

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

**EFEITO DOS ESPECTROS DE GOTA ASSOCIADOS A  
DIFERENTES ARQUITETURAS DE CULTIVARES DE SOJA  
NO CONTROLE DA FERRUGEM.**

**TESE DE DOUTORADO**

**Mônica Paula Debortoli**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**EFEITO DOS ESPECTROS DE GOTA ASSOCIADOS A  
DIFERENTES ARQUITETURAS DE CULTIVARES DE SOJA  
NO CONTROLE DA FERRUGEM.**

**por**

**Mônica Paula Debortoli**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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 **Doutora em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**EFEITO DOS ESPECTROS DE GOTA ASSOCIADOS A  
DIFERENTES ARQUITETURAS DE CULTIVARES DE SOJA NO  
CONTROLE DA FERRUGEM.**

elaborada por  
**Mônica Paula Debortoli**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ricardo Silveiro Balardin, Ph.D.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)**

---

**Marcelo Gripa Madalosso, Dr. (Instituto Phytus)**

---

**Sandro Borba Possebon, Dr. (Instituto Federal Farroupilha)**

---

**Adilson Jauer, Dr. (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.)**

Santa Maria, 22 de julho de 2011.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo e todas as pessoas que colocou em minha vida.

A CAPES pelo apoio financeiro a realização deste trabalho e ao Instituto Phytus pelo aporte físico e oportunidades.

A Universidade Federal de Santa Maria, especialmente ao Departamento de Defesa Fitossanitária e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela magnífica oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor orientador Ricardo Silveiro Balardin e família, pela orientação, ensinamentos, amizade, compreensão e confiança depositada na execução deste trabalho, contribuindo substancialmente para minha formação profissional.

Ao meu noivo Ronald William Bentim Maia pelo apoio, compreensão, incentivo, companheirismo, paciência, amor e dedicação que serviram como base emocional para vencer mais uma etapa de minha formação.

A minha família, em especial ao meu pai Arnildo José Debortoli, minha mãe Iria Terezinha Debortoli (*In memoriam*), meus irmãos Marlise Eva Debortoli Sanini, Marlei Fátima Debortoli Rizzi e Marcelo Antonio Debortoli, minhas sobrinhas Marjana, Melissa e Marina, a minha segunda família, em especial Sirlei Pinheiro e Sérgio Zuchelli, e a sogra e amiga Marisa Costa Bentim, pelo constante incentivo, amor, amizade, esforço e compreensão recebidos.

Aos colegas: Nédio Rodrigo Tormen, Diego Dalla Favera, Gerson Dalla Corte, Giuvan Lenz, Heraldo S. Cezar, Francis Sartori Maffini, Rafael Pegoraro Gai, Marlon Stefanello, Felipe Frigo Pinto, Juliano Daniel Uebel, André Ebone, Marcelo Gripa Madalosso, Felipe Dalla Lana, Simone Minuzzi, Caroline Gulart, Juliano Perlin de Ramos e tantos outros que tiveram participação na obtenção deste Título.

Em especial ao professor Alberto Cargnelutti e ao colega Juliano Ricardo Farias pelo auxílio.

Aos amigos Edurado e Vani e “seu” Antão pelo suporte e condução dos trabalhos.

A todos os demais professores, funcionários e alunos da UFSM, que de uma forma ou de outra, contribuíram para a execução e finalização deste trabalho.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### EFEITO DOS ESPECTROS DE GOTA ASSOCIADOS A DIFERENTES ARQUITETURAS DE CULTIVARES DE SOJA NO CONTROLE DA FERRUGEM.

AUTOR: MÔNICA PAULA DEBORTOLI  
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN  
Local e Data: Santa Maria/RS, 22 de Julho de 2011.

A eficiência de um fungicida é o resultado da associação de uma série de fatores como: momento da aplicação, condições ambientais, condição fisiológica da planta e tecnologia de aplicação utilizada. Já para esta última a adequada deposição e distribuição do ingrediente ativo no alvo é determinante para eficiência do processo. O objetivo deste trabalho foi determinar o espectro de gotas ideal em função das características de arquitetura de planta de cultivares de soja. Foram conduzidos dois experimentos na área experimental do Instituto Phytus, no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul na safra 2009/2010. O experimento 1 consistiu do comparativo de oito cultivares com características variadas de arquitetura de planta com aplicação de fungicida utilizando espectro de gotas fino. No Experimento 2, foram testadas quatro cultivares com aplicação de fungicida utilizando quatro espectros de gotas (muito fino, fino, médio e grosso). Para avaliar o efeito dos tratamentos foram determinados os seguintes parâmetros: número de gotas.cm<sup>-2</sup>, diâmetro mediano volumétrico, Índice de Área Foliar, estatura de plantas, número de ramos.planta<sup>-1</sup>, AACPFa, percentual de luz incidente no dossel produtividade da soja e componentes do rendimento. Os dados do experimento 1 indicaram que a arquitetura de plantas (estatura de plantas, número de ramos.planta<sup>-1</sup> e IAF) influenciou significativamente a deposição de gotas no terço inferior e médio das cultivares. Também pode-se inferir que as cultivares de soja se agrupam em função de suas características de arquitetura permitindo cobertura de gotas semelhante. No experimento 2 a aplicação de fungicida com diferentes espectros de gotas possibilitaram variações significativas no controle da doença bem como na produtividade da soja. O espectro de gotas fino teve maior consistência no controle e deposição de gotas entre as quatro cultivares.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, deposição de gotas, controle químico, *Phakopsora pachyrhizi*.

## ABSTRACT

Doctor Thesis  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### EFFECT OF DROP SPECTRA ASSOCIATED WITH DIFFERENT ARCHITECTURES OF SOYBEAN CULTIVARS IN CONTROL OF THE RUST.

AUTOR: MÔNICA PAULA DEBORTOLI  
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN  
Local and Date: Santa Maria/RS, July 22, 2011

The efficiency of a fungicide is the result of the combination of a variety of factors including: time of application, environmental conditions, physiological condition of plant and application technology used. Already to the latter the proper the deposition and distribution of the active ingredient in the target is decisive for efficiency. The objective of this study was to evaluate the optimal droplet spectrum depending on the characteristics of plant architecture of soybean varieties. Two trails were conducted in the experimental area Phytus Institute in the city of Itaara, central region of Rio Grande do Sul in 2009/2010. The trial consisted of comparison of eight cultivars with different architectural characteristics of the plant with fungicide application using fine droplet spectrum. In Experiment 2, four cultivars were tested with application of fungicide using four spectra drops (very fine, fine, medium and coarse). To evaluate the effect of the treatments were assessed the following parameters: number of drops.cm<sup>-2</sup>, volume median diameter, Leaf Area Index, plant height, number of branches.plant<sup>-1</sup>, AUCPD, percentage of incident light in the canopy, yield soybean and yield components. The data of trial 1 showed that the architecture of plants (plant height, number of branches.plant<sup>-1</sup> and LAI) significantly affected the deposition of droplets in the bottom and middle of the cultivars. It can also be inferred that the soybean cultivars are grouped due to their architectural characteristics allowing coverage similar drops. In trial 2, the application of fungicides with different droplet spectra allowed significant variations in disease control and on soybean yield. The fine droplet spectrum was more control and consistency in droplet deposition between the four cultivars.

