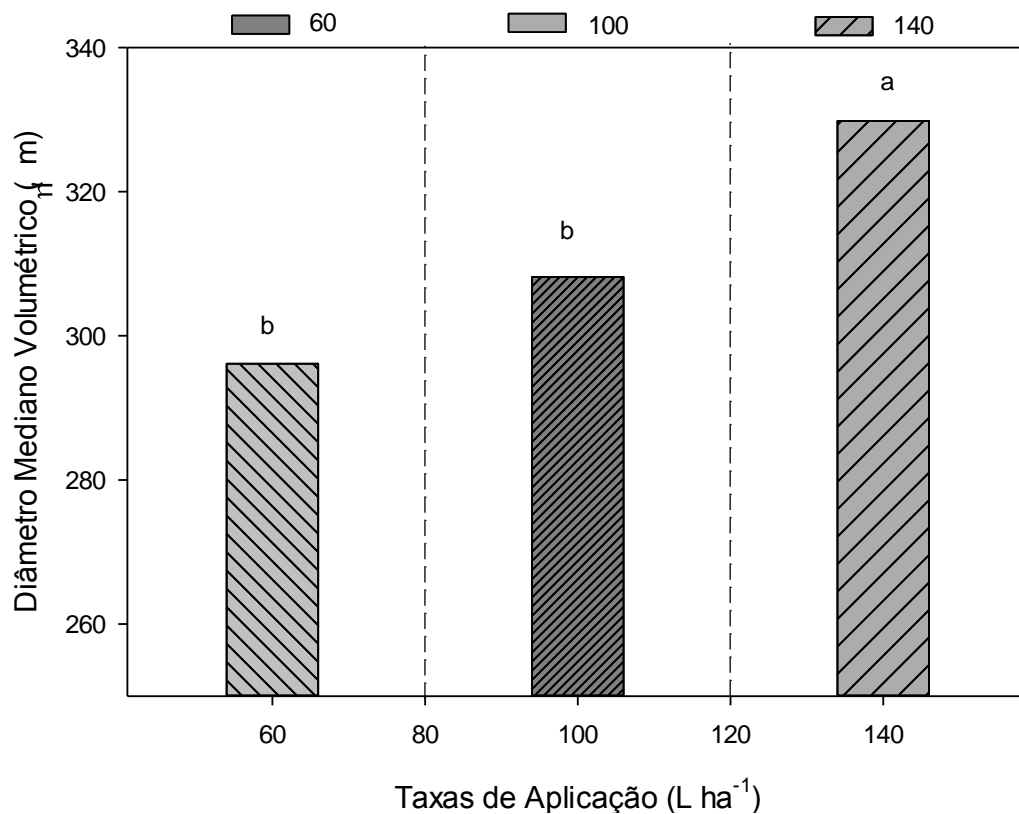


Figura 10 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função da taxa de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.1.2 Área coberta (%)

Na primeira e segunda aplicações a análise de variância para o parâmetro área coberta foi significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para os fatores taxas de aplicação e espectro de gotas. Porém, o fator horário de aplicação, somente foi significativo na primeira aplicação (Apêndice A, Tabelas 21 e 22).

Diferentemente, a terceira aplicação de fungicida mostrou haver interação tripla entre os fatores horário, taxas de aplicação e espectro de gotas no terço superior da cultura para a variável área coberta. Já no terço inferior, somente houve interação entre os fatores horários de aplicação e taxas de aplicação. O fator espectro de gotas foi significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro na análise de variância (Apêndice A, Tabelas 23 e 24).

Analisando as figuras 11 e 12 verifica-se diferenças entre as taxas de aplicação, sendo que a maior taxa (140 L/ha) gerou a maior cobertura, sendo significativamente diferente das demais. Em concordância com esses resultados, estudando a influência de volumes de aplicação em feijoeiro, Cunha et al. (2005), utilizou volumes de 125 e 250 L/ha e constatou que o volume de aplicação de 250 L/ha promoveu maior retenção de calda na folhagem e também maior uniformidade de cobertura das plantas que o volume de 125 L/ha. Esses relatos concordam com os resultados de Viana e Cunha et al. (2006), onde obtiveram incremento da cobertura com aumento da taxa de aplicação.

Derksen & Sanderson (1996) observaram que o uso de altos volumes de aplicação possibilita uma melhora na cobertura e pode proporcionar menores variações de deposição ao longo do dossel. Cross & Berrie (1993) avaliaram, em túnel de vento, a influência do volume de aplicação (50, 100 e 200 L/ha) na deposição da calda pulverizada e também encontraram maior cobertura do alvo empregando os maiores volumes de aplicação. Wolf (2000), obteve maior deposição de gotas a partir da aplicação aérea de volumes de pulverização de 9 e 29 L/ha, encontrando maior cobertura com o maior volume de aplicação.

Em relação à análise de cobertura do dossel no terço superior das plantas de trigo, se observa que as maiores taxas utilizadas (100 – 140 L/ha) também proporcionaram, em geral, a maior cobertura (Tabela 1). Dentro desta ótica, Teixeira, Delgado e Figueiredo (1998) observaram um aumento significativo de cobertura quando a taxa de aplicação avançou de 100 para 200 L/ha, quando estudaram o efeito da taxa de aplicação utilizando bico leque sobre a cobertura de alvos planos. Resultados similares foram encontrados por Boschini (2006) avaliando a cobertura proporcionada por diferentes pontas de pulverização e volumes de aplicação (100, 200 e 300 L/ha) nos diferentes terços da planta de soja. Demonstrou que o volume de calda que apresentou maiores deposições, nos diferentes estratos foi o de 300 L ha<sup>-1</sup>. Em situação análoga, porém testando diferentes volumes de calda e inseticidas no controle de *Piezodorus guildinii* na cultura da soja, Heleno Maziero et al. (2009), concluíram que o controle de *P. guildinii*, independentemente do inseticida utilizado, torna-se mais eficiente em função do aumento do volume de calda.

Resultados encontrados por Scudeleret et al. (2004), testando dois tipos de pontas de pulverização (jato cônico vazio JA-4 e jato plano com indução de ar AVI 11004) e dois volumes de aplicação, 400 e 600 L/ha, na cultura da batata demonstraram que no interior do dossel das plantas a maior penetração foi obtida com o maior volume (600 L/ha) e gotas menores (ponta JA-4). Corroborando, Cunha, Reis e Santos (2006), relatam que a maior distribuição de calda no alvo foi proporcionada pelo maior volume de aplicação. Cunha et al.

(2006), em um estudo de aplicação de fungicida para o controle de ferrugem asiática, no qual avaliaram a uniformidade por meio da deposição entre as faces das folhas superiores e inferiores das plantas, obtiveram maior uniformidade com os maiores volumes de calda aplicados. Essas observações suportam os resultados encontrados no presente estudo, em que essa tendência manteve-se no terço inferior, com as maiores taxas proporcionando maior cobertura (Figura 13).

Embora exista a tendência de redução do volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (MATUO, 1990; SILVA, 1999), no presente trabalho, as maiores taxas de aplicação mostraram ser mais eficientes na deposição da calda sobre o alvo, apresentando uma maior área coberta em relação aos menores volumes.

Para o fator espectro de gotas, observa-se que o espectro fino resultou a melhor cobertura do alvo, quando comparado ao espectro de gota média em todas as aplicações realizadas. Esse resultado é suportado ao verificarmos as análises referentes ao DMV do presente trabalho que demonstraram que o espectro de gotas fino apresentou o menor DMV e está de acordo com observações feitas em diversos estudos envolvendo tecnologia de aplicação, os quais constataram que quanto menor o DMV, maior será a área coberta das superfícies-alvo (BOLLER, 2007; COSTA, 2009; LENZ, 2010).

De acordo com Klein e Golus (2004) as gotas finas são mais eficientes em proporcionar boa cobertura quando comparadas as gotas grossas para um mesmo volume de aplicação. Segundo Courshee (1967) a cobertura poderá ser melhorada com a diminuição do diâmetro das gotas, aumento do fator de espalhamento e recuperação dessas gotas pelo alvo, pois o tamanho de gotas é um dos parâmetros que influencia na cobertura. No mesmo contexto, Gabriel e Baio (2013) relatam que o tamanho das gotas influencia na capacidade da pulverização cobrir o alvo e penetrar no dossel da cultura, pois gotas menores proporcionam melhor cobertura bem como propiciam maior capacidade de penetração.

Outro detalhe importante relativo ao espectro e que merece destaque, é em relação ao efeito da cobertura (%) para o terço inferior, o qual evidencia que a aplicação realizada utilizando o espectro fino promoveu maior área coberta (%) em relação ao espectro médio, diferenciando-se estatisticamente (Figura 14). Cunha et al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas na cultura da soja, constataram maior cobertura da parte inferior do dossel quando se empregaram pontas com tamanho de gota menor. Segundo Antuniassi et al. (2004), a maior parte do volume aplicado fica retida nas folhas da parte superior das plantas de soja, entretanto, concluíram que são as gotas finas e muito finas que propiciam maior cobertura na parte mediana e inferior das plantas de soja. No desempenho de

herbicidas, existe um aumento da eficácia biológica com a diminuição do tamanho da gota (KNOCHE, 1994).

Matuo et al. (2005), relata que gotas menores são captadas pelo alvo com maior facilidade e por isso proporcionam melhores resultados e que gotas grossas são menos afetadas pelo vento, mas apresentam baixa cobertura, requerendo, portanto, volumes mais altos. Corroborando, Schröder (2003), relata que gotas menores são mais eficientemente captadas pelo alvo proporcionando melhores resultados. Smith et al. (2000), também mostram as vantagens associadas ao uso de gotas de menor diâmetro com relação à cobertura do alvo pela aplicação de pesticidas. Segundo Halley et al. (2008), utilizando marcador para medir a cobertura, afirmam que as gotas finas apresentam maior deposição em comparação as gotas grossas.

A utilização de gotas finas pode propiciar melhores coberturas e deposições, porém, dependendo de efeitos climáticos e orientação da ponta de pulverização, devem ser utilizadas gotas mais grossas (MATTHEWS, 1992; ABI SAAB, 1996). Segundo Cunha e Teixeira (2000) e Viana et al. (2008), gotas muito pequenas estão mais sujeitas aos fatores climáticos, podendo ser desviadas e/ou seu volume ser evaporado ao longo de seu deslocamento até o alvo, não atingindo muito vezes o objetivo. Reiterando, Cunha et al. (2007) e Azevedo (2011), relatam que gotas finas oferecem melhor cobertura e uniformidade de distribuição no alvo, porém, esta classe de gotas está sujeita à evaporação ou ao carregamento por correntes de ar. No entanto, a utilização do espectro fino apresentou melhores resultados de cobertura neste estudo, provavelmente, este resultado foi devido às condições climáticas (Temperatura, Umidade e Velocidade do vento) favoráveis que ocorreram durante a realização das aplicações, as quais não interferiram na qualidade e eficácia da aplicação (Figuras 1, 2 e 3). Raetano (1996) afirma que o sucesso no tratamento fitossanitário não depende somente do volume aplicado, mas também da forma como a calda é distribuída sobre a superfície das plantas (cobertura).

A comparação entre os horários de aplicação utilizados, demonstra que as diferenças entre ambos não são tão evidentes para o parâmetro cobertura. Observa-se que na primeira aplicação que os horários noturnos apresentaram maior área coberta, no entanto, na segunda aplicação o fator horário não foi significativo. Percebe-se novamente na terceira aplicação que houve uma tendência de maior área coberta para os horários noturnos (5:00 e 21:00 horas) e para o horário da manhã (9:00 horas). Isso pode estar relacionada às condições climáticas que ocorreram no momento das aplicações, sendo que a maior umidade foi diagnosticada nestes períodos (Figuras 1, 2 e 3).



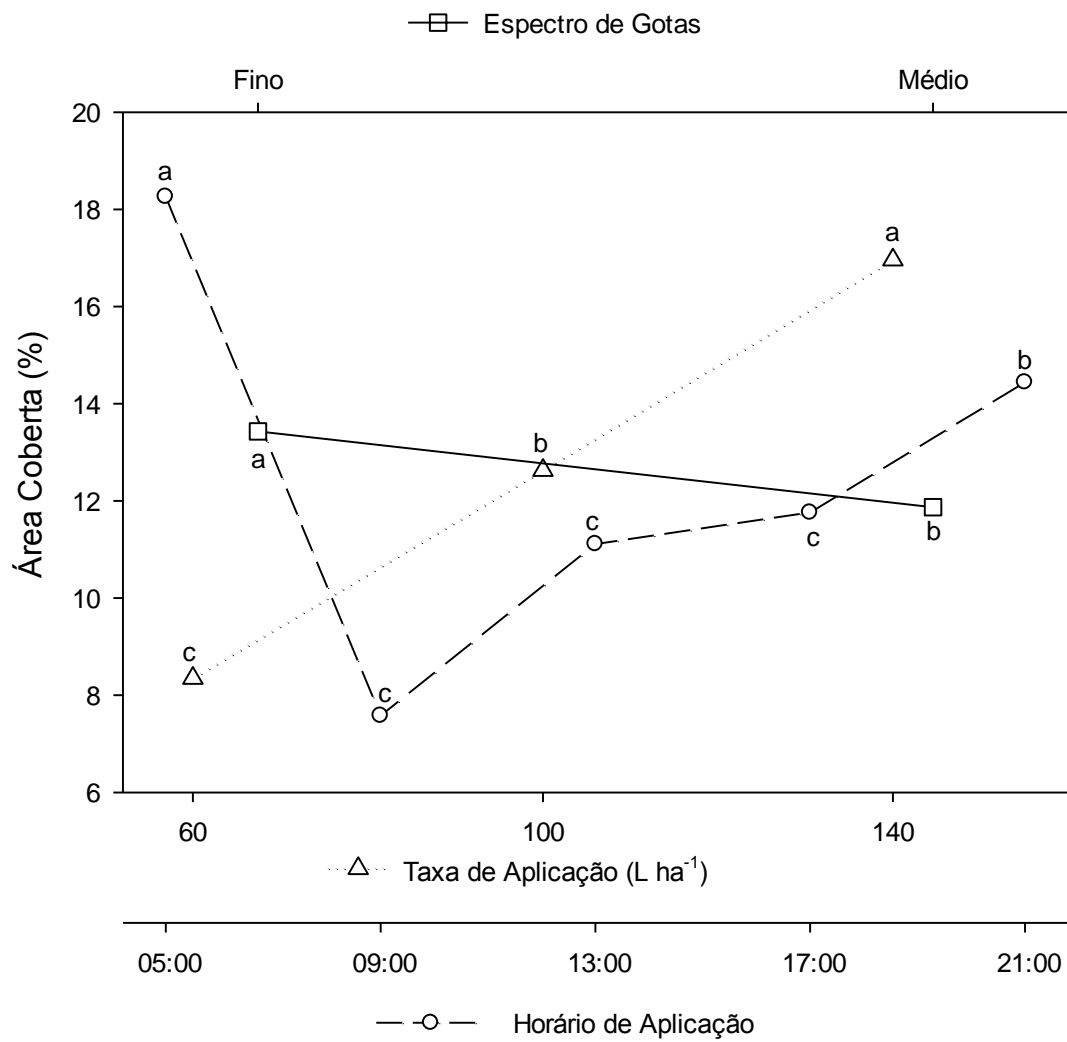


Figura 11 – Área coberta (%) de gotas coletadas durante a primeira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

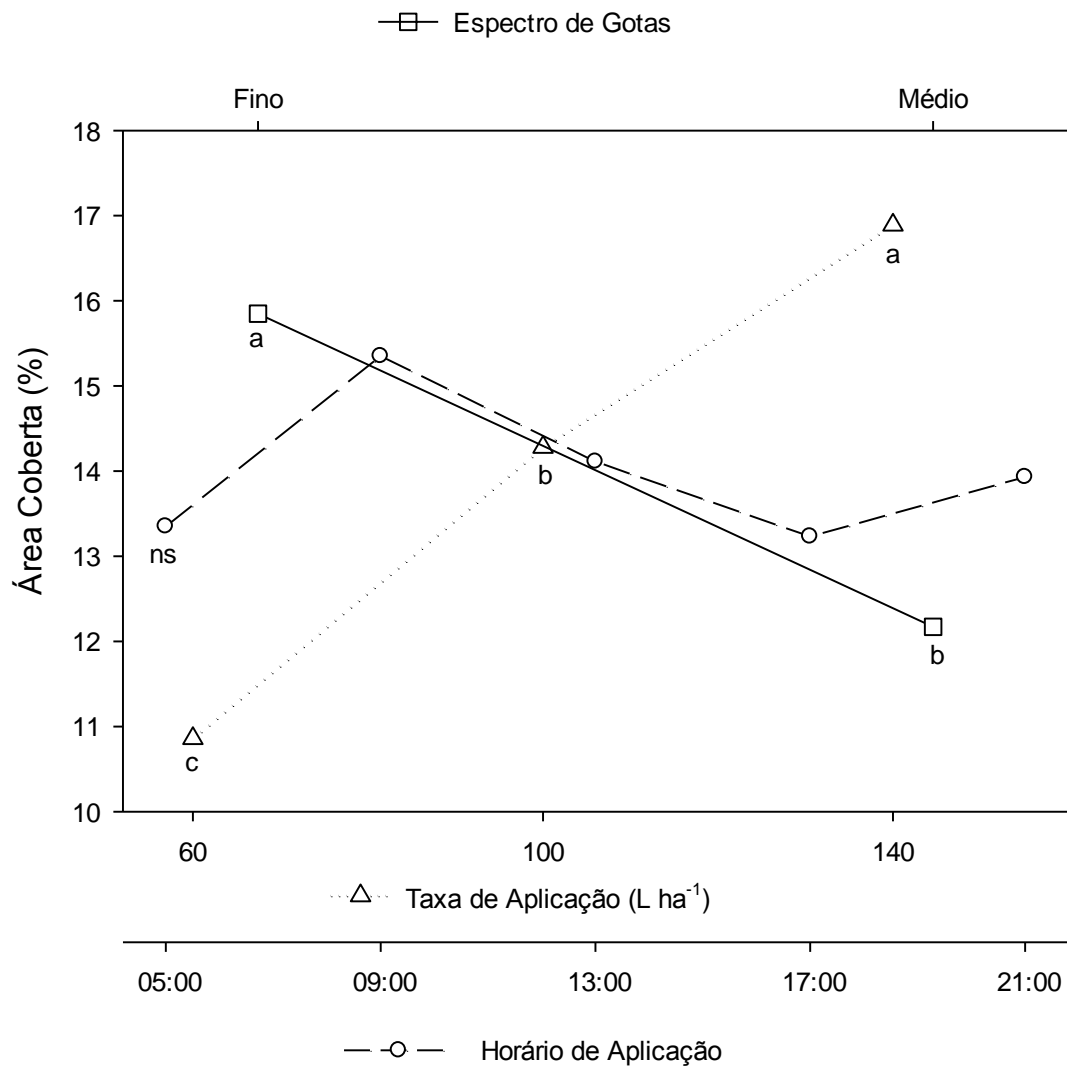


Figura 12 – Área coberta (%) de gotas coletadas durante a segunda aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1 – Área coberta (%) de gotas coletadas no terço superior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaraá – RS, 2015