**Key words:** application technology, droplet deposition, chemical control, *Phakopsora pachyrhizi*.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01 – Divisão das plantas de soja em três estratos (terço superior, médio e inferior) em relação à estatura da planta e representação da coleta de cartões nos terços da soja.....  | 30 |
| Figura 02 – Método de determinação de IAF. A) Fotografia de todas as folhas destacadas de duas plantas coletadas na parcela no momento de cada aplicação; B) Planta após a retirada de todas as folhas, para contagem de ramos..... | 32 |
| Figura 03 – Dendrograma mostrando grupos homogêneos de cultivares de soja. Método: hierárquico (vizinho mais próximo). Função de agrupamento: Distância Mahalanobis.....  | 49 |
| Figura 04 – Magnitude da distância da média dos quatro grupos de cultivares para as variáveis discriminatórias da primeira aplicação.....   | 50 |
| Figura 05 – Magnitude da distância da média dos quatro grupos de cultivares para as variáveis discriminatórias da segunda aplicação.....  | 51 |
| Figura 06 – Média do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) com os diferentes espectros de gotas nas três aplicações.....   | 52 |
| Figura 07 – Média de produtividade da soja de quatro cultivares pela aplicação dos tratamentos com quatro espectros de gotas.....   | 65 |
| Tabela 1 - Descrição das cultivares dos dois experimentos, Itaara - RS, 2010....  | 28 |
| Tabela 2 - Condições meteorológicas no momento das aplicações dos dois experimentos. Itaara - RS, 2010.....   | 29 |
| Tabela 3 - Espectro de gotas em função da ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento. Santa Maria, 2010.....   | 30 |
| Tabela 4 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) nos terços inferior, médio e superior após a primeira aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011...  | 38 |
| Tabela 5 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) nos terços inferior, médio e superior após a segunda aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011..  | 39 |
| Tabela 6 – Penetração e cobertura de gotas na média de oito cultivares em duas aplicações. Itaara/RS, 2011.....   | 40 |
| Tabela 7 – Número de gotas.cm <sup>-2</sup> nos terços inferior, médio e superior após a primeira aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 41 |
| Tabela 8 – Número de gotas.cm <sup>-2</sup> nos terços inferior, médio e superior após a segunda aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....   | 41 |
| Tabela 9 – Estatura de plantas (cm) de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.....  | 42 |
| Tabela 10 – Número de ramos/planta de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.....   | 42 |
| Tabela 11 – Índice de Área Foliar (IAF) de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.....  | 43 |
| Tabela 12 – Percentual de Luz Incidente nos terços inferior (%LII) e médio (%LIM) de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011..   | 44 |
| Tabela 13 – Produtividade (kg/ha) de oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011...  | 45 |
| Tabela 14 – Massa de mil grãos (gramas) de oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 46 |
| Tabela 15 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre o número de   | 47 |

|   |    |
|---|----|
| gotas no terço inferior e o número gotas no terço médio (GTM), estatura de plantas (EST), número de ramos/planta (RAM), índice de área foliar (IAF) e coeficiente de correlação de Pearson (total) no momento de cada aplicação. Itaara, 2011.....  |    |
| Tabela 16 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número de gotas no terço médio (GTM), estatura de plantas (EST), número de ramos/planta (RAM), índice de área foliar (IAF) e coeficiente de correlação de Pearson (total) sobre o número de gotas no terço inferior no momento de cada aplicação. Itaara, 2011.. | 48 |
| Tabela 17 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na primeira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 53 |
| Tabela 18 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na segunda aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....   | 53 |
| Tabela 19 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na terceira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 54 |
| Tabela 20 – Penetração e cobertura de gotas na média de quatro cultivares em três aplicações com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.....   | 55 |
| Tabela 21 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm <sup>-2</sup> ) obtida na primeira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 57 |
| Tabela 22 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm <sup>-2</sup> ) obtida na segunda aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....   | 57 |
| Tabela 23 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm <sup>-2</sup> ) obtida na terceira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 58 |
| Tabela 24 – Estatura de planta (cm) de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.....  | 59 |
| Tabela 25 – Número de ramos/planta de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.....   | 59 |
| Tabela 26 – Índice de área foliar de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.....  | 60 |
| Tabela 27 – Percentual de Luz Incidente nos terços inferior (%LII) e médio (%LIM) em quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.....  | 61 |
| Tabela 28 – Área Abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja após a aplicação com diferentes espectros de gotas, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....   | 62 |
| Tabela 29 – Produtividade da soja após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....   | 64 |
| Tabela 30 – Massa de mil grãos da soja após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 66 |
| Tabela 31 – Produtividade da soja estratificada em três terços após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.....  | 67 |

Tabela 32 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número gotas no terço inferior das três aplicações (GTI1, GTI2, GTI3), no terço médio das três aplicações (GTM1, GTM2 GTM3) e coeficiente de correlação de Pearson (total) sobre a produtividade da soja no terço inferior. Itaara, 2011..... 67

## LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

|  |    |
|--|----|
| ANEXO A - Escala fenológica de desenvolvimento da soja.....  | 77 |
| ANEXO B - Classes de tamanho de gotas segundo normas BCPC (British Crop<br>Production Council) com características correspondentes (DMV e<br>PRD)..... | 79 |
| APÊNDICE A – Análise da variância das variáveis do Experimento<br>1.....   | 80 |
| APÊNDICE B – Análise da variância das variáveis do Experimento<br>2.....   | 86 |

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>2.1 Tecnologia de aplicação</b> .....  | <b>15</b> |
| 2.1.1 Importância.....  | 15        |
| 2.1.2 Espectro de gotas .....   | 17        |
| 2.1.3 Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN)                  | 18        |
| 2.1.4 Cobertura .....   | 18        |
| 2.1.5 Ponta de pulverização .....   | 21        |
| 2.1.6 Alvo biológico .....  | 23        |
| <b>2.2 Controle químico da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow)</b> ..... | <b>24</b> |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>3.1 Local, semeadura e manejo da soja:</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>3.2 Experimento 1</b> .....  | <b>27</b> |
| <b>3.3 Experimento 2</b> .....  | <b>28</b> |
| <b>3.4 Avaliações:</b> .....  | <b>30</b> |
| 3.4.1 Variáveis de deposição de gotas.....  | 31        |
| 3.4.2 Parâmetros da arquitetura de plantas .....  | 31        |
| 3.4.3 Percentual de luz incidente no dossel .....   | 32        |
| 3.4.4 Severidade da ferrugem asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow).....            | 33        |
| 3.4.5 Produtividade da soja e componentes de rendimento.....                                | 34        |
| <b>3.5 Análise estatística</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>38</b> |
| <b>4.1 Experimento 1</b> .....  | <b>38</b> |
| 4.1.1 Deposição de gotas.....   | 38        |
| 4.1.2 Arquitetura de plantas .....  | 41        |
| 4.1.3 Percentual de luz incidente no dossel .....   | 44        |
| 4.1.4 Produtividade da soja .....   | 45        |
| 4.1.5 Interação entre parâmetros .....  | 46        |
| <b>4.2 Experimento 2</b> .....  | <b>51</b> |
| 4.2.1 Deposição de gotas.....   | 51        |
| 4.2.2 Arquitetura de plantas .....  | 58        |
| 4.2.3 Percentual de Luz Incidente no dossel.....  | 60        |
| 4.2.4 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem Asiática (AACPFa) .....                 | 61        |
| 4.2.5 Produtividade e componentes do rendimento .....                                       | 63        |
| <b>5 CONCLUSÕES</b> .....   | <b>68</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | <b>69</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....   | <b>77</b> |
| <b>APÊNDICES</b> .....  | <b>80</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

O controle de doenças na cultura da soja está baseado no manejo integrado. A ferrugem asiática, atualmente a doença de maior importância econômica da cultura no Brasil, tem no controle químico uma das principais estratégias de manejo. A eficiência de um fungicida é o resultado da associação de uma série de fatores como: momento da aplicação, condições ambientais, condição fisiológica da planta e tecnologia de aplicação utilizada.

A eficiência da tecnologia de aplicação é determinada pela adequada colocação e distribuição do produto no alvo. Assim, a escolha da ponta de pulverização é fundamental para que se obtenha uma gota de tamanho ideal, somada ao momento de aplicação e ao arranjo de plantas, compondo um conjunto de fatores que devem ser considerados na tomada de decisão para o controle da doença. A adequação entre tecnologia de aplicação de fungicidas e manejo fitotécnico proporciona maior exposição da área foliar das plantas à pulverização e interceptação de radiação. Essa associação pode fazer parte de um manejo integrado para a cultura, otimizando as práticas fitossanitárias.

No manejo fitotécnico deve ser considerada a arquitetura das cultivares de soja por meio de seus atributos como: capacidade de ramificação, tamanho de folíolo, índice de área foliar, estatura de planta e número de nós também podem afetar a distribuição de gotas no interior do dossel da planta. A penetração e cobertura de gotas estão diretamente relacionadas ao arranjo e arquitetura das plantas. Pesquisas têm demonstrado que aplicações realizadas na soja semeada em espaçamentos maiores apresentam melhor distribuição de gotas no interior do dossel.

Nos últimos anos com o aumento da utilização de cultivares melhoradas geneticamente com características de porte menor e maior ramificação, tem-se observado interferência da arquitetura de plantas na deposição de gotas ao longo do dossel da cultura. Neste sentido, a interação entre arquitetura e arranjo de plantas com a tecnologia de aplicação empregada torna-se importante para justificar os resultados obtidos em campo.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da arquitetura de planta e de diferentes espectros de gota na tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Como objetivos específicos: capítulo 1) determinar a influência da arquitetura das plantas de soja sobre a deposição de gotas no dossel da cultura e definir grupos de cultivares em função de suas características de arquitetura de planta e deposição de gotas; capítulo 2) determinar o espectro de gotas ideal para otimizar a tecnologia de aplicação em cultivares de soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Tecnologia de aplicação

#### 2.1.1 Importância

Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Dessa forma, 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, 1998). 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 de desperdício e com a máxima segurança ao homem e ao ambiente (BOLLER, 2008).

Ao determinar o alvo a ser atingido, o produto deve exercer a sua ação sobre o patógeno que se quer controlar. 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. Segundo Butzen et al. (2005a) as chaves para o sucesso no manejo da ferrugem da soja incluem monitoramento do movimento da doença na área, eficiência no momento de aplicação, utilização de fungicidas com maior residual, boa cobertura da aplicação e em muitos casos reaplicação. Nesse conceito, a tecnologia de aplicação tanto aérea como terrestre assume importante papel na eficácia de fungicidas para o manejo da ferrugem da soja (BUTZEN et al., 2005b).

Entretanto, MATTHEWS (2000) ressalta que a aplicação de agrotóxicos, tal como se pratica hoje, apesar de diferir daquela praticada há 100 anos, se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico. A preocupação com o excesso de resíduos nos alimentos e o desperdício de energia bem como a degradação do meio ambiente, vem aumentando por parte da

sociedade. Desta forma a redução nos desperdícios e equívocos na aplicação, faz parte de um processo que demanda um período longo, como por exemplo, o desenvolvimento de novas técnicas como a resistência de plantas a fungos (MATUO, 2005), bem como o acesso e correta utilização da informação aumentando a eficiência da aplicação.

O domínio da técnica utilizada é muito importante visando a redução do desperdício do agrotóxico e também da contaminação do ambiente. Não somente a escolha do produto adequado e o momento propício à pulverização são fatores decisivos para obter medidas fitossanitárias eficazes, mas igualmente o conhecimento da melhor técnica de aplicação (IRLA, 1989). Para aferir a eficiência de uma pulverização é necessário determinar características como: tamanho de gotas, uniformidade do tamanho e densidade das gotas e a cobertura da pulverização (OZMERI & CILINGIR, 1992).

A qualidade e otimização da aplicação é determinada por diversos fatores como a escolha de fungicidas eficientes, momento ideal para aplicação, frequência suficiente de aplicações, volume de calda, tecnologia de aplicação ajustada ao alvo e cultura (CUNHA, 2010).

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

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

A eficácia dessas medidas não depende somente da escolha de fungicidas eficientes, momento ideal para aplicação e volume de calda, mas também de fatores relacionados à penetração e cobertura de todo dossel da planta. Para Madalosso et al. (2006) esses fatores podem estar relacionados com o arranjo de plantas adequado na área, maximizando a eficácia do fungicida através da maior a

penetração e cobertura no combate à ferrugem asiática, elevando a duração da área foliar verde culminando em incrementos de produtividade. Segundo Madalosso (2007), o fato do aumento do espaçamento entre linhas maximizar a retenção do fungicida, evidencia a importância da interação do manejo fitotécnico, controle químico das doenças e a tecnologia utilizada na aplicação.