HORÁRIOS	TAXAS (L/ha)	ESPECTRO DE GOTAS			
		FINO		MÉDIO	
05:00	60	13,50	a <sup>1</sup> B <sup>2</sup> α <sup>3</sup>	7,25	bBβ
	100	17,18	aABAα	16,55	aAα
	140	20,73	aAα	18,75	aAα
09:00	60	16,25	aAα	7,20	bBβ
	100	18,95	aAα	14,90	aAα
	140	19,75	aAα	18,25	aAα
13:00	60	14,35	aBα	14,30	aBα
	100	20,08	aAα	16,08	aABα
	140	21,70	aAα	19,95	aAα
17:00	60	15,55	aABα	7,08	bBβ
	100	14,70	aBα	16,28	aAα
	140	19,90	aAα	11,05	bBβ
21:00	60	15,35	aBα	11,93	bABα
	100	17,18	aABα	19,53	aAα
	140	21,05	aAα	19,83	aAα

<sup>1,2</sup>Letras minúsculas e maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente; <sup>3</sup>Letras gregas iguais na linha não diferem estatisticamente. Letras minúsculas na coluna (comparação entre horários de aplicação); letras maiúsculas na coluna (comparação entre taxas de aplicação); letras gregas na linha (comparação entre espectros de gotas). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

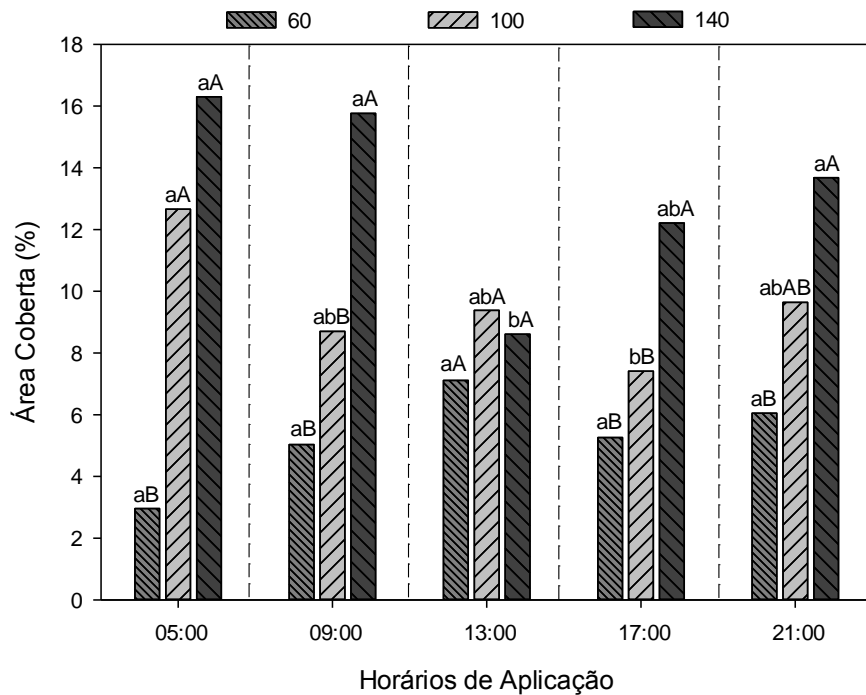


Figura 13 – Área coberta (%) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

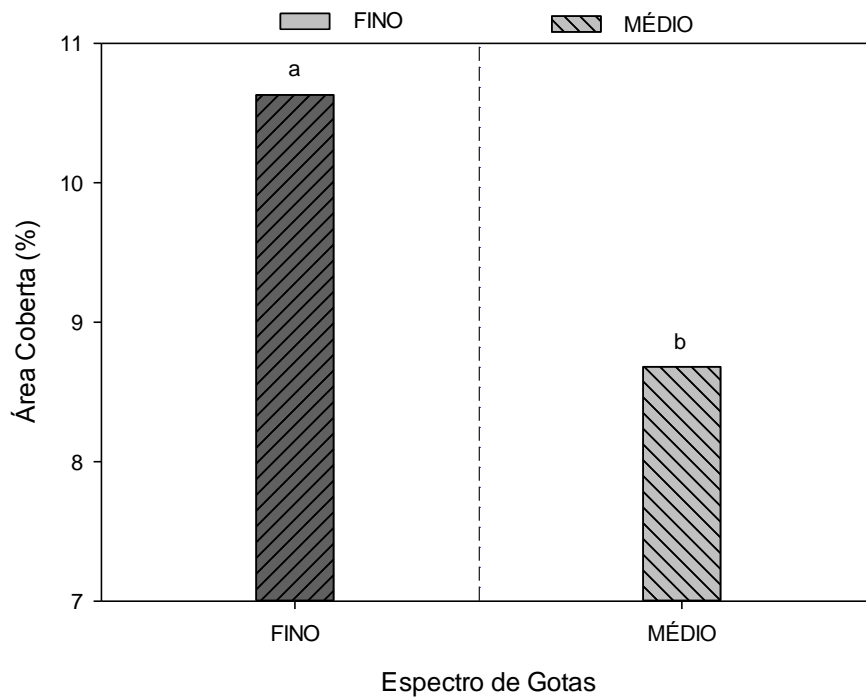


Figura 14 – Área coberta (%) de gotas coletadas no terço inferior do dossel da cultura durante a terceira aplicação em função do espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.1.3 Densidade de gotas

A análise de variância demonstrou a ocorrência de duas interações duplas na primeira aplicação. A primeira ocorreu entre os fatores horários e taxas de aplicação e a segunda entre os fatores horários de aplicação e espectro de gotas (Apêndice A, Tabela 25). Para a segunda aplicação também verificou-se a ocorrência de duas interações duplas, sendo a primeira entre os fatores horários e espectro de gotas e a segunda entre taxas de aplicação de aplicação e espectro de gotas (Apêndice A, Tabela 26).

Na terceira aplicação, a análise de variância demonstrou a ocorrência de interação tripla significativa entre os fatores horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas para a variável densidade de gotas ( $\text{gotas}/\text{cm}^2$ ) no terço superior do dossel das plantas de trigo (Apêndice A, Tabela 27). Já no terço inferior, houve interação entre os fatores horários de aplicação e taxas de aplicação e entre os fatores taxas de aplicação e espectro de gotas (Apêndice A, Tabela 28).

Quando comparamos os dois espectros de gotas utilizados neste estudo, as diferenças de densidade de gotas ficam mais evidentes, ou seja, o número de  $\text{gotas}/\text{cm}^2$  foi significativamente reduzido nas aplicações onde utilizou-se o espectro médio em relação ao espectro fino. Da mesma forma que ocorreu na primeira e segunda aplicações (Figuras 16 e 17), na terceira aplicação, tanto para o terço superior como para o inferior, observa-se que existe um aumento significatino no número de impactos sempre que é utilizado o espectro de gotas fino (Tabela 3, Figura 19 ). Esse resultado foi reportado por diversos autores que demonstraram que quanto menor o DMV, maior será a área coberta da superfície-alvo, expressa pelo número de  $\text{gotas}/\text{cm}^2$  (BOLLER, 2007; COSTA, 2009; LENZ, 2010). Marshall et al. (2000) e Vajs et al. (2007), ambos comparando desempenho de pontas de jato plano standard (espectro fino a médio) e jato plano com indução de ar (espectro médio a grosso) verificaram que os maiores depósitos sobre a folha bandeira foram obtidos em pulverizações de gotas mais finas (DMV entre 170 e 215  $\mu\text{m}$ ) e os menores com gotas mais grossas (DMV entre 320 e 380  $\mu\text{m}$ ). Ozkan et al. (2006), verificaram menor deposição de gotas nos terços mediano e inferior do dossel, pelas pontas que produziram gotas grossas.

A menor densidade de gotas observada nas plantas de trigo está diretamente relacionada com o decréscimo da taxa de aplicação. Observa-se em todas as aplicações que ocorreu, em geral, um declínio no número de gotas da maior para a menor taxa de aplicação. De acordo com Vigano e Raetano (2007), ao analisarem o efeito da assistência de ar na barra

de aplicação e três taxas de aplicação na dessecação e deposição na calda na cultura do arroz, constataram que os maiores depósitos formam obtidos para os volumes de 200 e 300 L/ha em relação ao volume aplicado de 100 L/ha. Corroborando César (2012), testando diferentes taxas de aplicação e pontas, relatou que a ponta XR 11001 originou as maiores deposições de gotas mediante emprego das maiores taxas de aplicação, principalmente nas folhas localizadas na parte superior do dossel. De maneira semelhante, Cunha et al. (2010), observou a cobertura nos diferentes terços da planta de milho e concluiu que no terço superior ocorreu a maior cobertura. Da mesma forma, Cunha e Pereira (2009) realizando aplicação de fungicidas na cultura do milho, evidenciaram que o aumento do volume de calda proporcionou maior deposição de gotas em quase todos os tratamentos.

Fato importante verifica-se na terceira aplicação para o terço inferior, onde a maior taxa utilizada (140 L/ha) aliada ao espectro fino, apresentou maior densidade de gotas (Figura 19). Esse resultado é suportado por observações feitas por Dalla Favera (2012), o qual testou três taxas de aplicação (70, 100 e 140 L/ha) e verificou que em média, para o terço inferior do dossel, o aumento de aplicação de 70 para 100 L/ha proporcionou incremento significativo na densidade de gotas. Considerando que a densidade de gotas ideal para obtenção de uma cobertura adequada é de 50 a 70 gotas por  $\text{cm}^2$  (MAROCHI, 1996), observa-se na figura 21 que apenas as maiores taxas (100 e 140 L/ha) ultrapassaram o mínimo de 50 gotas por  $\text{cm}^2$  em todos os horários de aplicação.

Por tanto, a qualidade da cobertura nesse estrato da planta é de grande importância devido a dificuldade de penetração nas partes mais baixas do dossel. Estudos indicam que nas aplicações realizadas atualmente a quantidade de princípio ativo que atinge o alvo é muito menor do que a aplicada (CHAIM et al., 1999). Neste sentido, o transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel é condição básica para o controle eficaz de pragas e doenças e, à medida em que o ciclo da cultura avança, atingir as camadas inferiores do dossel se torna um desafio cada vez maior (TORMEN et al., 2012). Desta forma, a penetração de gotas no dossel da cultura é aspecto fundamental sobremaneira para doenças que iniciam a patogênese nas folhas baixas.

Em virtude do que foi mencionado e de acordo com os resultados apresentados, nota-se que o aumento da densidade de gotas é dependente do espectro e taxa de aplicação utilizados. Nesse contexto quando utiliza-se espectro de gotas fino e volumes maiores, nota-se uma elevação considerável da densidade de gotas no dossel da cultura do trigo.

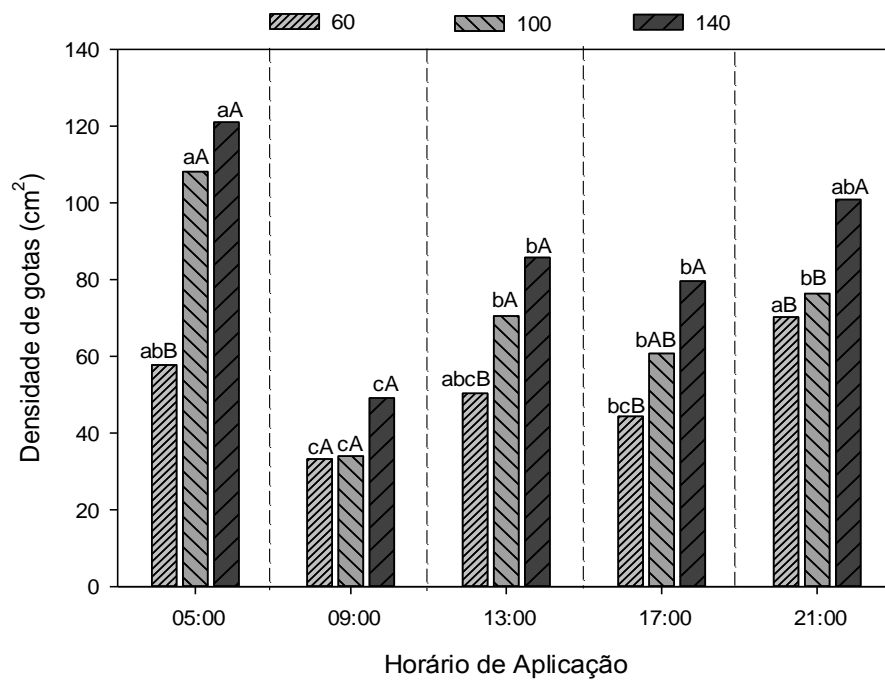


Figura 15 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas durante a primeira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

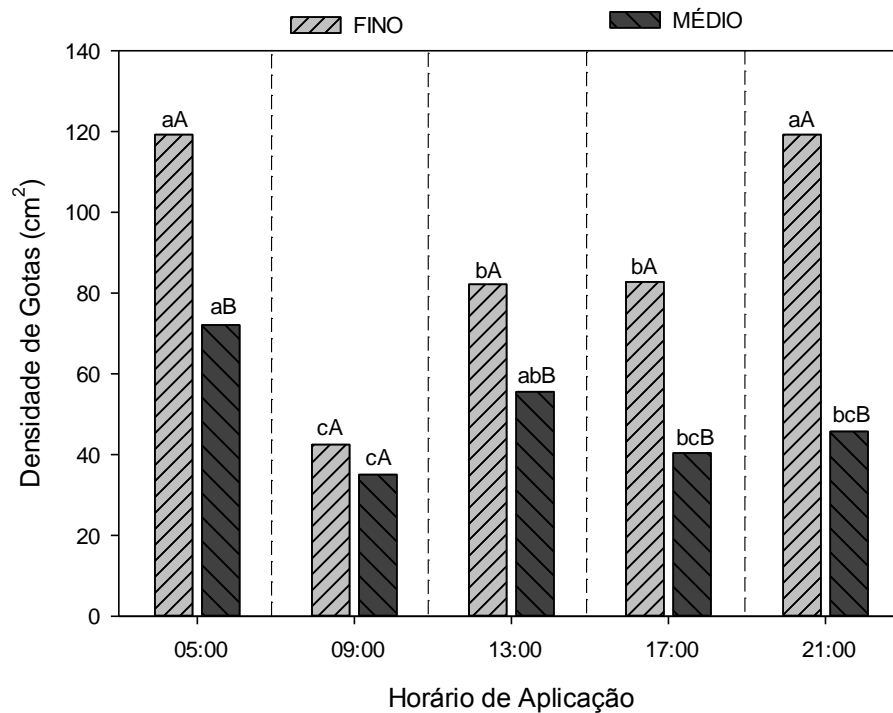


Figura 16 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas durante a primeira aplicação em função de horários e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectros de gotas.

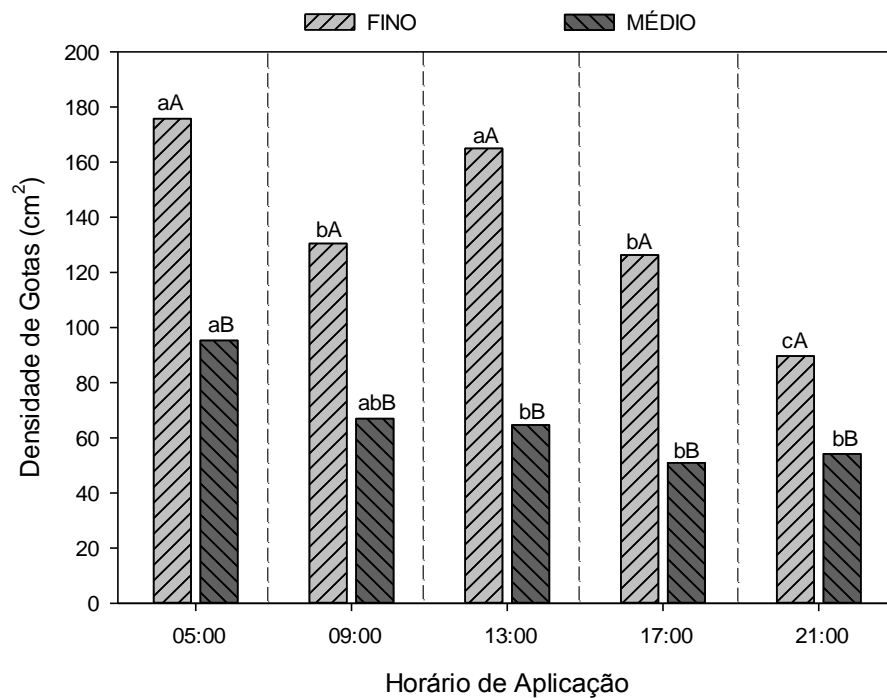


Figura 17 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas durante a segunda aplicação em função de horários e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectros de gotas.