### 2.1.2 Espectro de gotas

O espectro de gotas produzido por um equipamento trata-se da caracterização da pulverização em função dos diferentes tamanhos de gotas produzidas, sendo obtido em função da ponta de pulverização, tamanho do orifício e pressão de trabalho (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005). Em uma pulverização com gotas de tamanhos muito semelhantes o espectro é considerado homogêneo, já com gotas produzidas de tamanhos distintos ele é chamado de heterogêneo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Para aplicação de fungicidas, o espectro de gotas é fundamental e varia de acordo com a ponta de pulverização. Embora pontas cônicas sejam recomendadas para aplicações de fungicidas, elas produzem espectro de gotas muito finas, que são muito propensas a deriva (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005). Pontas de jato plano têm sido muito utilizadas por apresentarem a característica de trabalharem em uma faixa ampliada de pressão e assim podendo produzir gotas menores com boa penetração no dossel da planta, entretanto, deve-se ter cuidado para não exceder o limite de pressão recomendado. Pontas de jato plano produzem padrão de gotas que variam de finas a médias, essas pontas podem trabalhar em várias configurações de pressão e mesmo assim produzem gotas menos sujeitas a deriva que as produzidas por pontas cônicas (OZKAN et al., 2007).

As pontas de jato defletor têm característica de apresentarem espectro de gotas média/grossa com significativa redução no potencial de deriva das gotas. Outra opção para aplicações de fungicidas é a ponta de jato plano duplo que proporciona boa penetração em folhagens mais densas devido ao seu ângulo e produz espectro de gotas finas com boa cobertura (PAULSRUD & MONTGOMERY, 2005).

### 2.1.3 Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN)

Dentro de um espectro de gotas pulverizado por um equipamento há necessidade de se conhecer as características médias dessas gotas que compõem uma série pulverizada, pois refletem diretamente a cobertura e penetração do produto. Para tanto se utilizam os parâmetros estatísticos Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e o Diâmetro Mediano Numérico (DMN) que permitem expressar numericamente o tamanho e a uniformidade de deposição de gotas.

O DMV representa o diâmetro da gota ( $\mu\text{m}$ ) que divide o volume total em duas metades iguais, ou seja, metade do volume pulverizado é constituído de gotas menores que o DMV e a outra metade em gotas maiores que esse valor. Nota-se que o valor DMV está situado mais próximo do limite superior das classes de diâmetro, pois o volume de poucas gotas grandes equivale ao de muitas gotas pequenas (MATUO et al., 2005).

O DMN corresponde ao diâmetro da gota ( $\mu\text{m}$ ) que divide o número total de gotas em duas porções iguais, onde metade do número de gotas da série é maior que DMN e a outra metade são menores. Desta forma, o valor do DMN será necessariamente menor ou igual ao DMV, pois a medida independe de volume e as gotas pequenas são numeradas da mesma forma que as grandes.

### 2.1.4 Cobertura

A cobertura de gotas trata-se da quantidade de superfície visada (alvo) que é atingida pela pulverização e expressada em porcentagem (VELLOSO, 1984).

A cobertura é dada pela fórmula de Courshee (1967), citado por Matuo et al. (2005):

$$C = \frac{15 [V.R.K^2]}{A.D}$$

Sendo:

C = cobertura (% da área)

V = Volume de aplicação ( $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

R = taxa de recuperação

K = fator de espalhamento de gotas

A = superfície vegetal existente no hectare

D = diâmetro de gotas

De acordo com os parâmetros da fórmula, para aumentar a cobertura basta elevar o volume de aplicação (V). A taxa de recuperação (R), correspondente à porcentagem do volume aplicado captado pelo alvo, é dependente de diversos fatores inerentes à tecnologia de aplicação como momento de aplicação, tamanho de gota e arranjo de plantas adequado. O fator de espalhamento de gotas (K) é uma função quadrática, por isso atua sensivelmente na cobertura. Entretanto, pode ser maximizado pela adição de componentes tensoativos à calda que reduzem a tensão superficial da gota diminuindo o ângulo de contato com a superfície foliar (KISSMANN, 1998).

A adesão da gota, a área de espalhamento e a retenção na folha podem ser aumentadas pela adição de surfactantes na mistura de tanque (BASU et al. 2002). Além de proporcionar uma maior área de cobertura por gota, a redução na tensão superficial permite que o produto penetre em locais antes impossibilitados como, epidermes com alta densidade de tricomas e aberturas naturais de pragas.

No que diz respeito ao denominador da equação, a relação é matematicamente inversa, ou seja, a cobertura será prejudicada com o aumento da área foliar por hectare, mantida as demais condições (KISSMANN, 1998). No decorrer do ciclo vegetal ocorre um aumento no IAF e desta forma, devem ser efetuados ajustes necessários nos outros parâmetros da fórmula, caso contrário a eficácia da aplicação é extremamente afetada. Balardin et al., (2001), verificaram melhor controle de doenças de final de ciclo com aumento do volume da aplicação à medida que se aumenta o índice foliar. Além do ajuste do volume da aplicação (V), a mudança no tamanho da gota (D) e a adição de adjuvantes à calda beneficiando o espalhamento de gotas (K) são estratégias possíveis.

Outra forma que expressa a cobertura do alvo é através da medida gotas.cm<sup>-2</sup> (CHRISTOFOLETTI, 1999). Esse parâmetro é mais fácil de ser determinado tanto na forma de contagem manual como através de softwares, e estabelece a quantidade mínima de gotas suficiente para expressar o efeito do produto. No caso específico de fungicidas, Ozeki & Kunz (1998) defendem a tese de que é necessário um

mínimo de 30 a 50 gotas.cm<sup>-2</sup> para fungicidas sistêmicos e mais de 70 para protetores. Já Christofolletti (1999) aponta a necessidade de 30 a 40 gotas.cm<sup>-2</sup> para sistêmicos e entre 50 a 70 para protetores. Dados obtidos por Ugalde (2005) na cultura da soja demonstraram que volumes de calda de 120 e 160 L.ha<sup>-1</sup> proporcionaram cobertura de gotas mínima eficiente para fungicida sistêmico de 45 e 60 gotas.cm<sup>-2</sup>, respectivamente.

Ozeki & Kunz (1998) ressaltam que a eficiência biológica 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 potencial de deriva, mas pode reduzir a eficiência de controle, resultando em excessivo uso de pesticidas (WILSON et al., 1963; SMITH et al., 1975). Matuo et al. (2005), todavia adverte que é possível conseguir um bom grau de cobertura e redução das perdas através do aumento do volume aplicado, mesmo com gotas grandes, embora com menor rendimento operacional do equipamento. Já gotas menores têm pouco peso e inércia permanecendo por mais tempo em suspensão no ar ficando suscetíveis ao arraste pela deriva e evaporação durante a aplicação, porém em condições adequadas a penetração e cobertura do alvo são freqüentemente maiores (SANTOS, 1998).

Para Yu et al. (2009) o tamanho de gotas é reconhecido como um dos parâmetros mais importantes que influenciam o controle de pragas e doenças. Assim a gota deve ser grande o suficiente para depositar no alvo sem evaporar na aplicação, mas deve ser pequena o bastante para proporcionar cobertura suficiente de ingrediente ativo no alvo (REICHARD et al., 1977). De fato, o padrão de cobertura de gotas e o tempo de evaporação no alvo variam com a quantidade de aditivos que a calda possui, tamanho de gota, fina estrutura da superfície da folha e com as condições de umidade relativa do ar (YU et al., 2009).

Gotas pequenas têm tempo de vida (tempo de extinção) muito reduzido, assim se o ingrediente ativo perde seu diluente, ele forma uma partícula minúscula de ingrediente concentrado que não é absorvido e que pode ser removido da superfície foliar pelo vento (MATTHEWS, 2000). Conhecendo o tempo de evaporação da gota e o padrão de deposição de gotas no alvo pode-se buscar a melhor utilização de agentes químicos aumentando a eficiência da aplicação foliar (YU et al., 2009).

Para aplicação de fungicidas a cobertura é essencial e considerando que à medida que a planta cresce a penetração é dificultada, torna-se importante a deposição de gotas em todo o dossel da planta. O tamanho de gotas tem influência na cobertura, penetração e deposição, assim gotas pequenas proporcionam melhor cobertura, já gotas muito pequenas podem sofrer deriva ou evaporação e gotas grandes apresentam problemas devido a tendência de escorrimento e reduzido número de gotas.cm<sup>-2</sup>. Segundo Paulsrud & Montgomery, (2005) a meta da aplicação de fungicidas é produzir um tamanho de gotas que possibilite um bom equilíbrio da cobertura, penetração e deposição de gotas.

Para Ozkan et al. (2007) gotas de espectro fino a médio com DMV entre 200 a 300 µm são as idéias para aplicação de fungicidas no controle de ferrugem asiática da soja.

#### 2.1.5 Ponta de pulverização

As pontas de pulverização juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico. Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pela peneira e por fim o orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO et al., 2005). 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.

Quanto à forma do jato e distribuição, as pontas se dividem em pontas de jato cônico, com orifício e deposição circular e de jato plano com orifício em forma de fenda originando jato em forma de leque e com deposição linear (MATUO et al., 2005). Segundo Christofolletti (1992), as pontas de jato cônico foram amplamente utilizadas devido a sua formação de gotas menores de maior potencial de penetração. Entretanto, a partir do surgimento das pontas de jato leque, esse conceito começou a ser alterado, visto que apresentam uniformidade de distribuição e cobertura dos estratos da planta (BALARDIN, 2002).

As pontas de jato leque produzem um jato em um só plano e podem ser de deposição contínua, quando a distribuição do líquido na faixa de deposição é uniforme e pode ser de deposição descontínua, quando a deposição é maior no centro da faixa decrescendo simetricamente para os bordos. Além do jato leque, as pontas de jato plano ainda podem ser discriminadas em pontas de jatos de impacto, também chamadas de leque defletor. Essas pontas são de alta vazão e grande angulação produzindo ângulos maiores que as do leque comum podendo chegar até a 130° (MATUO et al., 2005).

Outro modelo é a ponta de pulverização de jato plano duplo leque, que possui dois orifícios idênticos produzindo um leque voltado 30° para frente e outro 30° para trás em relação à vertical. Sua produção de gotas é de tamanho menor quando comparado a uma ponta de jato leque de vazão equivalente. Christofolletti (1992) ressalta que a angulação do jato tende a ser mais incisiva na penetração e cobertura do produto no dossel inferior da cultura, condição indispensável na aplicação de fungicidas.

No entanto, Bonini (2003) encontrou desempenho inferior do jato plano duplo leque quando comparado com pontas cone, leque comum e indução de ar. Segundo o autor, os resultados obtidos deveram-se às condições climáticas no momento da aplicação e que proporcionaram perdas comprometendo a eficácia da ponta.

As pontas são componentes essenciais no sucesso da aplicação de produtos líquidos. Segundo Butzen et al. (2005b) por controlar a quantidade e a uniformidade da aplicação, as pontas de pulverização determinam a cobertura da aplicação de fungicidas. Matuo et al. (2005) faz uma ressalva com relação à pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, dizendo que o aumento da pressão acima da pressão recomendada, não leva necessariamente as gotas a uma distância maior, podendo acontecer o inverso, ou seja, aumentando a pressão, haverá a diminuição do tamanho das gotas, as quais terão pouco peso e a distância percorrida pelas mesmas diminuirá, não importando a força com que sejam lançadas.

### 2.1.6 Alvo biológico

A tecnologia de aplicação apresenta limites bastante definidos, de um lado, o equipamento responsável pela pulverização propriamente dita: formação e impulsão de gotas de uma calda (mistura, suspensão ou diluição) e do outro, a superfície ou local onde estas serão depositadas o chamado de alvo biológico.

O alvo é definido em função da superfície a ser tratada (folhas, caule, frutos, solo). Até a gota atingir o alvo, vários fatores afetam sua trajetória principalmente arranjo de tecnologia de aplicação empregado (ponta de pulverização, pressão de trabalho, volume de calda) e condições ambientais, estas atuam sobre a gota durante sua trajetória e depois de sua deposição.

A tecnologia de aplicação deve ser adotada em função do alvo da pulverização, alvos com superfícies grandes e posições mais horizontais são mais facilmente atingidos e cobertos com gotas de maior diâmetro como ocorre em aplicações de herbicidas pré-emergentes. O desempenho da aplicação é muito afetado pelas condições operacionais, condições ambientais e pela estrutura do alvo (WALKLATE et al., 2000).

A cobertura de gotas do alvo é determinada por interações entre o tamanho e densidade de gotas, umidade do ar, características físicas das folhas da planta (alvo) e da arquitetura do dossel da planta (DORR, et al., 2006). Ross (1981) define arquitetura de planta como fatores que consideram a forma, tamanho, geometria e estrutura externa de uma planta. A arquitetura inclui numerosos caracteres como número de hastes e de ramos, a estrutura de cada haste ou ramo (número e comprimento dos entrenós), estrutura e tamanho de folha e orientação das mesmas (HUYGHE, 2000).

Na soja a densidade de folhas associada a emissão de ramos tornam o dossel muito denso no período reprodutivo, quando a cultura necessita de maior proteção contra ocorrência de pragas e doenças. Segundo Zhu et al (2006) entre os estádios de R3 e R5 as plantas de soja são mais altas e tem a folhagem mais densa, e a maior parte das folhas está concentrada no topo do dossel.

## 2.2 Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)

O controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) compreende diversas medidas conjuntas de manejo, entretanto o controle químico com fungicidas é até o momento, o principal método de controle da doença (SOARES et al., 2004).

Quatro famílias de fungicidas são recomendadas para o controle de ferrugens, os triazóis (tebuconazol, ciproconazol, propiconazol, miclobutanil), estrobilurinas (azoxistrobina, piraclostrobina, trifloxistrobina, picoxistrobina) e carboxamidas (oxicarboxim) (BUTZEN et AL., 2005a).