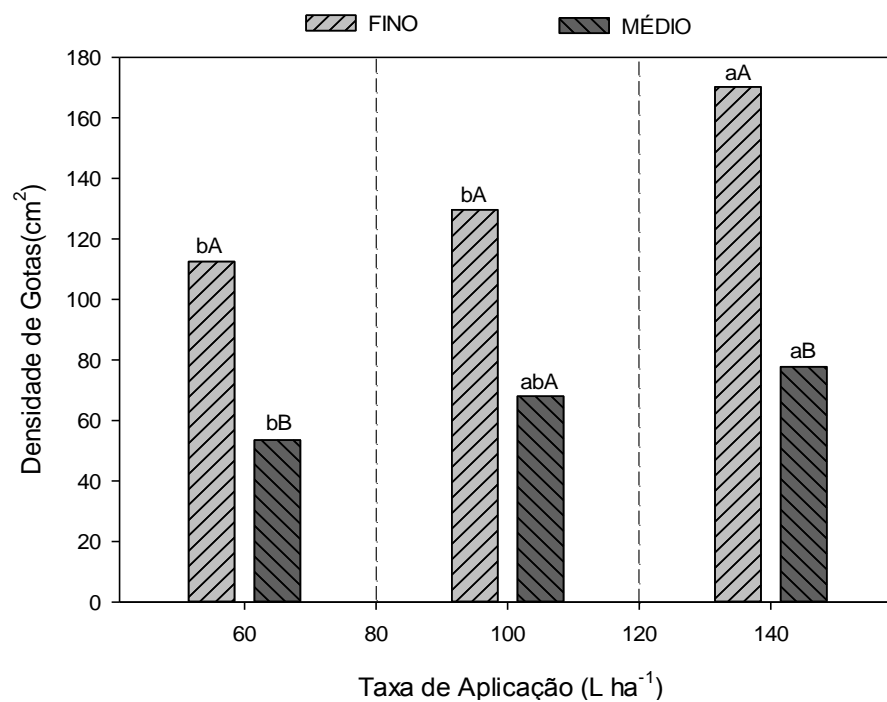


Figura 18 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas durante a segunda aplicação em função das taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectros de gotas.



Tabela 2 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas no terço superior da cultura durante a terceira aplicação em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

HORÁRIOS	TAXAS (L/ha)	ESPECTRO DE GOTAS			
		FINO		MÉDIO	
05:00	60	151,75	ab <sup>1</sup> A <sup>2</sup> α <sup>3</sup>	53,50	aBβ
	100	156,25	aAα	102,75	aAβ
	140	138,75	aAα	88,25	abcABβ
09:00	60	176,50	aAα	50,25	aAβ
	100	107,75	aBα	75,00	aAα
	140	151,75	aAα	71,50	bcAβ
13:00	60	137,25	abBα	63,00	aBβ
	100	154,50	aABα	70,50	aBβ
	140	180,00	aAα	129,50	aAβ
17:00	60	108,50	bBα	48,00	aAβ
	100	149,00	aABα	68,00	aAβ
	140	160,25	aAα	63,25	cAβ
21:00	60	125,50	bBα	63,00	aBβ
	100	147,50	aABα	88,75	aABβ
	140	181,50	aAα	120,00	aAβ

<sup>1,2</sup>Letras minúsculas e maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente; <sup>3</sup>Letras gregas iguais na linha não diferem estatisticamente. Letras minúsculas na coluna (comparação entre horários de aplicação); letras maiúsculas na coluna (comparação entre taxas de aplicação); letras gregas na linha (comparação entre espectros de gotas). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

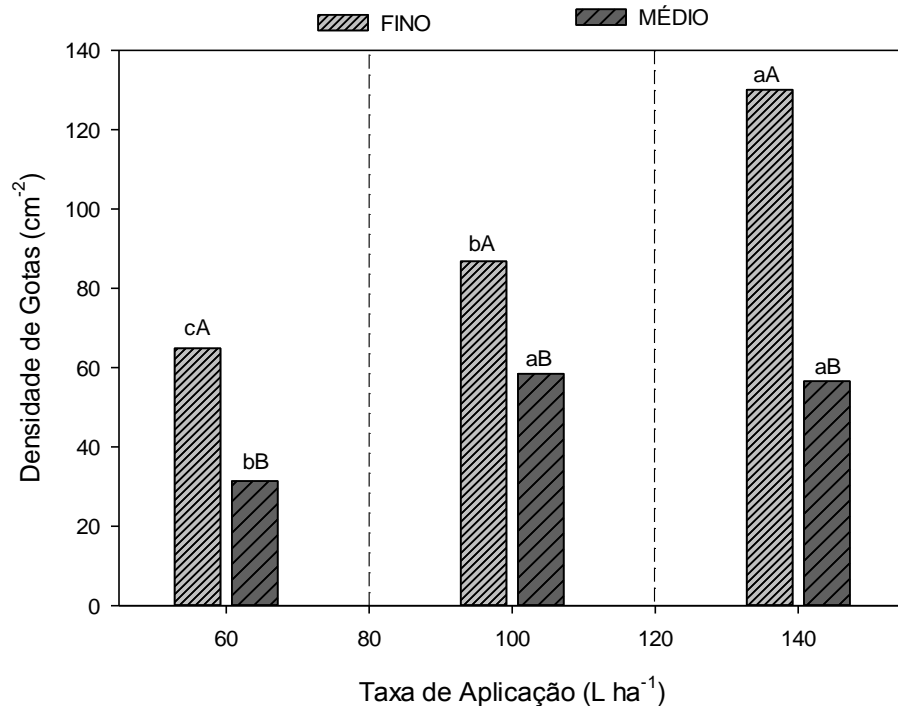


Figura 19 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas no terço inferior da cultura durante a terceira aplicação em função das taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre taxas de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

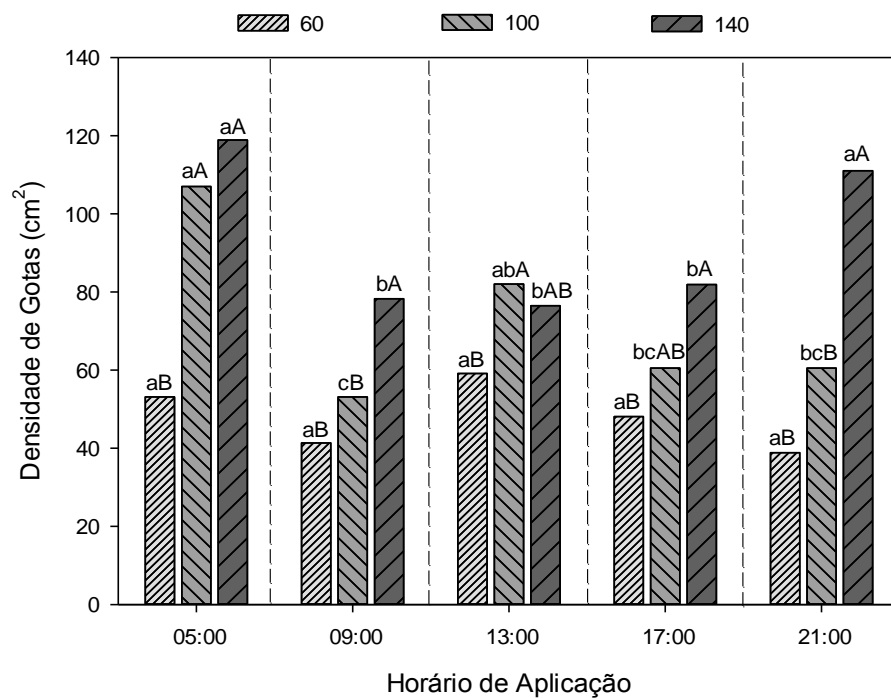
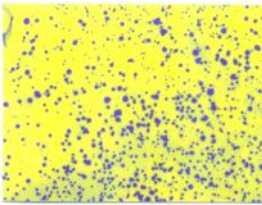
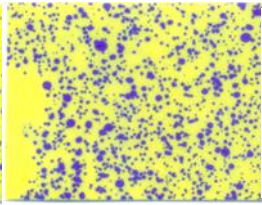
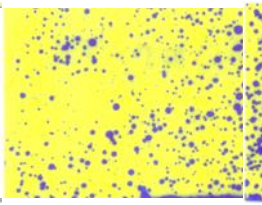
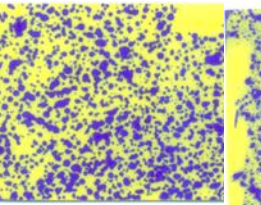
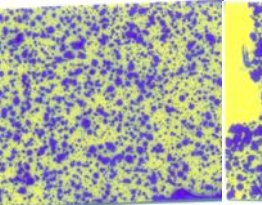
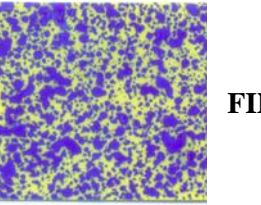
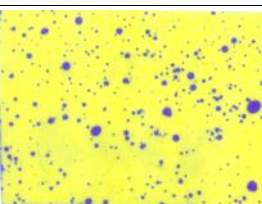
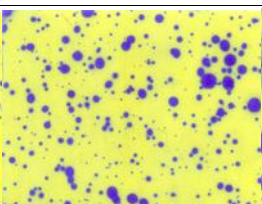
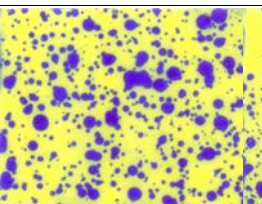
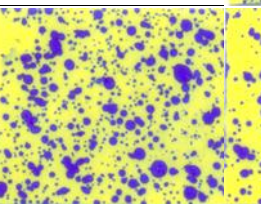
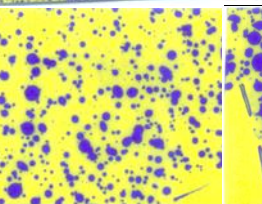
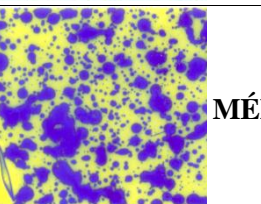
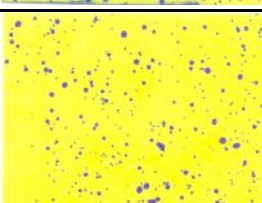
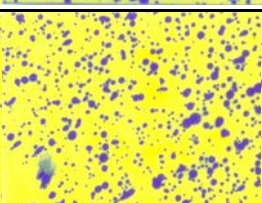
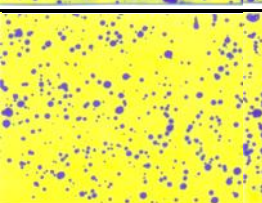
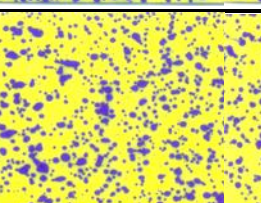
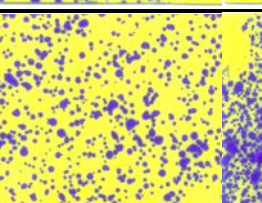
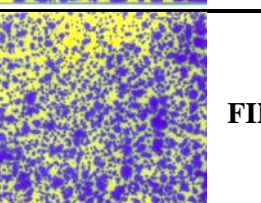
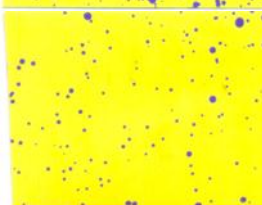
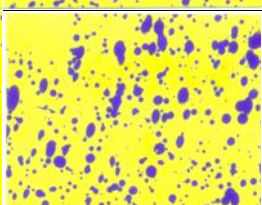
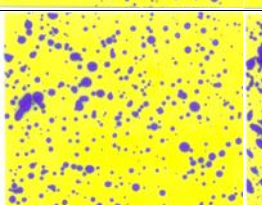
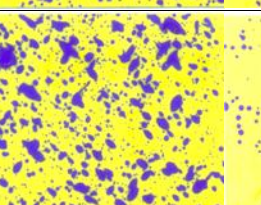
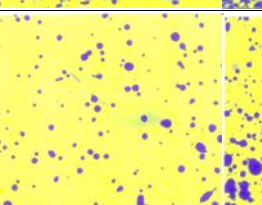
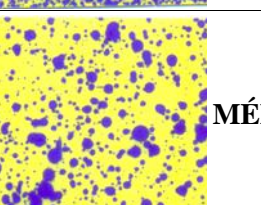
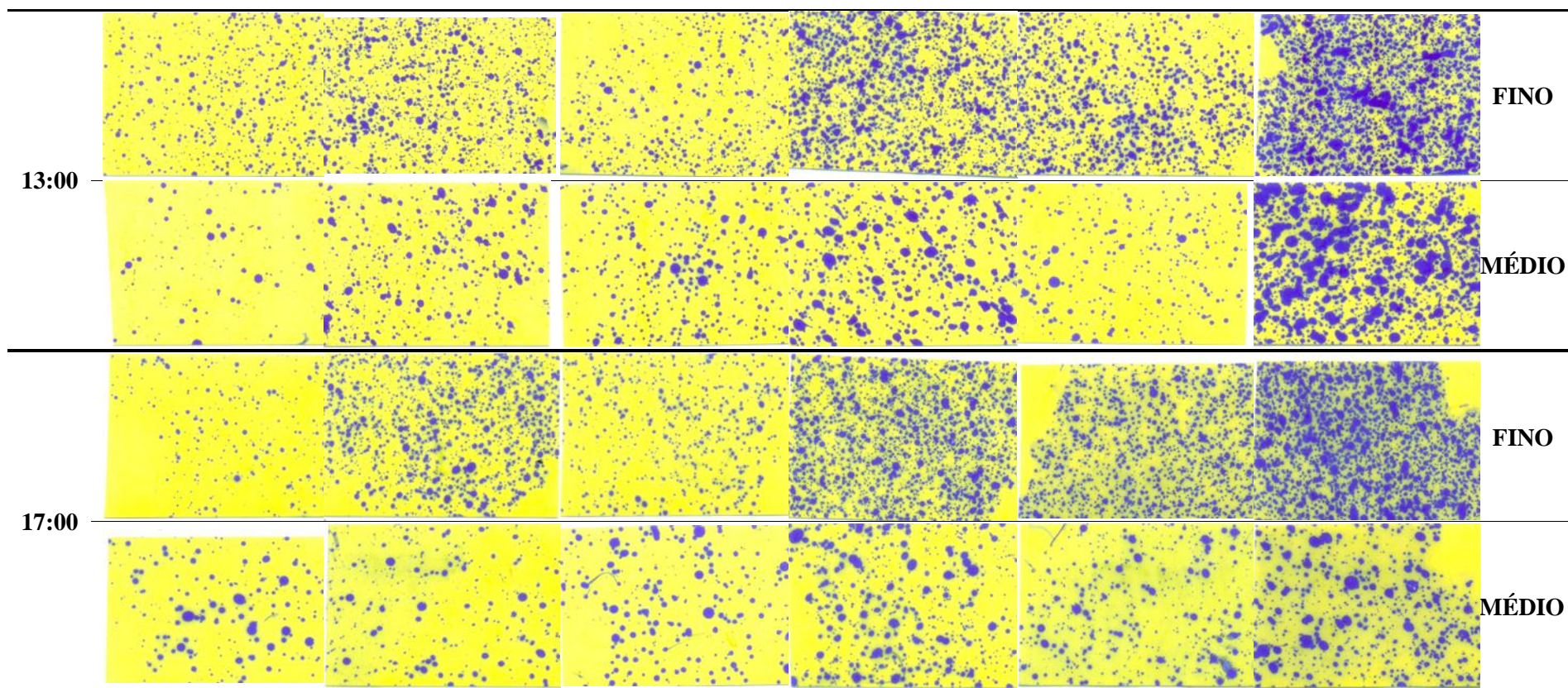


Figura 20 – Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) coletadas no terço inferior da cultura durante a terceira aplicação em função de horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

HORÁRIO	TAXA DE APLICAÇÃO L/ha						ESPECTRO
	60		100		140		
	POSIÇÃO DO CARTÃO NA PLANTA						
	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	
5:00							FINO
							MÉDIO
9:00							FINO
							MÉDIO



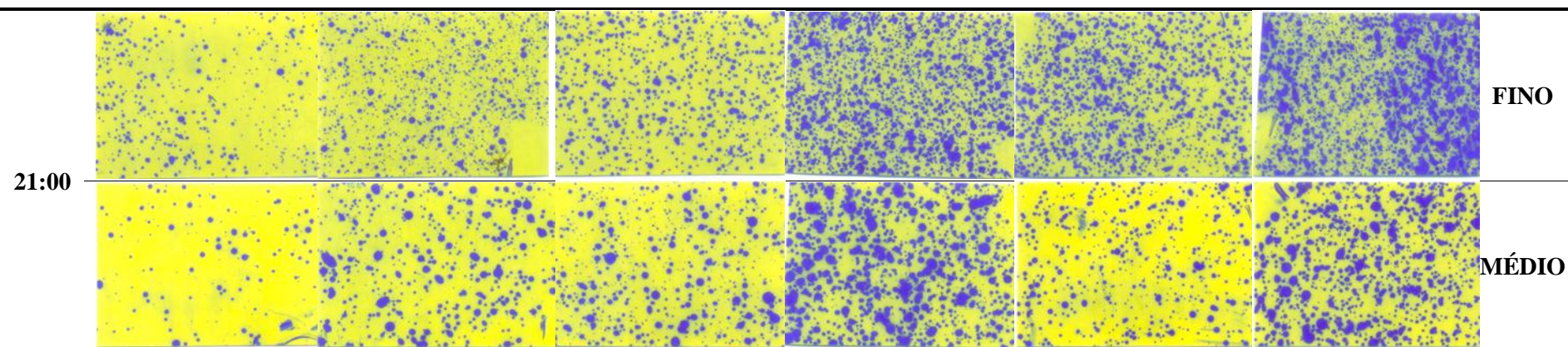


Figura 21 – Cobertura obtida em cartões hidrossensíveis, na parte superior e inferior do dossel da cultura do trigo, com os respectivos horários (5, 9, 13, 17 e 21 horas), taxas (60, 100 e 140 L/ha) e espectros de gotas (Fino e Médio).