Na Ásia, pesquisas indicam que Mancozeb foi eficiente reduzindo a severidade da doença e protegendo o rendimento quando comparado com as parcelas sem tratamento (MILES et al., 2003; PATIL & ANAHOSUR, 1998). Na Índia e no sul da África ensaios com fungicidas identificaram vários triazóis que foram eficientes contra ferrugem da soja (BUTZEN et al., 2005a), triazóis também apresentaram eficiência no controle de ferrugem na África e América do Sul (BUTZEN et al., 2005a). Recentes estudos na África e na América do Sul têm observado que triazóis, tebuconazol e tetraconazol, bem como estrobilurinas e misturas de estrobilurinas + triazóis, incluindo azoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina + propiconazol foram eficientes no controle da ferrugem da soja (HARTMAN et al., 2005; LEVY, 2004; MILES et al., 2003).

Segundo Butzen et al. (2005a) as chaves para o sucesso no manejo da ferrugem da soja incluem monitoramento do movimento da doença na área, eficiência no momento de aplicação, utilização de fungicidas com maior residual, boa cobertura da aplicação e em muitos casos reaplicação. Nesse conceito, a tecnologia de aplicação tanto aérea como terrestre assume importante papel na eficácia de fungicidas para o manejo da ferrugem da soja (BUTZEN et al., 2005b).

O controle da ferrugem asiática da soja que os fungicidas sejam aplicados nas folhas do baixeiro, com profundidade dentro do dossel da cultura (ZHU et al., 2008). Contudo, Gohlich (1985) demonstrou que os depósitos na parte inferior de um dossel com 1 m de altura foi em torno de 25% do obtido no topo do dossel.

No Brasil, as perdas anuais na cultura da soja pela ocorrência de doenças foram estimadas em um milhão de dólares (WRATHER et al., 1997), embora esse dado não tenha considerado a incidência da ferrugem. A Embrapa Soja estimou que

as perdas pela ocorrência de ferrugem asiática na safra 2005/2006 foram de aproximadamente 1,75 bilhões de dólares (EMBRAPA, 2007). Essa estimativa é resultante do somatório das perdas de rendimento de grãos pela ocorrência da doença e do incremento no custo de produção pela necessidade de aplicação de fungicidas. As perdas devido à ferrugem asiática variaram de 30 a 75% (YORINORI, 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local, semeadura e manejo da soja:

O estudo constou de dois experimentos realizados na safra 2009/10, na área da Estação Experimental do Instituto Phytus no município de Itaara – RS, localizada nas coordenadas geográficas 29°58' S e 53°81' O, possuindo altitude média de 440 m. Tal área está inserida na região fisiográfica do Planalto Médio, mais precisamente na serra de São Martinho, onde solo é classificado como Neossolo Litólico Eutrófico típico e a variedade climática é do tipo Cfa (Köppen), caracterizada pela ocorrência de precipitações entre 1.700 e 1.800 milímetros anuais bem distribuídos em todos os meses e 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 análise do solo da área do experimento continha: Argila %: 24; pH H<sub>2</sub>O: 5,7; Índice SMP: 6,0; P mg dm<sup>-3</sup>: 8,9; K mg dm<sup>-3</sup>: 264; M.O. %: 3,6; Altroc. cmolc dm<sup>-3</sup>: 0,0; Catroc. cmolc dm<sup>-3</sup>: 5,4; Mgtroc. cmolc dm<sup>-3</sup>: 1,9; H + Al cmolc dm<sup>-3</sup>: 3,1; CTC. cmolc dm<sup>-3</sup>: 11,0; % Sat da CTC Bases: 71,9; Sat da CTC Al: 0,0; S mg dm<sup>-3</sup>: 13,8; Zn mg dm<sup>-3</sup>: 7,6; Cu mg dm<sup>-3</sup>: 2,0; B mg dm<sup>-3</sup>: 0,4; Mn mg dm<sup>-3</sup>: 16; Fe g dm<sup>-3</sup>: nd.;

Nos dois experimentos, as cultivares de soja foram semeadas no dia 17/12/2009 utilizando semeadora Stara Sfill (5 linhas) com espaçamento entre linhas de 0,5m, utilizando 200 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 02-28-18. A densidade de plantas utilizada foi de 12 plantas/m linear, resultando população final de 240.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. As sementes foram previamente tratadas com Fipronil (250 g.L<sup>-1</sup>) + Piraclostrobina (25,0 g.L<sup>-1</sup>) + Tiofanato-metílico (225,0 g.L<sup>-1</sup>), na dose de 200 ml.100 kg<sup>-1</sup> de semente e homogeneizadas utilizando um tambor rotativo com eixo excêntrico. No momento que antecedeu a disposição das sementes na semeadora, estas foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (150 mL.50 kg<sup>-1</sup> de semente). Para evitar o contato direto da semente com as partículas do fertilizante, estas foram dispostas a três cm de profundidade e o último a 10 cm.

A cultura foi estabelecida em área de cultivo sob sistema de semeadura direta, sucedendo a cultura de aveia preta. A área do experimento foi dessecada 30

dias antes da semeadura da soja com 2,5 L.ha<sup>-1</sup> do herbicida glifosato (480 g.L<sup>-1</sup>), e os demais tratamentos necessários para a proteção da cultura da soja foram realizados conforme as recomendações técnicas da comissão de pesquisa da soja da Região Sul com exceção da aplicação de fungicidas.

O acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da cultura da soja foi realizado com base na escala fenológica de desenvolvimento proposta por Yorinori et al. (1992) adaptada de Ritchie et al. (1982) (Anexo 1).

### 3.2 Experimento 1

O primeiro experimento teve por objetivo determinar a influência da arquitetura das plantas de soja sobre a deposição de gotas no dossel da cultura e agrupar as cultivares em função de suas características de arquitetura de planta e deposição de gotas. O arranjo experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos constaram de 8 cultivares de soja (Tabela 1). Cada unidade experimental foi constituída de 6 linhas de semeadura de soja por 5 m de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup> e com área útil de 8 m<sup>2</sup>.

Para observar a influência da arquitetura de plantas sobre a aplicação de fungicida, as plantas foram pulverizadas com [Azoxistrobina + Ciproconazol (60 + 24 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + Nimbus (Óleo mineral) (0,6 L.ha<sup>-1</sup>)] quando atingiram o início do florescimento (estádio R1) e 20 dias após. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> munido de barra de aplicação com quatro pontas de pulverização jato leque plano de uso ampliado (Teejet XR 11002). O sistema foi calibrado para volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup> e pressão de 210 KPa. Segundo a classificação da BCPC o espectro de gotas formado pela ponta Teejet XR 11002 a 210 KPa é classificado como fino (119 a 216 µm). A descrição das características da ponta de pulverização está contida no Apêndice 2. As condições meteorológicas no momento das aplicações foram monitoradas com termohigroanemômetro (Tabela 2).