## 4.2 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

A análise de variância demonstrou a ocorrência de interação tripla entre os fatores horários, taxas de aplicação e espectro de gotas ao nível de 5% de significância para área abaixo da curva de progresso da doença (Apêndice A, Tabela 16).

Foram observadas diferenças significativas no controle da ferrugem do trigo entre os diferentes espectros de gotas. Verifica-se, sem exceção, que o espectro de gotas finas proporcionou melhor eficácia de controle da doença expresso na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Isso pode ser observado em todos os horários e taxas de aplicação (Tabela 3).

O maior controle da ferrugem do trigo proporcionado pelo espectro de gotas fino, pode ser justificado pelas análises anteriormente descritas, ou seja, observou-se que para os fatores área coberta e densidade de gotas, que o espectro de gotas fino apresentou maior cobertura e densidade de gotas em todas as aplicações. Esse resultado é suportado por observações feitas por Matuo (1990), relatando que gotas menores são mais facilmente interceptadas pelo alvo, e assim, podem proporcionar melhor cobertura do alvo e conseqüentemente melhores resultados no controle. Tal constatação demonstra a importância do espectro de gotas no controle da ferrugem do trigo. Segundo Antuniassi & Baio (2008), o sucesso na eficácia de controle da ferrugem, está relacionada à maior penetração e cobertura de gotas no dossel da planta, mesmo para fungicidas de ação sistêmica, devendo assim, ser utilizado gotas finas ou muito finas.

Analisando o fator taxas de aplicação, observa-se que o aumento da taxa acarretou melhoria nos níveis de controle de doenças, sendo observado que a aplicação com a maior taxa (140 L/ha) expressou os menores valores de AACPD. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2015), onde descrevem que o aumento das taxas de aplicação associadas ao aumento da dose de fungicida tendem a reduzir os níveis de severidade tanto da ferrugem da folha como da mancha amarela do trigo.

Estudando os efeitos de doses e taxas de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) e ferrugem da aveia (*Puccinia coronata f. sp. avenae*), Forcelini et al. (2008) e Oliveira et al. (2007), citam que os melhores níveis de controle foram observados com a utilização de maiores taxas de aplicação, independentemente da dose de fungicida empregada. Observaram também que maiores doses de fungicida são necessárias quando da utilização de menores taxas de aplicação para o

mesmo nível de controle. Em experimento realizado por Sauer (1999), utilizando volumes de calda de 50, 100, 200 e 300 L/ha, verificou que o aumento do volume de calda resultou em controle mais eficiente no controle de doenças foliares em trigo.

Utilizando três taxas de aplicação (70, 100 e 130 L/ha), Dalla Favera (2012), observou um melhor controle da ferrugem asiática da soja com a utilização de 130 L/ha comparado com 70 L/ha. Oliveira et al. (2004), observou que utilizando 200 L/ha o controle da ferrugem da folha da aveia foi superior aos tratamentos com aplicação de 100 L/ha. Corroborando, Boller (2007), verificou que as aplicações dos fungicidas com volume de 200 L/ha e metade das doses recomendadas apresentaram eficácia de controle da ferrugem da folha da aveia (*Puccinia coronata f. sp. avenae*) semelhante às aplicações com 100 L/ha e as doses recomendadas dos fungicidas, indicando que o aumento do volume de calda pode contribuir para melhor controle dessa doença ou, até mesmo, para possível redução nas doses dos fungicidas.

As aplicações realizadas nos diferentes horários do dia apresentaram diferenças significativas entre si para a variável AACPD. O melhor desempenho através dos menores valores de AACPD ocorreu no horário das 09 e 13 horas diferenciando significativamente dos demais horários, seguidas das aplicações às 17, 05 e 21 horas.

Inicialmente, considerando o horário de aplicação das 13 horas, observa-se que as condições climáticas (Figuras 1, 2 e 3) foram adequadas para a realização das aplicações e eficácia do fungicida, pois a temperatura e umidade relativa do ar encontravam-se dentro das faixas de trabalho consideradas ideais. Resultados similares foram encontrados por Caus & Boller (2008), os quais trabalharam com aplicações de fungicida (Azoxistrobina + Ciproconazol) no período das 06 horas da manhã até as 21 horas da noite. Observaram que o orvalho abundante presente somente no primeiro horário do dia interferiu negativamente na eficiência do fungicida em controlar a ferrugem da soja, enquanto que as variações das demais condições ambientais não interferiram no controle da doença.

Fortalecendo os resultados encontrados, Derksen et al. (2006), Zhu et al. (2008) e Boller et al. (2011), observaram o movimento das folhas da soja e verificaram que em dias com a máxima temperatura do ar até 34 °C e a mínima umidade relativa do ar entre 45 e 50 %, as pulverizações de fungicidas foram mais eficientes no meio do dia do que no início e no final do dia, atribuindo os resultados à orientação das folhas em direção ao sol. Estes resultados evidenciam que a aplicação pode ser realizada no meio do dia, desde que as condições climáticas não extrapolem as faixas toleradas para pulverização.

No entanto, outros trabalhos demonstram que esse período do dia pode ser considerado crítico para a realização da aplicação de fungicidas, devido a baixa umidade do ar e a alta temperatura. Realizando um trabalho na Universidade de Passo Fundo, Boller et al. (2003), demonstrou que a pulverização do fungicida difenoconazol realizada às 14:00 horas (temperatura do ar de 28°C e umidade relativa do ar de 49%) apresenta menor eficiência de controle de oídio da soja, enquanto que as aplicações realizadas nos horários das 8:00 e das 18:00 horas apresentaram melhor controle da doença. De acordo com Bonini (2003), as aplicações de fungicidas realizadas nas primeiras horas da manhã são mais eficientes do que aquelas realizadas no final da tarde e que ambas apresentam maior controle de doenças do que aquelas realizadas nas horas mais quentes do dia.

No horário das 21 horas observa-se os maiores valores de AACPD diferenciando-se estatisticamente dos demais horários. No entanto, a temperatura e umidade relativa do ar (Figuras 1, 2 e 3) também eram favoráveis, porém, após a aplicação dos tratamentos, as plantas ficaram um longo período (em torno de 09 horas) sem a presença de radiação solar e com decréscimo significativo da temperatura até a manhã do dia seguinte, os quais, provavelmente foram os fatores que levaram a maior AACPD.

Para Antuniassi (2005) existem limitações técnicas nas aplicações realizadas à noite relativas aos próprios defencivos em relação a eficiência e a velocidade de absorção. A temperatura moderadamente quente é importante para estimular a penetração foliar através do aumento da taxa de processos fisiológicos, tais como a fotossíntese e translocação dentro da planta (CURRIER E DYBING, 1959).

Norris; Bukovac (1969) demonstraram que a temperatura influencia a taxa de penetração de moléculas através da cutícula por alteração no seu estado físico, tal como a viscosidade das suas moléculas graxas, além do efeito sobre o metabolismo celular que também estaria inter-relacionado com a absorção. Para Baur et al. (1997), os efeitos da temperatura são geralmente expressados como a energia de ativação de difusão. As energias de ativação de difusão são interpretadas como a energia necessária para produzir volumes livres num polímero suficientemente grande para acomodar a molécula por difusão. Conseqüentemente, a energia de ativação aumenta com um aumento do tamanho da molécula e um aumento na temperatura aumenta as taxas de penetração. Trabalhos mostraram que o aumento da absorção em períodos prolongados de temperaturas mais altas aumentaram a absorção em várias espécies (COOK; BOYNTON, 1952). Estudos realizados por Zhang; Brown (1999) em pistache, revelaram que a absorção de zinco após a aplicação variou de 9%



a 14% quando a temperatura aumentou de 8 °C para 31 °C, ao longo de 24 horas. Nessa mesma faixa de temperatura, a absorção de Zn em noqueira aumentou de 4% a 6%.

Pesquisas evidenciaram que a absorção foliar de íons pode ser diretamente influenciada pela luz, como resultado de mudanças físicas e químicas na cutícula e também do envolvimento direto da luz na disponibilidade de energia e metabólitos para a absorção e assimilação de nutrientes aplicados via foliar (ABADIA, 1992; ALVAREZ-FERNANDEZ et al., 2004; HUNDT; PODLESACK, 1990; JACOBY, 1975; MUHLING; LÄUCHLI, 2000; NOBEL, 1969; NOBEL, 1970; RAINS, 1968; RAVEN, 1971; SWADER et al., 1975). Experimentos em macieira e feijoeiro detectaram relações positivas entre a intensidade de luz e a capacidade de absorção de ureia, Rb e PO<sub>4</sub> (JYUNG et al., 1965; SHIM et al., 1972).

Vários estudos comprovaram o aumento de taxas de absorção na superfície das plantas, onde havia a presença de estômatos, especialmente quando as condições eram favoráveis à abertura dos poros dos estômatos (EICHERT; BURKHARDT, (2001), FERNANDEZ; EICHERT (2009). Segundo Currier e Dyring (1959) e Jyung e Wittwer (1964), a luz é conhecida por estimular a abertura estomática e vários processos fisiológicos da planta, tais como a fotossíntese ou fluxo do xilema, que pode aumentar a taxa de absorção foliar. As células-guarda podem responder diretamente aos estímulos ambientais, como a luz azul (OUTLAW, 2003), facilitando assim o envolvimento dos estômatos no processo de penetração foliar. A luz é o sinal ambiental dominante que controla os movimentos estomáticos nas folhas de plantas bem hidratadas, que crescem em ambientes naturais. Os estômatos abrem no momento em que os níveis de luz que chegam à superfície da folha aumentam e fecham quando eles decrescem (TAIZ & ZEIGER, 2004). Victoria Filho (1985) e Silva et al. (1997), citam que a radiação solar pode favorecer a penetração e translocação dos herbicidas devido à fotossíntese e abertura dos estômatos.

Considerando a evolução da doença expressa pela AACPD, observa-se que o maior desempenho entre os horários de aplicação ocorreu no horário das 09 horas, uma vez que os tratamentos apresentaram eficácia de controle acima de 70% para o espectro fino e 66% para o espectro de gotas médio (Tabela 3) . Por tanto, de acordo com os resultados apresentados, nota-se que a área abaixo do progresso da doença (AACPD) é dependente da distribuição adequada do fungicida no alvo, ou seja, depende da boa cobertura do alvo pela aplicação. Além disso, observou-se que maiores taxas de aplicação promoveram uma redução considerável da AACPD. Por fim, a penetração de gotas no dossel de uma cultura é fator fundamental para o controle químico de doenças (RAETANO, 2007).

Tabela 3 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função de taxas de horário, taxas de aplicação e espectros de gotas taxas. Itaraá – RS, 2015

HORÁRIOS	TAXAS (L/ha)	ESPECTRO					
		FINO	Efic. (%) <sup>4</sup>	MÉDIO	Efic. (%)		
05:00	60	478,63	a <sup>1</sup> B <sup>2</sup> β <sup>3</sup>	56,9	565,24	bAα	49,1
	100	372,71	bBβ	66,4	438,5	bBα	60,5
	140	317,53	bCβ	71,4	360,38	bCα	67,6
09:00	60	436,45	cAβ	60,7	490,47	cAα	55,8
	100	311,11	cBβ	72,0	347,64	dBα	68,7
	140	237,19	cdCβ	78,6	294,21	cCα	73,5
13:00	60	467,49	bcAβ	57,9	503,61	cAα	54,7
	100	353,98	bBβ	68,1	395,4	aBα	64,4
	140	233,95	dCβ	78,9	278,65	cCα	74,9
17:00	60	484	bAβ	56,4	572,06	bAα	48,5
	100	372,95	bBβ	66,4	426,42	bcBα	61,6
	140	273,77	cCβ	75,4	344,73	bCα	69,0
21:00	60	615,75	aAβ	44,6	790,84	aAα	28,8
	100	620,24	aAβ	44,2	680,08	aBα	38,8
	140	530,16	aBβ	52,3	613,37	aCα	44,8

<sup>1,2</sup>Letras minúsculas e maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente; <sup>3</sup>Letras gregas iguais na linha não diferem estatisticamente. Letras minúsculas na coluna (comparação entre horários de aplicação); letras maiúsculas na coluna (comparação entre taxas de aplicação); letras gregas na linha (comparação entre espectros de gotas). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>4</sup>Eficácia entre os tratamentos testados utilizando a média da AACPD das testemunhas (Anexo A, Tabela 7).

#### 4.3 Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

A análise de variância demonstrou a ocorrência de interações duplas na primeira, segunda e terceira leituras do NDVI (Apêndice A, Tabela 30, 31 e 32). Na terceira leitura, o fator horário de aplicação não mostrou interação entre nenhum dos fatores analisados, sendo somente significativo ao nível de 5% de significância o efeito principal dos parâmetros (Apêndice A, Tabela 32). Para a quarta leitura não ocorreu interação entre os fatores analisados (Apêndice A, Tabela 33).

A leitura do NDVI dependente das propriedades espectrais da vegetação que podem ser influenciadas por fatores como doenças. De acordo com Dalla Pria & Silva (2010) é possível aplicar técnicas de sensoriamento remoto na avaliação de doenças, utilizando-se a

reflectância da radiação solar em certos comprimentos de onda, estimada por sensores especiais.

As diferenças de reflectância obtidas nesse estudo através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram significativamente superiores nos tratamentos onde se utilizou o espectro de gota fino em relação ao espectro médio diferenciando estatisticamente (Tabelas 4, 5, 7, 8 e 9). Observa-se também que as maiores taxas de aplicação, em geral, apresentaram aumento do NDVI (Tabelas 4, 6, 7, 8 e 9). Desse modo, conforme os resultados apresentados na tabela 3, referente à área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), em que o espectro de gota fino aliado ao aumento da taxa de aplicação, apresentaram aumento no controle da ferrugem da folha do trigo com a diminuição da AACPD, afirma-se que a infecção dos tecidos das plantas de trigo causadas por *P. triticina* influenciaram na resposta espectral, pois os tratamentos que apresentaram maior controle da ferrugem promoveram a manutenção do tecido foliar, proporcionando maior radiação refletida pelo dossel expressa em maior Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). A comparação entre os horários de aplicação demonstrou que as diferenças não são tão evidentes para o parâmetro NDVI (Tabelas 5, 6, 8 e 9).

Diversos estudos tem mostrado a possibilidade do emprego de medidas de refletância como método para avaliar a eficácia de tratamentos fungicidas (AQUINO et al., 1992; NUTTER JR.; LITTREL, 1996; CANTERI, 1998; CANTERI et al., 1999; KOGA, 2007) pois existem diferenças entre as respostas espectrais de uma folha sadia e de uma folha doente (SILVA et al., 2000; GRÖLL et al., 2008). Além disso, dos elementos que formam a planta e, conseqüentemente, um dado dossel vegetal, a folha é o principal constituinte do sistema, pois é basicamente nela onde ocorrem as interações da energia solar com a planta (PONZONI, 2001).

Hikishima et al. (2010), analisando a ferrugem asiática da soja observou redução na reflectância característica da área foliar sadia, sendo que as parcelas infectadas apresentaram menores valores do Índice de Diferença Normalizada da Vegetação (NDVI). Corroborando, Raikes e Burpee (1998), utilizando radiômetro de múltiplo espectro conseguiram quantificar Rhizoctoniose e stresses em soja, através do uso de medidas de refletância. Outros trabalhos utilizando radiometria resultaram na quantificação de alternaria em tomate (RAIKES; BURPEE, 1998); ferrugem e antracnose em amendoim (NUTTER JR., 1989; CANTERI et al., 1999), manchas foliares em gramíneas (NUTTER JR. et al., 1993), brusone em arroz e manchas foliares em milho e sorgo (WU, 1989; NILSSON, 1991; RAIKES; BURPEE, 1998).

Koga et al. (2007) observou que a presença de ferrugem nas plantas afeta a área fotossinteticamente ativa, reduzindo o valor médio de NDVI.

Os maiores índices de NDVI foram observados na primeira leitura, a qual foi realizada 7 dias após a última aplicação fungicida, em pleno espigamento do trigo. Nas leituras posteriores, os valores do NDVI decresceram, provavelmente devido o avanço do ciclo da cultura, aliado ao aumento da taxa de progresso da doença favorecida pela gradativa diminuição da proteção promovida pela ação do tratamento fungicida, favorecendo a senescência e clorose das folhas.

Tendo em vista os aspectos observados, percebe-se que tecidos infectados apresentam menor refletância quando comparados com tecidos saudios. Portanto, os resultados desse estudo confirmam que a quantidade e a qualidade da radiação refletida a partir das folhas são dependentes da sanidade do tecido vegetal, pois geralmente plantas afetadas por doenças apresentam crescimento reduzido e sintomas de amarelecimento, que proporcionam contraste na resposta espectral, em relação às plantas saudáveis (BRENCHLEY, 1968). As medidas de refletância espectral constituem o principal exemplo da aplicação dessas técnicas na fitopatologia, uma vez que existem diferenças entre as respostas espectrais de uma folha sadia e de uma folha doente (SILVA et al., 2000; GRÖLL et al., 2008).

Tabela 4 – Leitura do NDVI 7 dias após a última aplicação de fungicida em função das taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

TAXA DE APLICAÇÃO L/ha	ESPECTRO DE GOTAS			
	FINO		MÉDIO	
<b>60</b>	0,64	bA	0,6	bB
<b>100</b>	0,66	abA	0,64	aB
<b>140</b>	0,67	aA	0,62	bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre taxas de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectro de gotas.

Tabela 5 – Leitura do NDVI 7 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

HORÁRIO	ESPECTRO DE GOTAS			
	FINO		MÉDIO	
<b>05:00</b>	0,65	aA	0,62	abB
<b>09:00</b>	0,66	aA	0,64	aB
<b>13:00</b>	0,65	aA	0,63	abB
<b>17:00</b>	0,66	aA	0,62	abB
<b>21:00</b>	0,65	aA	0,61	bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectros de gotas.

Tabela 6 – Leitura do NDVI 14 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

HORÁRIO	TAXA DE APLICAÇÃO L/ha					
	60		100		140	
<b>05:00</b>	0,57	aA	0,6	aA	0,59	aA
<b>09:00</b>	0,56	abB	0,61	aA	0,6	aAB
<b>13:00</b>	0,56	abB	0,59	aAB	0,61	aA
<b>17:00</b>	0,53	bB	0,59	aA	0,59	aA
<b>21:00</b>	0,55	abA	0,55	bA	0,54	bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

Tabela 7 – Leitura do NDVI 14 dias após a última aplicação de fungicida em função das taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

TAXA DE APLICAÇÃO L/ha	ESPECTRO DE GOTAS			
	FINO		MÉDIO	
<b>60</b>	0,57	bA	0,54	bB
<b>100</b>	0,59	aA	0,58	aB
<b>140</b>	0,61	aA	0,56	aB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre taxas de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre espectro de gotas.

Tabela 8 – Leitura do NDVI 21 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

TAXA DE APLICAÇÃO L/ha	ESPECTRO DE GOTAS			
	FINO		MÉDIO	
<b>60</b>	0,48	bA	0,45	bB
<b>100</b>	0,51	aA	0,49	aB
<b>140</b>	0,52	aA	0,47	aB

HORÁRIOS DE APLICAÇÃO		
<b>05:00</b>	0,49	a
<b>09:00</b>	0,51	a
<b>13:00</b>	0,49	a
<b>17:00</b>	0,48	ab
<b>21:00</b>	0,46	b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Leitura do NDVI 28 dias após a última aplicação de fungicida em função dos horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Itaara – RS, 2015

HORÁRIO			TAXA DE APLICAÇÃO L/ha			ESPECTRO		
<b>05:00</b>	0,41	ns	<b>60</b>	0,39	b	<b>Fino</b>	0,42	a
<b>09:00</b>	0,41		<b>100</b>	0,41	ab	<b>Médio</b>	0,39	b
<b>13:00</b>	0,4		<b>140</b>	0,42	a			
<b>17:00</b>	0,4							
<b>21:00</b>	0,39							

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4 Parâmetros relacionados à produtividade do trigo

##### 4.4.1 Produtividade do trigo

A análise de variância dos dados para o parâmetro produtividade revelou a existência de interação dupla entre os fatores horários de aplicação e taxas de aplicação e entre os fatores taxas de aplicação e espectro de gotas (Apêndice A, Tabela 29). Primeiramente foi analisada a

interação significativa ao nível de 5% em relação aos horários de aplicação e taxas de aplicação e, posteriormente, o efeito das variáveis na interação entre taxas de aplicação e espectro de gotas.

Analisando os dados da primeira interação (horários e taxas de aplicação), percebe-se que a maior taxa utilizada (140 L/ha) apresentou as maiores produtividades, com exceção do horário das 9 horas (Figura 22). Para Butler Ellis, Webb e Western (2004), Meneghetti (2006), Panisson et al. (2003), Halley et al. (2008) e Fritz et al. (2007), a taxa de aplicação (L/ha) utilizada é o principal fator inerente ao deslocamento das gotas pulverizadas até o alvo, influenciando, assim, nos percentuais de cobertura, penetração e deposição das gotas sobre o dossel da cultura e, por conseguinte, na ação protetora e/ou curativa dos fungicidas. Levando-se em consideração esses aspectos, taxas de aplicação maiores resultam necessariamente em maiores níveis de cobertura pelas gotas sobre a superfície foliar, influenciando também no aumento da absorção de fungicidas (FORSTER; ZABKIEWICZ; RIEDERE, 2004). Dessa forma, entende-se que o controle das doenças é maior, refletindo-se em aumento de produtividade.

O horário das 21 horas apresentou a menor produtividade. Esse fato justifica-se pelos dados descritos na Tabela 3, onde se observa que a maior AACPD foi verificada neste horário, portanto, conclui-se que este fator foi determinante para a baixa produtividade apresentada (Figura 22). Segundo Reis (2001), a ferrugem pode causar danos significativos podendo atingir até 63% no rendimento da cultura. Corroborando, Azeredo et al. (2001 apud DALLAGNOL, 2006) relataram a influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo e verificaram redução de 40,8% no rendimento de grãos. Para Antuniassi (2005), a aplicação noturna apresenta vantagens no que se refere às condições climáticas (umidade, temperatura e vento mais adequadas à aplicação de gotas mais finas), proporcionando maior tempo de vida da gota na superfície foliar. No entanto, essa opção deve considerar a possível existência de limitações técnicas relativas aos próprios defensivos, no que se refere às questões de eficiência e velocidade de penetração nas situações de ausência de luz ou baixas temperaturas.

Com relação ao horário das 13 horas, observa-se que a produtividade manteve-se similar aos horários considerados 'ideais' para aplicação de defensivos. Provavelmente, esse resultado é reflexo das condições climáticas (temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) que ocorreram no momento das aplicações, as quais se mantiveram dentro dos parâmetros tolerados para aplicação (Temperatura máxima: 30 °C; Umidade relativa do ar: >50%).

Ao analisar as classes de gotas em cada taxa de aplicação constata-se que as gotas de espectro fino apresentaram maior produtividade. Ainda, verifica-se que os maiores volumes de aplicação (100 – 140 L/ha) foram mais eficientes quando comparados ao menor volume (60/ha) (Figura 23). Este resultado reflete as análises descritas neste trabalho, em que o espectro de gotas finas e o aumento da taxa de aplicação, proporcionaram maior cobertura e densidade de gotas e maior controle da ferrugem da folha do trigo. Isso pode explicar o fato das maiores produtividades encontradas nos tratamentos onde foi utilizado o espectro de gotas finas e taxas mais elevadas.

Visando o controle de doenças foliares na cultivar de trigo Fundacep 50, Fiallos et al. (2011), testaram quatro controles químicos distintos aplicados com espectro de gotas fino, médio e grosso, mantendo sempre taxa de aplicação de 150 L/ha. Embora sem diferença significativa entre os tratamentos, o maior incremento em produtividade e os melhores controles de *Drechslera tritici-repentis* e *Bipolaris sorokiniana* foram obtidos mediante aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol com espectro fino. Reportado por Ozakan et al. (2007), o espectro de gota fina proporciona maior cobertura e penetração de gotas no dossel da soja.

Outro parâmetro que merece ser recordado foi a presença de orvalho que ocorreu em duas aplicações (Anexo, Tabela 14). No entanto, ao analisarmos a figura 22, observa-se que os horários do período da manhã, onde teve presença de orvalho, apresentaram produtividade similar aos demais horários que não havia formação de orvalho. Segundo Antuniassi (2005), o orvalho é um fator que requer atenção no momento das aplicações, pois a presença de água nas folhas quando das aplicações noturnas (madrugada) e ou início da manhã pode causar problemas, tanto pela diluição do produto, como por eventual escorrimento. Entretanto, existem situações, dependendo da técnica empregada e do tipo de defensivo utilizado, em que a ação do orvalho pode ser benéfica, onde muitos fungicidas se posicionam nesta situação (ANTUNIASSI, 2005).

Conforme os resultados apresentados nota-se que o aumento da produtividade é inicialmente dependente da melhoria das condições de cobertura do dossel, conferindo maior controle das doenças. Posteriormente, a aplicação em condições climáticas favoráveis são de fundamental importância para atingir melhores resultados de produtividade.



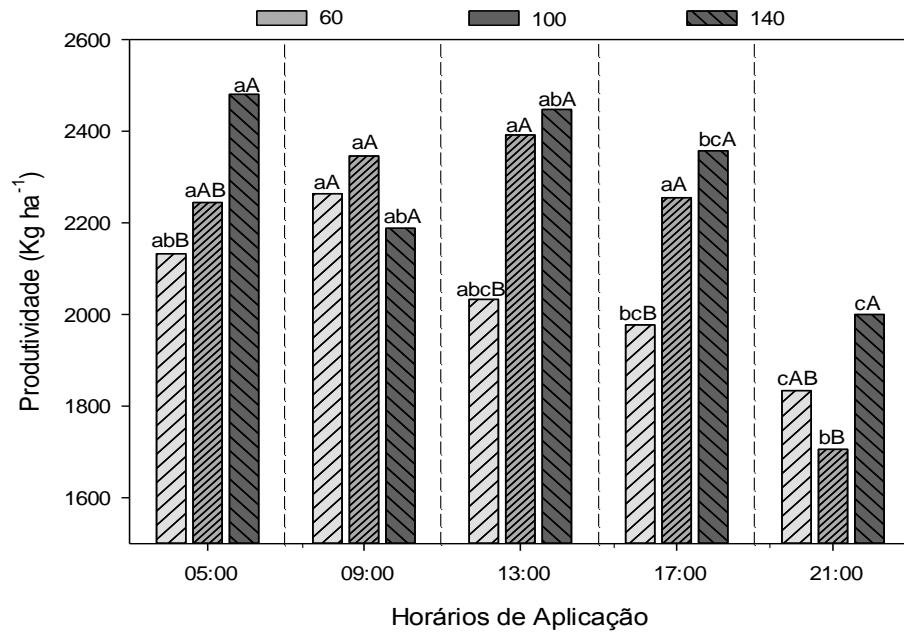


Figura 22 – Produtividade da cultura do trigo em função da interação entre horários e taxas de aplicação. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre horários de aplicação; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

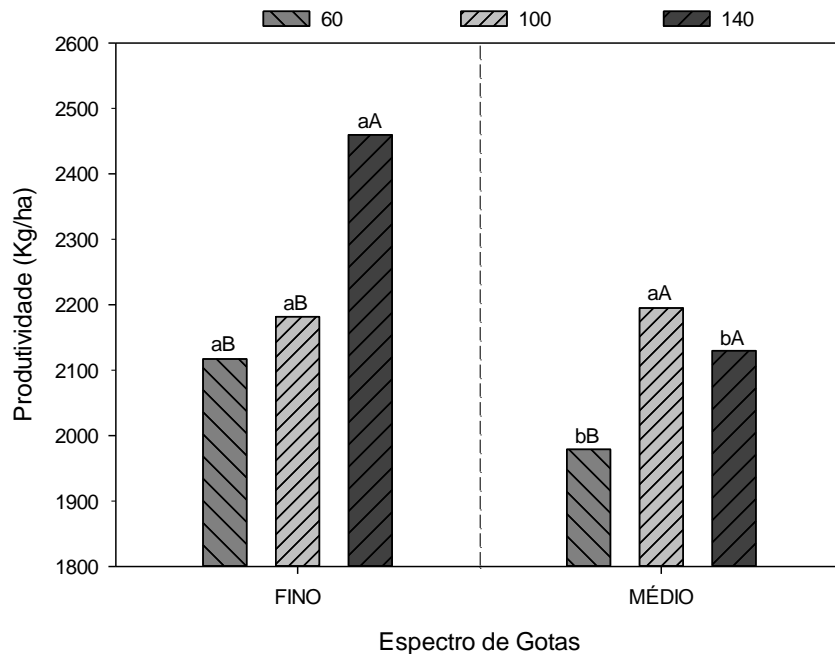


Figura 23 – Produtividade da cultura do trigo em função da interação entre taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas, comparação entre espectros de gotas; letras maiúsculas, comparação entre taxas de aplicação.

#### 4.4.2 Peso de mil sementes (PMS)

A análise de variância do parâmetro peso de mil sementes (PMS) demonstrou não haver interação significativa entre os fatores horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Porém houve interação dupla entre os fatores taxas de aplicação e espectros de gotas (Apêndice A, Tabela 29).

Os dados da interação taxas de aplicação e espectros de gotas demonstram que o peso de mil sementes (PMS) de trigo foi influenciado significativamente pela variação do espectro, sendo os maiores valores obtidos quando a aplicação foi efetuada com o espectro de gotas finas (Tabela 10).

Os dados sugerem que o efeito da deposição de gotas, onde utilizou-se o espectro de gotas fino, proporcionou maior proteção ao tecido foliar, retardando o processo patogênico e maximizando o residual de controle, refletindo desta forma, em aumento no peso das sementes do trigo.

Tabela 10 – Peso de mil sementes (PMS) de trigo em função de horários, taxas de aplicação e espectros de gotas. Itaara – RS, 2015

TAXA DE APLICAÇÃO L/ha	ESPECTRO DE GOTAS			
	FINO		MÉDIO	
<b>60</b>	10,73	bA	9,83	bB
<b>100</b>	10,89	abA	11,07	aB
<b>140</b>	11,45	aA	10,5	abB

HORÁRIOS DE APLICAÇÃO		
<b>05:00</b>	11,19	a
<b>09:00</b>	11	a
<b>13:00</b>	10,57	ab
<b>17:00</b>	10,27	b
<b>21:00</b>	10,69	ab

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4.3 Peso hectolitro (PH)

Para o parâmetro peso hectolitro (PH), não houve resposta aos fatores horários de aplicação, taxas de aplicação e espectro de gotas. Este fato é relacionado às condições climáticas que ocorreram durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, pois a qualidade industrial do trigo, além de ser afetada pelo genótipo, também é influenciada por fatores ambientes, como as condições meteorológicas prevalentes durante a permanência da cultura na lavoura. De acordo com Bergamaschi e Matzenauer (2014), o clima tem sido apontado como o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas no Brasil. Na safra 2014, a precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura do trigo e durante o período crítico foi superior a precipitação ideal, ocasionando uma deterioração da qualidade industrial do trigo (Anexo , Figura 24).

Segundo Hirano (1976), a deterioração da qualidade industrial do trigo decorrente da chuva, em períodos de mais de vinte dias antes da colheita, é resultante da redução na acumulação da matéria seca causada pela diminuição da fotossíntese e absorção de nutrientes. Corroborando, Mellado et al. (1985) concluíram que a diminuição do peso do hectolitro pode ser atribuída a mudanças sucessivas na umidade do grão, produto das aplicações de água.

Segundo Peterson et al. (1998), as variações de qualidade devido ao ambiente superam com frequência as vinculadas ao genótipo. Dentre os fatores meteorológicos, a temperatura, a precipitação pluvial e a radiação solar são os de maior impacto, tanto no crescimento, quanto no desenvolvimento, na adaptação e na qualidade tecnológica do trigo (MIRALLES & SLAFER, 2000). Mellado et al (1985), relacionaram o efeito da chuva após a maturação do trigo sobre a produção de grãos, peso hectolitro, a dureza e o teor de proteínas nos grãos, etc. De maneira semelhante Guarienti et al (2005) e Hirano (1976), relatam que chuvas no período inicial da maturação afetam, principalmente, características quantitativas dos grãos, enquanto chuvas no final da maturação causam decréscimo nas características de qualidade de trigo.

#### 4.5 Correlações entre as variáveis

Os coeficientes de correlação linear estão expressos na Tabela 11 e 12. Este tipo de análise dá uma ideia da correlação entre uma série de variáveis e é um sinal importante da relação de linearidade seguida pelos resultados dos tratamentos.

Na tabela 11 estão descritos os coeficientes de correlação linear entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade de trigo (PROD), peso hectolitro (PH), número de impactos (IMPC), diâmetro mediano volumétrico (DMV), área coberta (AC) e peso de mil sementes (PMS).

A AACPD é uma variável recomendada por alguns autores por representar a epidemia como um todo, pois leva em consideração o estresse que a cultura sofreu durante vários estádios de desenvolvimento (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Segundo Hatfield e Pinter (1990) Nutter Jr. e Littrel (1996) a quantidade de tecido vegetal pode ser afetada por vários fatores, inclusive doenças e sua duração apresenta correlação com produtividade (Aquino et al., 1992; Bergamin Filho et al., 1995; Gaunt, 1995; Canteri, 1998; Reis et al., 2004). Neste estudo, observou-se que a produtividade apresentou relação negativa com a AACPD, com coeficiente de determinação de 83 %. Correlação semelhante foi verificada por Yang et al. (1991), que encontraram alta correlação da AACPD com a produtividade no patossistema soja - *P. pachyrhizi*, com R<sup>2</sup> variando de 89 % a 95 %. Corroborando, Goulart (2012), encontrou correlação negativa de 67% para a variável área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha do trigo e 81% para a área abaixo da curva de progresso de mancha foliar em trigo na correlação com a produtividade.

Pela análise do coeficiente de correlação de Pearson, obteve-se um coeficiente negativo de 39 e 45 % entre os valores número de impactos e área coberta para o terço inferior para a variável AACPD. Isto pode ser explicado pelo fato de quanto maior a área coberta maior a quantidade de ingrediente ativo depositado sobre a superfície – alvo, proporcionando maior eficácia e controle da doença. Isso corrobora com os resultados apresentados neste estudo, em que a maior AACPD foi verificada nos tratamentos que apresentaram menor área coberta.

Enfatizando o terço inferior, o coeficiente de correlação mostra a relação positiva entre produtividade e as variáveis área coberta e número de impactos validando os resultados obtidos no trabalho, ou seja, o efeito realizado com a aplicação de gotas finas proporcionou

melhor cobertura e deposição de gotas resultando em maior proteção e manutenção do tecido foliar no dossel inferior expressando em aumento da produtividade do trigo.

A variável número de gotas/cm<sup>2</sup>, apresentou correlação significativamente positiva com a variável área coberta para a terceira aplicação no terço inferior demonstrando que o aumento do número de impactos aumentou a área coberta da superfície-alvo. A correlação entre o número de gotas/cm<sup>2</sup> e o diâmetro mediano volumétrico é um fator que contribui diretamente para o aumento da área coberta. Boller (2007), Costa (2009) e Lenz (2010) em estudos sobre tecnologia de aplicação, demonstraram que quanto menor o DMV, maior será a área coberta da superfície-alvo, expressa pelo número de gotas/cm<sup>2</sup>.