### 3.3 Experimento 2

O segundo experimento teve por objetivo determinar o espectro de gotas ideal para otimizar a tecnologia de aplicação em cultivares de soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições em arranjo fatorial (4x5), cujos fatores foram: quatro cultivares de soja (Tabela 1) e quatro espectros de gota (Tabela 3) mais uma testemunha sem aplicação. A parcela experimental foi constituída de 6 linhas de semeadura de soja por 5 m de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup> e com área útil de 8 m<sup>2</sup>.

A primeira aplicação do fungicida [Piraclostrobina + Epoxiconazol (66,5 + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + Assist (Óleo mineral) (0,5 L.ha<sup>-1</sup>)] foi efetuada no fechamento das entre linhas das cultivares de soja, seguida de mais duas aplicações aos 21 dias após a primeira aplicação e 14 dias após a segunda aplicação com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, aplicando volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>. O espectro de gotas foi obtido a partir da escolha da ponta de pulverização, do ajuste da pressão de trabalho e da velocidade de caminamento, não alterando o volume de calda aplicado, combinação que está descrita na Tabela 3.

A calibração do espectro de gotas das diferentes combinações de ponta de pulverização com pressão de trabalho foi realizada antes da aplicação, a partir do DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico) obtido na análise de imagens digitais de cartões hidrossensíveis coletados 50 cm abaixo da barra de aplicação com software CIR 1.5<sup>®</sup> (INTA, 2002). A digitalização dos cartões foi realizada com scanner utilizando resolução de varredura de 1200dpi.

Tabela 1 – Descrição das cultivares dos dois experimentos, Itaara/RS, 2010.

| CULTIVAR               | GRUPO DE MATURAÇÃO | CICLO        | HÁBITO DE CRESCIMENTO | PORTE |
|------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|-------|
| <b>Experimento 1</b>   |                    |              |                       |       |
| <b>BMX Apollo RR</b>   | 5.5                | Superprecoce | Indeterminado         | Médio |
| <b>BMX Potência RR</b> | 6.7                | Semiprecoce  | Indeterminado         | Alto  |
| <b>Fcep 55 RR</b>      | 6.0                | Precoce      | Determinado           | Médio |
| <b>Fcep 59 RR</b>      | 7.5                | Semi tardio  | Determinado           | Alto  |
| <b>TMG 4001 RR</b>     | 6.9                | Semiprecoce  | Determinado           | Alto  |
| <b>CD 214 RR</b>       | 6.7                | Semiprecoce  | Determinado           | Alto  |
| <b>CD 226 RR</b>       | 6.6                | Semiprecoce  | Determinado           | Alto  |
| <b>CD 239 RR</b>       | 6.7                | Semiprecoce  | Determinado           | Alto  |

| <b>Experimento 2</b> |     |              |               |       |
|----------------------|-----|--------------|---------------|-------|
| <b>BMX Apollo RR</b> | 5.5 | Superprecoce | Indeterminado | Médio |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 6.4 | Precoce      | Determinado   | Baixo |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 6.0 | Precoce      | Determinado   | Médio |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 6.9 | Semiprecoce  | Determinado   | Alto  |

Tabela 2 – Condições meteorológicas no momento das aplicações dos dois experimentos. Itaara/RS, 2010.

| <b>Aplicação</b>   | <b>Cultivar</b> | <b>Data</b> | <b>Hora</b> | <b>T (°C)*</b> | <b>UR (%)</b> | <b>V (km.h<sup>-1</sup>)</b> |
|--|-----------------|-------------|-------------|----------------|---------------|------------------------------|
| <b>Experimento 1</b>   |                 |             |             |                |               |                              |
| 1ª (R1)  | BMX Apollo RR   | 03/02/2010  | 17:00       | 29,5           | 60            | 1,1                          |
|  | BMX Potência RR | 10/02/2010  | 16:30       | 28,0           | 77            | 0,9                          |
|  | Fcep 55 RR      | 03/02/2010  | 17:30       | 29,3           | 62            | 0,8                          |
|  | Fcep 59 RR      | 18/02/2010  | 17:45       | 27,3           | 70            | 1,0                          |
|  | TMG 4001 RR     | 18/02/2010  | 18:20       | 27,0           | 70            | 1,0                          |
|  | CD 214 RR       | 10/02/2010  | 16:55       | 27,7           | 78            | 1,2                          |
|  | CD 226 RR       | 10/02/2010  | 18:00       | 25,9           | 80            | 1,2                          |
|  | CD 239 RR       | 10/02/2010  | 17:20       | 26,5           | 78            | 1,0                          |
| 2ª (20 DAA1**) R <sub>4</sub> /R <sub>5</sub>                  | BMX Apollo RR   | 23/02/2010  | 17:00       | 25,0           | 90            | 3,5                          |
|  | BMX Potência RR | 02/03/2010  | 16:30       | 29,0           | 68            | 0,7                          |
|  | Fcep 55 RR      | 23/02/2010  | 18:00       | 24,1           | 93            | 3,3                          |
|  | Fcep 59 RR      | 10/03/2010  | 16:30       | 25,0           | 87            | 1                            |
|  | TMG 4001 RR     | 10/03/2010  | 17:00       | 25,0           | 87            | 1                            |
|  | CD 214 RR       | 02/03/2010  | 18:20       | 27,2           | 78            | 0,8                          |
|  | CD 226 RR       | 02/03/2010  | 17:45       | 28,7           | 71            | 0,7                          |
|  | CD 239 RR       | 02/03/2010  | 17:10       | 29,0           | 69            | 0,7                          |
| <b>Experimento 2</b>   |                 |             |             |                |               |                              |
| 1ª (fechamento de entre linhas) V <sub>8</sub> /R <sub>1</sub> | BMX Apollo RR   | 05/02/2010  | 16:30       | 30,1           | 73            | 0.8                          |
|  | Fcep 53 RR      | 05/02/2010  | 17:00       | 29,8           | 75            | 0.5                          |
|  | NA 7636 RR      | 05/02/2010  | 17:55       | 29,0           | 78            | 0.7                          |
|  | TMG 4001 RR     | 05/02/2010  | 17:20       | 29,4           | 75            | 1                            |
| 2ª (21 DAA1) R <sub>4</sub> /R <sub>5</sub>                    | BMX Apollo RR   | 26/02/2010  | 17:00       | 27,3           | 78            | 1                            |
|  | Fcep 53 RR      | 26/02/2010  | 16:15       | 27,4           | 75            | 0.5                          |
|  | NA 7636 RR      | 26/02/2010  | 18:15       | 26,0           | 80            | 1                            |
|  | TMG 4001 RR     | 26/02/2010  | 17:50       | 26,5           | 78            | 1.2                          |
| 3ª (14 DAA2) R <sub>5.2</sub>                                  | BMX Apollo RR   | 11/03/2010  | 16:55       | 24,0           | 70            | 0.8                          |
|  | Fcep 53 RR      | 11/03/2010  | 17:50       | 23,9           | 78            | 0.9                          |
|  | NA 7636 RR      | 11/03/2010  | 17:20       | 23,9           | 75            | 1.5                          |
|  | TMG 4001 RR     | 11/03/2010  | 18:30       | 22,7           | 80            | 1.2                          |

\* T (°C) - temperatura em °C, UR (%) - umidade relativa do ar em %, V - velocidade do vento em km.h<sup>-1</sup>. \*\* DAA1 - dias após a primeira aplicação, DAA2 - dias após a segunda aplicação.