Tabela 11 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade de trigo (PROD), peso hectolitro (PH), nº de impactos na 1ª aplicação (IMP1), diâmetro mediano volumétrico na 1ª aplicação (DMV1), área coberta na 1ª aplicação (AC1), nº de impactos na 2ª aplicação (IMP2), diâmetro mediano volumétrico na 2ª aplicação (DMV2), área coberta na 2ª aplicação (AC2), nº de impactos na 3ª aplicação no terço superior (IMP3S), diâmetro mediano volumétrico na 3ª aplicação no terço superior (DMV3S), área coberta na 3ª aplicação no terço superior (AC3S), nº de impactos na 3ª aplicação no terço inferior (IMP3I), diâmetro mediano volumétrico na 3ª aplicação no terço inferior (DMV3I), área coberta na 3ª aplicação no terço inferior (AC3I) e peso de mil sementes (PMS). Itaara – RS, 2015

	AACPD	PROD	PH	IMP1	DMV1	AC1	IMP2	DMV2	AC2	IMP3	DMV3	AC3	IMP31	DMV31	AC31	PMS
<b>AACPD</b>	1	-0,83**	-0,09	0,01	-0,2	-0,56**	0,33	0,19	-0,53**	-0,31	0,07	-0,42*	-0,39*	0,14	-0,45*	-0,43*
<b>PROD</b>		1	-0,10	-0,01	0,27	0,64**	-0,55**	-0,36*	0,39*	0,37*	-0,13	0,32	0,48**	-0,33	0,38*	0,45*
<b>PH</b>			1	-0,26	-0,17	-0,12	0,1	0,24	0,02	-0,03	-0,02	-0,04	-0,11	0,08	0,07	-0,19
<b>IMP1</b>				1	0,45*	-0,26	0,11	0,31	-0,19	-0,51**	0,65**	-0,06	-0,09	0,72**	0,21	-0,03
<b>DMV1</b>					1	0,44*	-0,43*	-0,22	0,34	0,40*	0,16	0,50**	0,66**	0,11	0,64**	0,41*
<b>AC1</b>						1	-0,73**	-0,53**	0,64**	0,72**	-0,47**	0,50**	0,78**	-0,52**	0,57**	0,58**
<b>IMP2</b>							1	0,58**	-0,13	-0,50**	0,37*	-0,22	-0,55**	0,37*	-0,39*	-0,37*
<b>DMV2</b>								1	-0,15	-0,55**	0,42*	-0,25	-0,50**	0,57**	-0,2	-0,29
<b>AC2</b>									1	0,61**	-0,17	0,69**	0,62**	-0,32	0,66**	0,55**
<b>IMP3</b>										1	-0,55**	0,65**	0,72**	-0,62**	0,44*	0,50**
<b>DMV3</b>											1	0,1	-0,23	0,80**	0,19	-0,07
<b>AC3</b>												1	0,64**	-0,13	0,68**	0,62**
<b>IMP31</b>													1	-0,34	0,7**	0,7**
<b>DMV31</b>														1	0,1	-0,3
<b>AC31</b>															1	0,65**
<b>PMS</b>																1

\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

O coeficiente de correlação linear expresso na tabela 12 apresenta a correlação entre a produtividade, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

A produtividade e o NDVI apresentaram alta correlação, chegando a uma correlação de 80%. De acordo com Antuniassi et al. (2007), existe correlação positiva entre a reflectância do dossel das plantas, expressa em valores de NDVI e a produtividade das culturas. Corroborando, Guan e Nutter Jr. (2002); Bergamin et al. (1997); Canteri (1998); Canteri et al. (1999) realizaram avaliações com o uso de radiômetro de múltiespectro e relataram haver alta correlação com produtividade. Na faixa de 810 nm vários autores encontraram correlação da produtividade nas culturas de amendoim, feijão, soja e trigo (MILLARD et al., 1990; RUDORFF e BATISTA, 1990; ANTUNES et al., 1993; BERGAMIN FILHO et al., 1996; CANTERI, 1998; CANTERI et al., 1999; REIS e BRESOLIM, 2004). Corroborando, Nilsson (1991) e Reis et al. (2004) relatam excelente desempenho de radiômetro na quantificação de doenças em trigo e cevada, onde os dados apresentaram alta correlação com massa verde, GLAI (Crescimento e duração do índice de área foliar verde), crescimento das plantas e produtividade.

As medidas do NDVI tem associação direta com as das propriedades espectrais da vegetação e podem ser influenciadas por fatores como doenças. Nesse estudo, a variável área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) apresentou correlação significativamente negativa com a variável Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Essa observação é suportada pelos resultados encontrados por Alff (2015), em que o autor observou maiores valores de NDVI com a menor severidade de *Puccinia triticina*.

De acordo com Moreira (2001), é possível verificar que quando ocorre um aumento do Índice de Área Foliar (IAF), ocorre um ligeiro aumento no NDVI, porém após o espigamento o IAF tende a decrescer devido a senescência das folhas (HAMANDA; PINTO; ZULLO JR., 2003). No presente trabalho, a maior correlação foi observada na segunda leitura do NDVI que foi realizada em pleno espigamento do trigo. Posteriormente, os valores da correlação decresceram, provavelmente devido o avanço do ciclo da cultura, aliado ao aumento da taxa de progresso da doença, favorecendo a senescência e clorose das folhas.

Tabela 12 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade de trigo (PROD) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Itaara – RS, 2015

	<b>AACPD</b>	<b>PROD</b>	<b>NDVI1</b>	<b>NDVI2</b>	<b>NDVI3</b>	<b>NDVI4</b>
<b>AACPD</b>	1	-0.83**	-0.59**	-0.76**	-0.75**	-0.55**
<b>PROD</b>		1	0.67**	0.80**	0.76**	0.58**
<b>NDVI1</b>			1	0.88**	0.87**	0.83**
<b>NDVI2</b>				1	0.94**	0.84**
<b>NDVI3</b>					1	0.78**
<b>NDVI4</b>						1

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).



## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- O espectro de gotas fino apresentou os melhores resultados em termos de área coberta, densidade de gotas e controle da ferrugem da folha do trigo em todas as taxas de aplicação testadas.
- A redução da taxa de aplicação apresentou decréscimo na área coberta e na densidade de gotas, resultando em maior Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).
- A aplicação de fungicida realizada às 09:00 resultou o melhor controle da ferrugem da folha.

## REFERÊNCIAS

- ABADIA, J. Leaf responses to iron deficiency - a review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 15, p. 1699-1713, 1992.
- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR. 1996.** 65p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1996.
- ALMEIDA, A. B.; CHAVES, M. S.; BRAMMER, S. P.; GAGGIO, M. I. Identificação de fontes de resistência da folha do trigo em acessos de *Aegilops tauschii*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 349-352, 2007.
- ALVAREZ-FERNANDEZ, A.; GARCIA-LAVINA, P.; FIDALGO, C.; ABADIA, J.; ABADIA, A. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. **Plant and Soil**, v. 263, p. 5-15, 2004.
- ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologias de aplicação de produtos fitossanitários.** São Paulo: Linea Creativa, 2004.
- ANTUNES, M. A. H.; ASSAD, E. D.; BATISTA, G. T. Variação das Medidas Espectrais Tomadas com Espectrorradiômetro ao Longo do Ciclo de Crescimento de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7, 1993. Curitiba, **Anais...** Curitiba: INPE, 1993. v. 2, p. 01-09.
- ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: v congresso brasileiro de algodão, 2005, Salvador. **Anais....** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIIO, F. H. R.; SHARP, T. C. Agricultura de Precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6, 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CNPA, 2007. p. 11-21.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIIO, F. H. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS. L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 173-212.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 221-238.

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p. 48-51.

AQUINO, V. M.; SHOKES, F. M.; BERGER, R. D.; GORBET, D. W. & KUCHAREK, T. A. Relationships among late leafspot, healthy leaf area duration, canopy reflectance, and yield of peanut. **Phytopathology**, 82:546-552. 1992.

AZEVEDO, L. A. S. **Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas**. 1. ed. Rio de Janeiro: IMOS gráfica e editora, 2011, 264 p.

AZEVEDO, L. A. S. Qualidade da aplicação de fungicidas protetores. In: **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional**. Campinas: Camopi, 2003. p. 121-32.

BARBOSA, R. N.; GRIFFIN, J. L.; HOLLIER, C. A. Effect of spray rate and method of application in spray deposition. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 25, n. 2, p. 181-184, 2009 (Technical Note).

BARCELLOS, A. L.; IGNACZAC, J. C. Efeito da ferrugem da folha em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo. In: Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, 10, Porto Alegre, 1978. **Solos e Técnicas Culturais, Economia e Sanidade**. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, p. 212-219. 1978.

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

BARCELLOS, A. L. Perigo Mutante. Cultivar Grandes Culturas. n.88, no VIII, p. 20-23. 2006.

BAUR, P.; BUCHHOLZ, A.; SCHÖNHERR, J. Diffusion in plant cuticles as affected by temperature and size of organic solutes: similarity and diversity among species. **Plant, Cell and Environment**, v. 20, p. 982-994, 1997.

BERGAMASCHI, H. Variations on the Brazilian soybean production related to the drought occurrences: preliminary analysis. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4. 1989. Buenos Aires. **Anais**. Buenos Aires: Asociación Argentina de la Soja, 1989. v. 5, p. 2153-2158.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**, 3. ed.,v. 1., São Paulo, Ceres, 1995. p. 602-626.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 289p.

BERGAMIN FILHO, A.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGER, R. D. & HAU, B. Angular leaf spot of Phaseolus beans: relationships between disease, healthy leaf area, and yield. **Phytopathology**, v. 87, p. 506-515. 1997.

BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D. B.; AMORIM, L.; GODOY, C. V.; BERGER, R. D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. 1995, p. 133-170.

BOLLER, W. Resposta da tecnologia de aplicação de defensivos em relação à concepção atmosférica visando o controle de doenças de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, suplemento, p. 113-116, 2007.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; COSTA, D. I. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em cereais de inverno. **Revista Plantio Direto**, v. 106, p. 21-27, 2008.

BOLLER, W.; WITT, J. S. S.; BUSCH, J. L.; MENEGAZZO, F. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja com barra de pulverização assistida por cortina de correntes e por cortina de ar. In: Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 5., 2011, Cuiabá. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011b. 1 CD-ROM.

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

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. 51p. Dissertação de Mestrado (Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, 2006.

BRENCHLEY, G. H. Aerial photography for the study of plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, 6:01-23. 1968.

BRETTHAUER, S. M. et al. The effects of spray application rate and droplet size on application to control soybean rust. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, ASABE Meeting Presentation, 2008. 9 p. (Paper No: 084219).

BUTLER ELLIS, M. C.; WEBB, A.; WESTERN, N. The effect of different spray liquids on the foliar retention of agricultural sprays by wheat plants in a canopy. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 60, n. 8, p. 786-794, 2004.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York NY. Wiley. 1990. 532 p.

CANTERI, M. G. **Uso de medidas da área foliar sadia e refletância no manejo da mancha angular do feijoeiro**. 1998. 81 p. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, SP. 1998.

CANTERI, M. G.; AGNELO, J. V.; AMORIM, L. & BERGAMIN FILHO, A. Refletância e avaliação visual como indicadores de severidade de doenças foliares comparados à produtividade em amendoim. **Summa Phytopathologica**, v. 25, p. 228-233, 1999.

CARMONA, M.; REIS, E. M.; CORTESE, P. **Royas Del trigo: Sintomas, Epidemiología y Estrategias de control**. Novembro de 2000, 21p.

CARVALHO, W. P. A. **Estudo comparativo entre métodos de amostragens de gotas para determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos**. 1995. 64f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1995.

CAUS, R.; BOLLER, W. **Horários de aplicação de fungicida, com e sem adição de fosfito de potássio, para o controle da ferrugem da soja**. Trabalho apresentado à disciplina de Experimentação Agrícola do Curso de Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2008. 8f.

CEZAR, S. H. **Qualidade da aplicação em trigo conforme reduções da taxa aplicada em associação com diferentes pontas de pulverização**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2012.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, M. C.; GALVÃO, J. A. H.; ABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 741-747, 1999.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **O uso de bicos de pulverização para aplicações aéreas**. São Paulo: Spraying Systems do Brasil Ltda., 1992. 24p.

CONAB. **Sétimo levantamento**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

COOK, J. A.; BOYNTON, D. Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 59, p. 82-90, 1952.

COSTA, D. I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. 2009. 144 f. Tese - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D. C. (Ed.) *Fungicide: an advanced treatise*. New York: Academic Press, 1967. p. 239-86.

CROSS, J. V.; BERRIE, A. M. Spray deposits and efficacy of a tunnel sprayer at three volume rates (50, 100, 200 L/ha) in comparison with an axial fan sprayer (50 L/ha) on apple. In: International Symposium on Pesticide Application Techniques, 2, 1993, Strasbourg. **Proceedings...** Strasbourg: BCPC, 1993. p. 273-280.

CUNHA, J. P. A. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; CARVALHO, W. P. A. Distribuição volumétrica de aplicações aéreas de agrotóxicos utilizando adjuvantes. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 130-135, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.

CUNHA, J. P. A.; PEREIRA, R. G. Efeitos de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 533-538, 2009.

CUNHA, J. P. A.; REIS, E. F. dos; SANTOS, R. de O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CURRIER, H. B.; DYBING, C. D. Foliar penetration of herbicides: review and present status. **Weeds**, v. 7, p. 195-213, 1959.

DALLA FAVERA, D. **Pontas de pulverização e taxas de aplicação sobre o controle da ferrugem asiática em diferentes cultivares de soja**. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2012.

DALLA PRIA, M & SILVA, O. C. **Cultura do feijão: doenças e controle**. Ponta Grossa, UEPG. 454p. 2010.

DEBORTOLI, M. P. **Efeito dos espectros de gota associados a diferentes arquiteturas de cultivares de soja no controle da ferrugem**. 2011. 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2011.

DEBONA, D.; FAVERA, D. D.; CORTE, G. D.; DOMINGUES, L. S.; BALARDIN, R. S. Controle químico da ferrugem da folha em trigo submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 16, n. 1, p. 52-65, 2009.

DELGADO, L. M. **Tecnología para la aplicación de fitosanitarios**. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1999. 26 p.

DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on Dybing, C. D.; Currier, H. B. Foliar penetration by chemicals. *Plant Physiology*, v. 36, p. 169-174, 1961.

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, 1996.

DERKSEN, R. C.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; DORRANCE, A. E.; KRAUSE, C. R. **Effects of air assisted and conventional spray delivery systems on management of soybean diseases**. *International advances in pesticide application: aspects of applied biology*. Cambridge, UK, 10-12, Jan. 2006.

DYBING, C. D.; Currier, H. B. Foliar penetration by chemicals. **Plant Physiology**, v. 36, p. 169- 174, 1961.

EICHERT, T.; BURKHARDT, J. Quantification of stomatal uptake of ionic solutes using a new model system. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, p. 771-781, 2001.

FERREIRA, M.C.; OLIVEIRA, J.R.G. **Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo.** Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008, Ribeirão Preto, SP. Artigos... Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008.

FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. **Controlando as doenças de trigo na hora certa.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 3 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 22). Disponível em: Acesso em: 26 jun. 2010.

FERNANDEZ, V.; EICHERT, T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 28, p. 36-68, 2009.

FIALLOS, F. R. G. et al. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do trigo, em resposta à aplicação com diferentes pontas de pulverização. **Scientia Agropecuária**, v. 2, p. 229-237, 2011.

FORCELINI, C. A. Critérios: preventivo, início da doença e estágio fenológico. In: REIS, E. M. (Org.). **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e em trigo.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2009. p. 46-53.

FORSTER, W. A.; ZABKIEWICZ, J. A.; RIEDERE, M. Mechanisms of cuticular uptake of xenobiotics into living plants: 1. Influence of xenobiotic dose on the uptake of three model compounds applied in the absence and presence of surfactants into *Chenopodium album*, *Hedera helix* and *Stephanotis floribunda* leaves. **Pesticide Management Science**, Bognor Regis, v. 60, n. 11 p. 1105-1113, 2004.

FRITZ, B. K.; HOFFMAN, W. C.; MARTIN, D. E.; THOMSON, S. J. Aerial application methods for increasing spray deposition on wheat heads. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 23, n. 6, p. 709- 715, 2007.

GABRIEL, R. R. F.; BAILO, F. H. R. Interação entre pressão e tamanho de gota por instrumentação eletrônica em pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub>. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 164-169, abr./jun. 2013.



GAUNT, R. E. The relationship between plant disease severity and yield. **Annu. Rev. Phytopathol.** Palo Alto, v. 33, p. 119-144, 1995.

GAZZIERO, D. L. P. **Efeito de três herbicidas pós-emergentes aplicados em diferentes horas do dia sobre ervas daninhas e plantas de soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1980. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

GODOY, C. V.; OLIVEIRA, N. A.; PAIVA, S. B.; BASTOS, H. B. **Eficiência do fungicida azoxistrobin no controle da ferrugem da folha e de manchas foliares do trigo**. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v. 26, n. 1, p. 258. 2000. (Resumo).

GRÖLL, K.; GRAEFF, S. & CLAUPEIN, W. Use of Vegetation indices to detect plant diseases. In: 27<sup>th</sup> GIL-Jahrestagung. **Proceedings**, University of Hohenheim. p. 340. 2008.

GONÇALVES, R. A. **Correlação do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) em incidência e severidade de *puccinia triticina* e potencial produtivo em trigo**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2015.

GUAN, J.; NUTTER, JR. F. W. Relationships between Defoliation, leaf area index, canopy reflectance, and forage yield in the alfafa-leaf spot pathosystem. **Computer and Electronics in Agriculture**, 37: 97-112, 2002.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A.; CAMARGO, C. M. O. Efeitos da precipitação pluvial da umidade relativa do ar e de excesso de déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25 (3): 412-418, jul./set. 2005.

GULART, C. A. **Influência do espectro de gotas no desempenho de fungicidas na cultura do trigo**. 2012. 71 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2012.

HALLEY, S.; VAN, E. E.; HOFMAN, V.; PANIGRAHI, S.; GU, H. Fungicide deposition measurements by spray volume, drop size, and prayer system in cereal grains. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 24, n. 1, p. 15-21, 2008.

HATFIELD, J. L.; PINTER, P. J. JR. Remote sensing for crop protection: application to plant pathology. **Phytopathology**, v. 80, n. 1, p. 37-39. 1990.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J. & SILVA, A. J. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, 35:096-103. 2010.

HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v. 10, n. 4, p. 168-173, Oct., 1976.

HUNDT, I.; PODLESAK, W. Weather effects on N uptake from foliar-applied urea ammonium nitrate in cereals. **Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde- Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 34, p. 757-764, 1990.

JACOBY, B. Light sensitivity of  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{86}\text{Rb}$ ,  $^{42}\text{K}$  absorption by different tissues of beanleaves. **Plant Physiology**, v. 55, p. 978-981, 1975.

JYUNG, W. H.; WITTEWER, S. H. Foliar absorption – an active process. **American Journal of Botany**, v. 51, p. 437-444, 1964.

JYUNG, W. H.; WITTEWER, S. H.; BUKOVAC, M. J. Role of stomata in foliar absorption of Rb by leaves of tobacco bean and tomato. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 86, p. 361-367, 1965.

KLEIN, R. N.; GOLUES, J. A. The effect of spray particle size and distribution on drift and efficacy of herbicides. International advances in Pesticides application. **Aspects of applied Biology**, Wellesbourne, v. 71, p. 169-182, 2004.

KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. **Crop Protec.**, v. 13, n. 3, p. 163-178, 1994.

KOGA, L. J. Relação entre medidas de refletância e área foliar sadia, severidade da ferrugem Asiática e produtividade da cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 571-580, 2007.

KUHNEM JUNIOR, P. R.; CASA, R. T.; RIZZI, F. P.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2009.

LENZ, G. **Efeito do espectro de gotas e idade de trifólios sobre a taxa de absorção de fungicidas em soja**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2010.

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Quantificação de doenças de plantas. In: ALFENAS, A.C.; MÁFIA, R.G. **Métodos em Fitopatologia**, UFV, Viçosa, p. 161-172. 2007.

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

MARSHALL, D. J.; ROBINSON, T. H.; SCOTT, T. The effects of forward speed, spray quality and nozzle types on the deposition and biological performance of strobilurin fungicide. **Aspects of Applied Biology**, v. 57, p. 235-242, 2000.

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

**Pesticide application methods**. 3. ed., Oxford: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MATUO, T. et al. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MATUO, T. et al. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. (Curso Proteção de Plantas. Módulo 2 - 2.1; 2.2, 86 p).

MATUO, T. **Fundamentos da Tecnologia de 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. 95-104.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; MALUF, J. R. T.; BARNI, N. A.; BUENO, A. C.; DIDONE, I. A.; ANJOS, C. S.; MACHADO, F. A.; SAMPAIO, M.R. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p.

MAZIERO H.; GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; RODRIGUES, R. B.; DALAZEN, G.; DAL PRÁ, E. Volume de calda e inseticidas no controle de *Piezodorus guildinii* (Westwood) na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5. 2009.

MELLADO Z., M.; MALDONADO I., I.; GRANGER Z.,D. Efecto de la lluvia, posterior a la madurez de cosecha, sobre el grano de trigo. **Agricultura Tecnica**, Santiago, v. 45, n. 3, p. 247-251, Jul./Septiembre, 1985.

MENEGHETTI, R. C. Tecnologias de aplicação na cultura do trigo. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

MILLARD, P.; WRIGHT, G. G.; ADAMS, M. J.; BIRNIC, R. V.; WHITWORTH, P. Estimation of light interception and biomass of potato (*Solanum tuberosum* L.) from reflection in the red and near-infrared spectral bands. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 53, p. 19-31. 1990.

MIRALLES, D. J.; SLAFER, G. A. Wheat development. In: SATORRE, E. H.; SLAFER, G. A. (Eds.). **Wheat: ecology and physiology of yield determination**. New York: Food Products, 2000. p. 13-43.

MUHLING, K. H.; LAUCHLI, A. Light-induced pH and K<sup>+</sup> changes in the apoplast of intact leaves. *Planta*, v. 212, p. 9-15, 2000.

NIKS, R. E. Variation of the morphology mycelial between the species and the speciales of the formae of mushrooms of the oxidation of the cereals and of the grams. **Canadian newspaper of Botany**. v. 64, p. 2976-2983, 1986.

NILSSON, H. E. Hand-held radiometry and IR thermography of plant diseases in field plot experiments. **Int. J. Remote Sensing**. v. 12 p. 545-547. 1991.

NOBEL, P. S. Light-dependent potassium uptake by *Pisum sativum* leaf fragments. **Plant and Cell Physiology**, v. 10, p. 597-605, 1969.

NOBEL, P. S. Relation of light-dependent potassium uptake by pea leaf fragments to PK of accompanying organic acid. **Plant Physiology**, v. 46, p. 491-493, 1970.

NORRIS, R. F.; BUKOVAC, M. J. Some physical-kinetic considerations in penetration of naphthalene-acetic acid through isolated pear leaf cuticle. *Physiologia Plantarum*, v. 22, n. 4, p. 701-712, 1969.

NUTTER JR., F. W. Detection and measurement of plant disease gradients in peanut with a multispectral radiometer. **Phytopathology**. v. 79. p. 958-963. 1989.

NUTTER JR., F. W.; LITTRELL, R. H. Relationships between defoliation, canopy reflectance and pod yield in the peanut-late leafspot pathosystem. **Crop Protection**, v. 15, n. 2, p. 135-142, 1996.

NUTTER JR., F. W.; TENG, P. S.; ROYER, M. H. Terms and concept for yield, crop loss and disease thresholds. **Plant Disease**, 77: 211-215. 1993.

OLIVEIRA, A. R.; FORCELINE, C. A.; BOLLER, W.; BLUM, R.; LOPES, A. Efeitos de fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, Botucatu, 2004., **Anais...** Botucatu: UNESP, p. 148-151, 2004.

OLIVEIRA, A. R. et al. Fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n.esp., p. 48-55, 2007.

OLIVEIRA, K. et al. Transfer factor of rare Earth elements from phosphogypsum amended Brazilian tropical soils to lettuce, corn and soybean. **The Journal of Solid Waste Technology and Management**, Philadelphia, v. 38, n. 3, p. 202-210, 2012.

OUTLAW JR., W. H. Integration of cellular and physiological functions of guard cells. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, p. 503-529, 2003.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea - aspectos práticos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM, 1998. p.65-78.

OZKAN, E. et al. Application basics. In: DORRANCE, A. E.; DRAPER, M. A.; HERSHMAN D. E. (Ed.). **Using foliar fungicides to manager soybean rust**. Columbus: The Ohio State University. 2007. p. 61-67.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; KRAUSE, C. R. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. Aspects of Applied Biology 77. **International Advances in Pesticide Applications 2006**, Cambridge: Robinson College, 2006. p. 423-431.

PANISSON, E.; BOLLER, W.; REIS, E. M. Avaliação da deposição de calda em anteras de trigo, para o estudo do controle químico de giberela (*Gibberella zeae*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 111-120, 2004.

PAULSRUD, B. E.; MONTGOMERY, M. Characteristics of fungicides used in field crops. **Report on Plant Disease**. n. 1002, 2005.

PETERSON, C. J. et. al. Baking quality of hard winter wheat: response of cultivars to environments in the Great Plains. **Euphytica**, v. 100, p. 157-162, 1998.

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

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Controle da ferrugem da folha e da mancha bronzeada da folha em trigo pelo uso de fungicidas no tratamento de sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 100-100, 2001.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. p. 157-199. In: MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, 2001, 262p.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, p. 105-6, 2007.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011, p. 15-26.

RAIKES, C.; BURPEE, L. L. Use of multispectral radiometry for assessment of *Rhizoctonia* blight in creeping bentgrass. **Phytopathology**. v. 88. p. 446-449. 1998.

RAINS, D. W. Kinetics and energetics of light-enhanced potassium absorption by corn leaf tissue. **Plant Physiology**, v. 43, p. 394-400, 1968.

RAMOS, H. H. Seleção de pontas de pulverização. In: 21º DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, **Anais**. Capão Bonito, SP, 2005.

RAMSEY, R. J. L.; STEPHENSON, G. R.; HALL, J. C. A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 82, p. 162-175, 2005.

RAVEN, J. A. Effects of visible light on influx and efflux of solutes in plant cells. **Chemistry & Industry**, p. 859-866, 1971.

REICHARD, D. L. et al. Spray droplet size distributions delivered by air blast orchard sprayers. **Transactions ASAE**. St. Joseph, Michigan, v. 20, n. 2, p. 32-237, 1977.

REIS, E. M. **Doenças do Trigo V: Ferrugens**, São Paulo, 1991. 20p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Cereais de inverno. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIN, L. **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, p. 231-288. 1997.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Fatores climáticos e doenças de plantas. In: **Previsão de doenças de plantas**. Ed. Erlei Melo Reis, (Org.). UPF editora. 2004. p. 23-45.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. **Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno**. Londrina: ES Comunicação, 2001. 94 p.

REIS, E. M.; CASA, R.; BLUM, M. M. C.; FORCELINI, C. A. Ferrugem da soja: critério indicador do momento para o controle econômico com fungicidas. In: FORCELINI, C. A.; REIS, M. R.; GASSEN, F.; YORINORI, J. T.; HOFFMANN, L.; COSTAMILAN, L.; SILVA, O. C.; BALARDIN, R.; CASA, R. T. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo. Aldeia Norte Editora, 2004. 178 p.

RUDDORF, B. F. T.; BATISTA, G. T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, 33:183-192. 1990.

SAUER, R. Fungizide brauchen "ziehlwasser". **DLL-Agrarmagazin**, München, v. 2, n. 1, p. 76-7, 1999.

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. 2003.

SCHRÖDER, E. P. Tecnologias inovadoras em aviação agrícola. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de Agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária. 1998. p. 87-93.

SCUDELER, F.; FUGIKAWA, L. H.; RAETANO, C. G. Influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação na deposição do traçador cobre na cultura da batata. (*Solanum Tuberosum* L.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p. 179-182. 1 CD-Rom.

SHIM, K. K.; TITUS, J. S.; SPLITTSTOESSER, W. E. Utilization of post-harvest urea sprays by senescing apple leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 97, p. 592-596, 1972.

SILVA, E. A.; SILVA, J. F. V.; MONICO, J. F. G. & HIROMOTO, D. M. **Perspectivas no manejo e controle localizado de doenças das culturas: uma abordagem no manejo do nematóide do cisto da soja.** Viçosa, Editora UFV. 453p. 2000.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, J. F.; SILVA, J. F.; SILVA, A. A. **Controle de plantas daninhas.** Brasília, DF: ABEAS, 1997. 185 p.

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

SKUTERUD, R. et al. Effect of herbicides applies at diferent times of the day. **Crop Prot.**, v. 17, p. 41-46, 1998.

SMITH, D. B. et al. **Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition.** Transactions of the ASAE, v. 43, n. 02, p. 255-259, 2000.

SWADER, J. A.; STOCKING, C. R.; LIN, C. H. Light-stimulated absorption of nitrate by *Wolffia arrhiza*. **Physiologia Plantarum**, v. 34, p. 335-341, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

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

TORMEN, N. R. SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; DALLA FÁVERA, D.; BALARDIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, vol. 16, n.7, 2012.

TSUMANUMA, G. M. **Controle de ferrugem asiática e desempenho de duas cultivares de soja submetidas a diferentes fungicidas e épocas de aplicações.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.



TURNER, C. R.; HUNTINGTON, K. A. The use of water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 75, p. 385-387, 1970.

VAJS, S. et al. Comparison of the effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some winter wheat diseases. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart v. 115, n. 1, p. 23-31, 2008.

VIANA, R. G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; SOUZA, G. V. R. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 16, n. 4, p. 428-435, 2008.

VICTORIA FILHO, R. Fatores que influenciam a absorção foliar dos herbicidas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 31-37, 1985.

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

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift**. Kansas: Kansas State University, 2000. 4p. Application Technology Series.

WU, W. S. The application of remote sensing to plant disease survey in Taiwan. **Plant Protection**. Bull. 31: 151-162. 1989.

YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, 81:1420-1426. 1991.

ZHANG, Q. L.; BROWN, P. H. Distribution and transport of foliar applied zinc in pistachio. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 124, p. 433-436, 1999.

ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E.; REDING, M. E.; KRAUSE, C. R. Development of a Canopy Opener to Improve Spray Deposition and Coverage Inside Soybean Canopies: Part 2: Opener Design with Field Experiments. **Transactions of the ASABE**. v. 51, n. 6, p. 1913-1922. 2008.

## **ANEXOS**

Tabela 13 – Resultados das variáveis produtividade e área abaixo da curva de progresso da doença das testemunhas.

HORÁRIO	PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )				MÉDIA	AACPD				MÉDIA
	1	2	3	4		1	2	3	4	
<b>05:00</b>	536,8	561,0	455,9	407,5	<b>490,3</b>	1092,3	1092,3	1118,1	1092,3	<b>1098,7</b>
<b>09:00</b>	616,8	427,9	593,6	467,9	<b>526,6</b>	1119,9	1092,3	1092,3	1092,3	<b>1099,2</b>
<b>13:00</b>	232,1	315,5	601,8	295,1	<b>361,1</b>	1120,6	1118,9	1092,3	1118,1	<b>1112,5</b>
<b>17:00</b>	497,2	430,4	440,7	275,8	<b>411,0</b>	1138,5	1125,9	1092,3	1138,5	<b>1123,8</b>
<b>21:00</b>	372,7	395,1	238,5	176,5	<b>295,7</b>	1107,7	1092,3	1133,5	1148,0	<b>1120,4</b>
<b>MÉDIA</b>					<b>416,9</b>					<b>1110,9</b>

Tabela 14 – Data, horário, estágio de desenvolvimento, temperatura, umidade relativa do ar (URA), velocidade do vento e presença de orvalho no momento das aplicações. Itaara/RS, 2015

APLICAÇÃO 1						
Data	Horário	Estádio de desenvolvimento	Temperatura (°C)	URA (%)	Vel. Vento (Km.h <sup>-1</sup> )	Orvalho
06/08/2014	5		19,45	60,85	9,7	-
06/08/2014	9	Final do perfilhamento	22,5	52,9	13,9	-
06/08/2014	13		27,9	50,1	12,7	-
06/08/2014	17		23,9	55,3	14	-
06/08/2014	21		20,25	63,85	11,6	-
APLICAÇÃO 2						
Data	Horário	Estádio de desenvolvimento	Temperatura (°C)	URA (%)	Vel. Vento (km h <sup>-1</sup> )	Orvalho
28/08/2014	5		1,1	74,25	3,15	Presente
28/08/2014	9	Início do emborrachamento	14,2	62,5	5,4	Presente
28/08/2014	13		24,9	50,5	2,3	-
28/08/2014	17		15,55	55	5,65	-
28/08/2014	21		5,9	82,4	6	-
APLICAÇÃO 3						
Data	Horário	Estádio de desenvolvimento	Temperatura (°C)	URA (%)	Vel. Vento (km h <sup>-1</sup> )	Orvalho
17/09/2014	5		8,75	87,25	3,25	Presente
17/09/2014	9	Floração	17,8	63,65	6,25	Presente
17/09/2014	13		21,7	64,7	4,1	-
17/09/2014	17		19,35	69,3	6,55	-
17/09/2014	21		17,3	83,95	5,2	-

Classe de pulverização	Símbolo	Cor	DMV aproximado
Extremamente fina	EF	roxo	< 60 $\mu\text{m}$
Muito fina	MF	vermelho	60 - 145 $\mu\text{m}$
Fina	F	laranja	145 - 225 $\mu\text{m}$
Média	MF	amarelo	226 - 325 $\mu\text{m}$
Grossa	G	azul	326 - 400 $\mu\text{m}$
Muito grossa	MG	verde	401 - 500 $\mu\text{m}$
Extremamente grossa	EG	branco	501 - 650 $\mu\text{m}$
Ultra grossa	UC	preto	>650 $\mu\text{m}$

Quadro 1 – Classes de tamanho de gotas segundo normas ASAE S-572.1

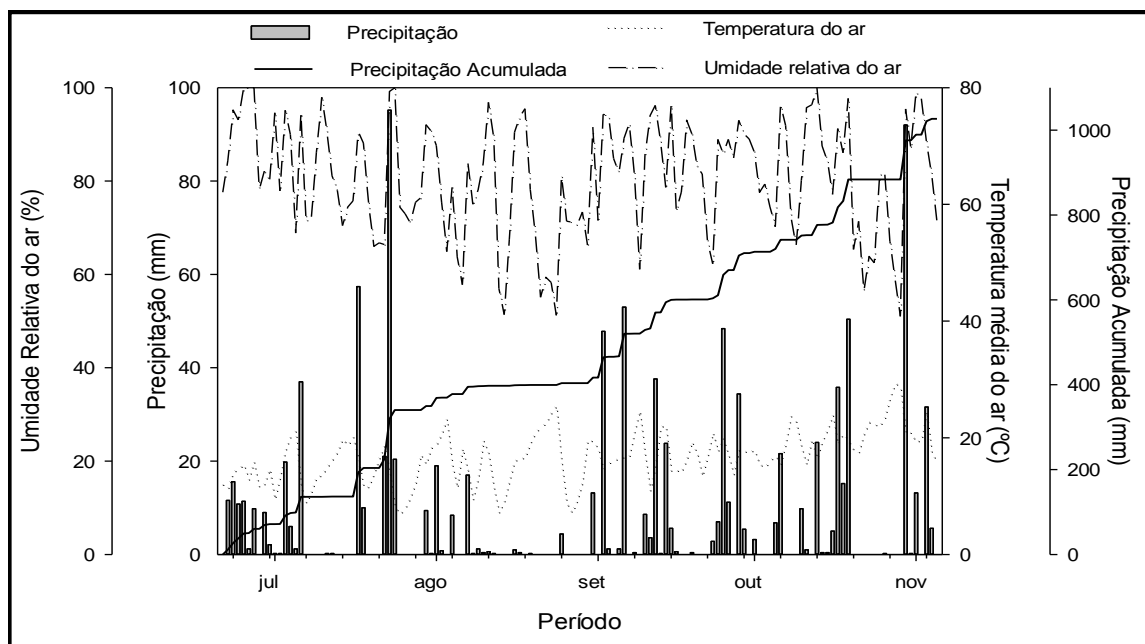


Figura 24 – Precipitação média, precipitação acumulada, temperatura média do ar e umidade relativa do ar incidentes na área experimental na safra agrícola 2014. Dados oriundos de estação meteorologia automática localizada na área experimental. Itaara – RS, 2015

Cultivar - Quartzo	
Regiões de Adaptação	RS, SC e PR
Hábito vegetativo	Intermediário a Semi-Ereto
Perfilhamento	Médio
Altura da planta	Médio (85 cm)
Reação ao acamamento	Moderadamente resistente
Reação à debulha natural	Moderadamente resistente
Resistência à geada na fase vegetativa	Moderadamente resistente
Peso de mil grãos (média)	34 gramas
Ciclo	Médio
Espigamento	Média 91 dias
Classificação	Trigo Pão
Grão	Vermelho Duro
Germinação na espiga	Resistente à Moderadamente Resistente
Reação a Doenças	
Oídio	Moderadamente Resistente à Moderadamente Suscetível
Ferrugem da Folha	Moderadamente Resistente à Moderadamente Suscetível
Manchas Foliares	Moderadamente Resistente
Giberela	Moderadamente Suscetível
Vírus do Mosaico	Moderadamente Resistente
VNAC	Moderadamente Resistente à Moderadamente Suscetível
Brusone	Moderadamente Resistente

Quadro 2 – Características da cultivar Quartzo utilizada no experimento.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A – Análise da variância das variáveis

Tabela 15 – Análise de variância (ANOVA) da variável produtividade na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	303149	101050		
<b>Horario (B)</b>	4	3411731	852933	25,09	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	407910	33993		
<b>Taxa (C)</b>	2	1223884	611942	16,29	0,0000
<b>B*C</b>	8	1157429	144679	3,85	0,0032
<b>Error A*B*C</b>	30	1126627	37554		
<b>Espectro (D)</b>	1	689915	689915	18,70	0,0001
<b>B*D</b>	4	194703	48676	1,32	0,2772
<b>C*D</b>	2	591241	295621	8,01	0,0011
<b>B*C*D</b>	8	366174	45772	1,24	0,2981
<b>Error A*B*C*D</b>	45	1659789	36884		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			8,47		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			8,90		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			8,82		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 16 – Análise de variância (ANOVA) da variável área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	2710	903		
<b>Horario (B)</b>	4	1295349	323837	801,72	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	4847	404		
<b>Taxa (C)</b>	2	741906	370953	763,04	0,0000
<b>B*C</b>	8	32087	4011	8,25	0,0000
<b>Error A*B*C</b>	30	14585	486		
<b>Espectro (D)</b>	1	132252	132252	744,29	0,0000
<b>B*D</b>	4	15259	3815	21,47	0,0000
<b>C*D</b>	2	7333	3667	20,64	0,0000
<b>B*C*D</b>	8	11192	1399	7,87	0,0000
<b>Error A*B*C*D</b>	45	7996	178		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			4,57		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			5,01		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			3,03		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 17 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação

	<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>VALOR F</b>	<b>PR &gt; F</b>
<b>Bloco (A)</b>		3	8332	2777		
<b>Horario (B)</b>		4	90124	22531	10,03	0,0008
<b>Error A*B</b>		12	26954	2246		
<b>Taxa (C)</b>		2	48301	24151	13,64	0,0001
<b>B*C</b>		8	28967	3621	2,05	0,0747
<b>Error A*B*C</b>		30	53113	1770		
<b>Espectro (D)</b>		1	215388	215388	79,65	0,0000
<b>B*D</b>		4	5338	1334	0,49	0,7405
<b>C*D</b>		2	3569	1785	0,66	0,5218
<b>B*C*D</b>		8	16557	2070	0,77	0,6346
<b>Error A*B*C*D</b>		45	121683	2704		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>					14,30	
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>					12,70	
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>					15,69	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 18 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação

	<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>VALOR F</b>	<b>PR &gt; F</b>
<b>Bloco (A)</b>		3	686	229		
<b>Horario (B)</b>		4	29015	7254	5,43	0,0099
<b>Error A*B</b>		12	16040	1337		
<b>Taxa (C)</b>		2	9745	4872	6,39	0,0049
<b>B*C</b>		8	17909	2239	2,94	0,0151
<b>Error A*B*C</b>		30	22873	762		
<b>Espectro (D)</b>		1	219175	219175	141,88	0,0000
<b>B*D</b>		4	9714	2429	1,57	0,1981
<b>C*D</b>		2	4116	2058	1,33	0,2741
<b>B*C*D</b>		8	19184	2398	1,55	0,1665
<b>Error A*B*C*D</b>		45	69516	1545		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>					11,26	
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>					8,51	
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>					12,11	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.



Tabela 19 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior da cultura do trigo

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	17467	5822		
<b>Horario (B)</b>	4	11745	2936	2,41	0,1066
<b>Error A*B</b>	12	14608	1217		
<b>Taxa (C)</b>	2	62751	31375	10,50	0,0003
<b>B*C</b>	8	36281	4535	1,52	0,1929
<b>Error A*B*C</b>	30	89669	2989		
<b>Espectro (D)</b>	1	216949	216949	71,87	0,0000
<b>B*D</b>	4	7604	1901	0,63	0,6438
<b>C*D</b>	2	14217	7109	2,35	0,1065
<b>B*C*D</b>	8	18166	2271	0,75	0,6456
<b>Error A*B*C*D</b>	45	135841	3019		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			10,05		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			15,75		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			15,82		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 20 – Análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro mediano volumétrico (DMV) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior da cultura do trigo

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	1540	513		
<b>Horario (B)</b>	4	8587	2147	1,58	0,2428
<b>Error A*B</b>	12	16319	1360		
<b>Taxa (C)</b>	2	23262	11631	8,21	0,0014
<b>B*C</b>	8	22519	2815	1,99	0,0830
<b>Error A*B*C</b>	30	42496	1417		
<b>Espectro (D)</b>	1	196699	196699	158,40	0,0000
<b>B*D</b>	4	15382	3845	3,10	0,0246
<b>C*D</b>	2	3613	1807	1,45	0,2442
<b>B*C*D</b>	8	12613	1577	1,27	0,2832
<b>Error A*B*C*D</b>	45	55882	1242		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			11,84		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			12,09		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			11,32		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 21 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	27,05	9,018		
<b>Horario (B)</b>	4	1519,54	379,886	46,25	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	98,57	8,214		
<b>Taxa (C)</b>	2	1482,15	741,073	82,41	0,0000
<b>B*C</b>	8	186,07	23,258	2,59	0,0281
<b>Error A*B*C</b>	30	269,76	8,992		
<b>Espectro (D)</b>	1	72,49	72,494	7,46	0,0090
<b>B*D</b>	4	71,05	17,761	1,83	0,1399
<b>C*D</b>	2	40,17	20,086	2,07	0,1383
<b>B*C*D</b>	8	92,89	11,612	1,20	0,3232
<b>Error A*B*C*D</b>	45	437,05	9,712		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			22,66		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			23,71		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			24,64		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 22 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	16,23	5,410		
<b>Horario (B)</b>	4	69,44	17,359	1,77	0,1989
<b>Error A*B</b>	12	117,44	9,787		
<b>Taxa (C)</b>	2	731,70	365,850	36,92	0,0000
<b>B*C</b>	8	203,30	25,412	2,56	0,0292
<b>Error A*B*C</b>	30	297,26	9,909		
<b>Espectro (D)</b>	1	406,27	406,272	46,25	0,0000
<b>B*D</b>	4	75,58	18,895	2,15	0,0900
<b>C*D</b>	2	5,40	2,700	0,31	0,7369
<b>B*C*D</b>	8	101,61	12,701	1,45	0,2043
<b>Error A*B*C*D</b>	45	395,32	8,785		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			22,33		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			22,47		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			21,15		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 23 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior da cultura do trigo

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>VALOR F</b>	<b>PR &gt; F</b>
<b>Bloco (A)</b>	3	42,02	14,008		
<b>Horario (B)</b>	4	214,52	53,631	7,52	0,0028
<b>Error A*B</b>	12	85,53	7,128		
<b>Taxa (C)</b>	2	1046,71	523,357	45,01	0,0000
<b>B*C</b>	8	241,58	30,197	2,60	0,0276
<b>Error A*B*C</b>	30	348,86	11,629		
<b>Espectro (D)</b>	1	114,47	114,465	6,27	0,0160
<b>B*D</b>	4	35,98	8,996	0,49	0,7410
<b>C*D</b>	2	69,38	34,691	1,90	0,1613
<b>B*C*D</b>	8	34,72	4,340	0,24	0,9815
<b>Error A*B*C*D</b>	45	821,52	18,256		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			27,66		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			35,33		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			44,27		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 24 – Análise de variância (ANOVA) da variável área coberta (%) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior da cultura do trigo

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>VALOR F</b>	<b>PR &gt; F</b>
<b>Bloco (A)</b>	3	42,02	14,008		
<b>Horario (B)</b>	4	214,52	53,631	7,52	0,0028
<b>Error A*B</b>	12	85,53	7,128		
<b>Taxa (C)</b>	2	1046,71	523,357	45,01	0,0000
<b>B*C</b>	8	241,58	30,197	2,60	0,0276
<b>Error A*B*C</b>	30	348,86	11,629		
<b>Espectro (D)</b>	1	114,47	114,465	6,27	0,0160
<b>B*D</b>	4	35,98	8,996	0,49	0,7410
<b>C*D</b>	2	69,38	34,691	1,90	0,1613
<b>B*C*D</b>	8	34,72	4,340	0,24	0,9815
<b>Error A*B*C*D</b>	45	821,52	18,256		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			27,66		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			35,33		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			44,27		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 25 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a primeira aplicação

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	194	64,6		
<b>Horario (B)</b>	4	44582	11145,5	62,48	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	2141	178,4		
<b>Taxa (C)</b>	2	26042	13020,8	49,63	0,0000
<b>B*C</b>	8	7337	917,1	3,50	0,0058
<b>Error A*B*C</b>	30	7871	262,4		
<b>Espectro (D)</b>	1	46531	46531,4	227,53	0,0000
<b>B*D</b>	4	14506	3626,5	17,73	0,0000
<b>C*D</b>	2	904	451,9	2,21	0,1215
<b>B*C*D</b>	8	2485	310,6	1,52	0,1777
<b>Error A*B*C*D</b>	45	9203	204,5		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			19,22		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			23,31		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			20,58		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 26 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a segunda aplicação

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	1588	529		
<b>Horario (B)</b>	4	57220	14305	29,92	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	5737	478		
<b>Taxa (C)</b>	2	34159	17079	23,36	0,0000
<b>B*C</b>	8	6877	860	1,18	0,3458
<b>Error A*B*C</b>	30	21939	731		
<b>Espectro (D)</b>	1	151372	151372	212,07	0,0000
<b>B*D</b>	4	13711	3428	4,80	0,0026
<b>C*D</b>	2	6915	3458	4,84	0,0124
<b>B*C*D</b>	8	8182	1023	1,43	0,2093
<b>Error A*B*C*D</b>	45	32120	714		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			21,45		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			26,53		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			26,21		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 27 – Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço superior do trigo

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	5933	1978		
<b>Horario (B)</b>	4	9547	2387	4,82	0,0150
<b>Error A*B</b>	12	5947	496		
<b>Taxa (C)</b>	2	18944	9472	17,55	0,0000
<b>B*C</b>	8	17831	2229	4,13	0,0020
<b>Error A*B*C</b>	30	16188	540		
<b>Espectro (D)</b>	1	153082	153082	228,47	0,0000
<b>B*D</b>	4	1586	397	0,59	0,6702
<b>C*D</b>	2	2680	1340	2,00	0,1472
<b>B*C*D</b>	8	11466	1433	2,14	0,0514
<b>Error A*B*C*D</b>	45	30151	670		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			19,75		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			20,61		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			22,96		

Tabela 28– Análise de variância (ANOVA) da variável densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas para a terceira aplicação no terço inferior do trigo

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	5116	1705,3		
<b>Horario (B)</b>	4	17347	4336,7	12,60	0,0003
<b>Error A*B</b>	12	4130	344,2		
<b>Taxa (C)</b>	2	40913	20456,6	59,59	0,0000
<b>B*C</b>	8	13274	1659,2	4,83	0,0007
<b>Error A*B*C</b>	30	10298	343,3		
<b>Espectro (D)</b>	1	61020	61020,3	112,31	0,0000
<b>B*D</b>	4	3122	780,4	1,44	0,2375
<b>C*D</b>	2	12228	6114,2	11,25	0,0001
<b>B*C*D</b>	8	8023	1002,9	1,85	0,0932
<b>Error A*B*C*D</b>	45	24449	543,3		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			26,00		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			25,97		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			32,67		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 29 – Análise de variância (ANOVA) da variável peso de mil sementes (PMS) na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	24,239	807,957		
<b>Horario (B)</b>	4	12,678	316,942	6,52	0,0050
<b>Error A*B</b>	12	5,832	0,48596		
<b>Taxa (C)</b>	2	12,964	648,201	7,36	0,0025
<b>B*C</b>	8	3,817	0,47714	0,54	0,8158
<b>Error A*B*C</b>	30	26,438	0,88125		
<b>Espectro (D)</b>	1	9,321	932,112	14,11	0,0005
<b>B*D</b>	4	4,265	106,623	1,61	0,1873
<b>C*D</b>	2	8,240	412,014	6,24	0,0041
<b>B*C*D</b>	8	2,141	0,26768	0,41	0,9117
<b>Error A*B*C*D</b>	45	29,730	0,66067		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			6,49		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			8,74		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			7,56		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 30 – Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	0,00571	0,00190		
<b>Horario (B)</b>	4	0,00422	0,00106	2,79	0,0755
<b>Error A*B</b>	12	0,00455	0,00038		
<b>Taxa (C)</b>	2	0,01651	0,00825	15,22	0,0000
<b>B*C</b>	8	0,00939	0,00117	2,17	0,0600
<b>Error A*B*C</b>	30	0,01627	0,00054		
<b>Espectro (D)</b>	1	0,03333	0,03333	90,77	0,0000
<b>B*D</b>	4	0,00394	0,00099	2,68	0,0433
<b>C*D</b>	2	0,00565	0,00282	7,69	0,0013
<b>B*C*D</b>	8	0,00205	0,00026	0,70	0,6906
<b>Error A*B*C*D</b>	45	0,01653	0,00037		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			3,04		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			3,64		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			3,00		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 31 – Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	0,00291	0,00097		
<b>Horario (B)</b>	4	0,02885	0,00721	23,26	0,0000
<b>Error A*B</b>	12	0,00372	0,00031		
<b>Taxa (C)</b>	2	0,02171	0,01085	14,18	0,0000
<b>B*C</b>	8	0,01580	0,00198	2,58	0,0283
<b>Error A*B*C</b>	30	0,02296	0,00077		
<b>Espectro (D)</b>	1	0,03502	0,03502	80,25	0,0000
<b>B*D</b>	4	0,00373	0,00093	2,14	0,0915
<b>C*D</b>	2	0,00586	0,00293	6,72	0,0028
<b>B*C*D</b>	8	0,00540	0,00067	1,55	0,1686
<b>Error A*B*C*D</b>	45	0,01964	0,00044		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			3,05		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			4,79		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			3,62		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 32 – Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	0,00182	0,00061		
<b>Horario (B)</b>	4	0,02137	0,00534	7,48	0,0029
<b>Error A*B</b>	12	0,00858	0,00071		
<b>Taxa (C)</b>	2	0,02036	0,01018	11,55	0,0002
<b>B*C</b>	8	0,00824	0,00103	1,17	0,3496
<b>Error A*B*C</b>	30	0,02643	0,00088		
<b>Espectro (D)</b>	1	0,03072	0,03072	70,98	0,0000
<b>B*D</b>	4	0,00259	0,00065	1,50	0,2196
<b>C*D</b>	2	0,00379	0,00189	4,37	0,0184
<b>B*C*D</b>	8	0,00723	0,00090	2,09	0,0569
<b>Error A*B*C*D</b>	45	0,01948	0,00043		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			5,48		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			6,08		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			4,26		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.

Tabela 33 – Análise de variância (ANOVA) da variável NDVI na interação entre horários de aplicação, taxas de aplicação e espectros de gotas

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PR > F
<b>Bloco (A)</b>	3	0,02965	0,00988		
<b>Horario (B)</b>	4	0,00448	0,00112	2,49	0,0988
<b>Error A*B</b>	12	0,00539	0,00045		
<b>Taxa (C)</b>	2	0,00361	0,00180	3,19	0,0552
<b>B*C</b>	8	0,00704	0,00088	1,56	0,1792
<b>Error A*B*C</b>	30	0,01693	0,00056		
<b>Espectro (D)</b>	1	0,02054	0,02054	41,33	0,0000
<b>B*D</b>	4	0,00394	0,00098	1,98	0,1136
<b>C*D</b>	2	0,00131	0,00066	1,32	0,2773
<b>B*C*D</b>	8	0,00290	0,00036	0,73	0,6655
<b>Error A*B*C*D</b>	45	0,02236	0,00050		
<b>CV(Bloco*Horario)</b>			5,22		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa)</b>			5,85		
<b>CV(Bloco*Horario*Taxa*Espectro)</b>			5,49		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*B= horários de aplicação; C= taxas de aplicação, D= espectro de gotas; F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q.= Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; C.V. = Coeficiente de variação em %.