Tabela 3 – Espectro de gotas em função da ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento. Itaara/RS, 2010.

|                                  | Características técnicas |            |          |           |
|----------------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------|
|                                  | XR 110 01                | XR 110 015 | XR110 02 | TT 110 02 |
| Pressão (KPa)                    | 399,9                    | 275,8      | 137,9    | 193,05    |
| Vazão (L.min <sup>-1</sup> )     | 0,45                     | 0,56       | 0,55     | 0,63      |
| Velocidade (km.h <sup>-1</sup> ) | 3,6                      | 4,5        | 4,4      | 5,0       |
| Espectro de gotas                | Muito fino               | Fino       | Médio    | Grosso    |

### 3.4 Avaliações:

As variáveis descritas abaixo foram coletadas em ambos os experimentos, exceto os componentes de rendimento, que foram avaliados apenas no experimento 2. A estratificação das cultivares em terços foi realizada a partir da divisão da parte aérea das plantas em três porções de mesmo comprimento longitudinal (Figura 1).

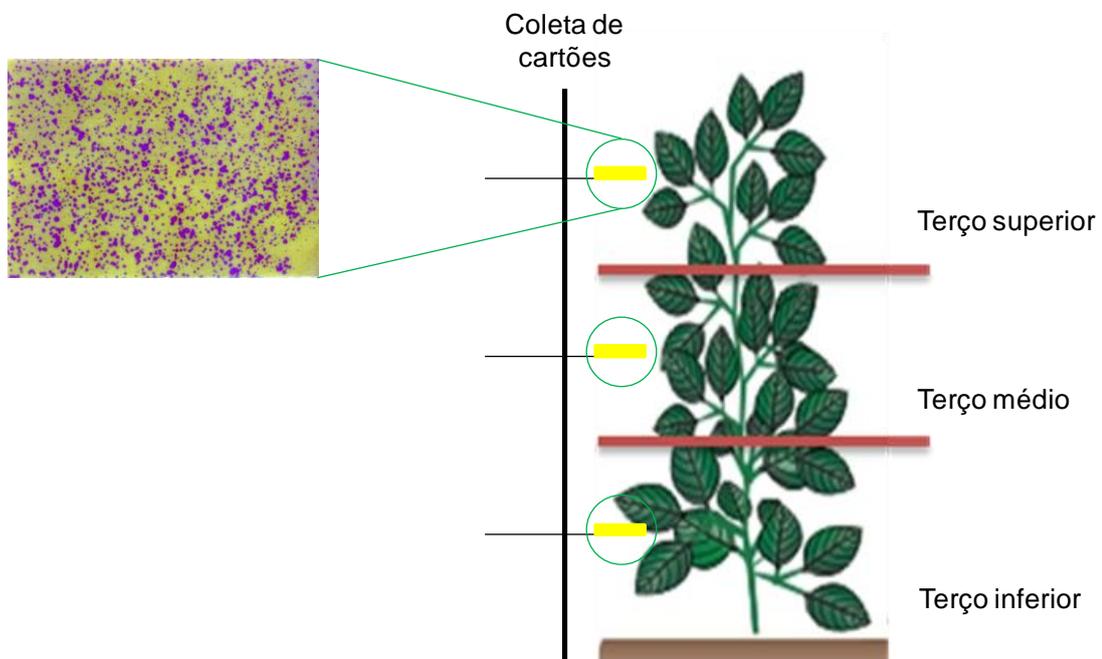


Figura 01 – Divisão das plantas de soja em três estratos (terço superior, médio e inferior) em relação à estatura da planta e representação da coleta de cartões nos terços da soja.

### 3.4.1 Variáveis de deposição de gotas

No momento de cada aplicação dos experimentos, foram coletados cartões hidrossensíveis em três repetições de cada tratamento. Os cartões sensíveis a água são confeccionado a partir do tratamento de um papel brilhante com uma tintura sensível à água como o azul de bromofenol, este cartão é amarelo quando seco mas em contato com as gotas aquosas produz manchas azuis (MATTHEWS, 2000, TURNER & HUNTINGTON, 1970).

A coleta se deu por meio de haste metálica contendo três cartões hidrossensíveis presos em estaturas distintas (relativas aos terços inferior, médio e superior do dossel das plantas) esta foi alocada no interior de cada parcela experimental, perpendicularmente a linha da cultura (Figura 1). O ajuste da posição de cada cartão aos terços foi ajustado a estatura de cada cultivar. Logo após a aplicação de cada tratamento os cartões foram rapidamente coletados e acondicionados em papel adesivo para, posteriormente, serem digitalizados com scanner utilizando resolução de varredura de 1200dpi. A partir da análise da imagem digital dos cartões, realizada com software CIR 1.5<sup>®</sup> (INTA, 2002), foram obtidos a cobertura e penetração através do número de gotas.cm<sup>-2</sup> e o DMV em cada terço.

### 3.4.2 Parâmetros da arquitetura de plantas

Os parâmetros avaliados com o objetivo de distinguir arquiteturas das cultivares em cada momento de aplicação foram: estatura de plantas, número de ramos e Índice de Área Foliar (IAF). Essas variáveis foram mensuradas no momento posterior a cada aplicação.

A estatura das plantas de soja foi determinada a campo com régua de madeira, sendo esta representada pela distância compreendida entre o colo da planta e o último ponto de crescimento da haste principal. Em cada repetição foram realizadas quatro leituras de estaturas, totalizando 16 leituras por cultivar, objetivando maior representatividade nos dados.

O número de ramos foi determinado através da contagem direta dos mesmos após a remoção das folhas, sendo considerados ramos apenas as ramificações que possuíam no mínimo dois nós.

Para determinação do IAF foram coletadas 2 plantas por repetição totalizando 8 plantas por cultivar. As plantas coletadas tiveram todas as folhas destacadas e dispostas junto de uma régua graduada em centímetros sobre uma superfície vermelha, permitindo o contraste das folhas com o fundo do plano, para serem fotografadas com câmera digital posicionada 1,5 m acima das folhas (Figura 2). As fotos foram submetidas à análise de área foliar realizada pelo programa Quant v1.0.2 (VALE, 2003). Tal programa possui ferramenta para corrigir a resolução da imagem mediante medida conhecida, obtida da régua, anteriormente à análise. O IAF foi calculado a partir da área foliar das plantas coletadas em função da área em  $\text{cm}^2$  que cada planta ocupava no campo.

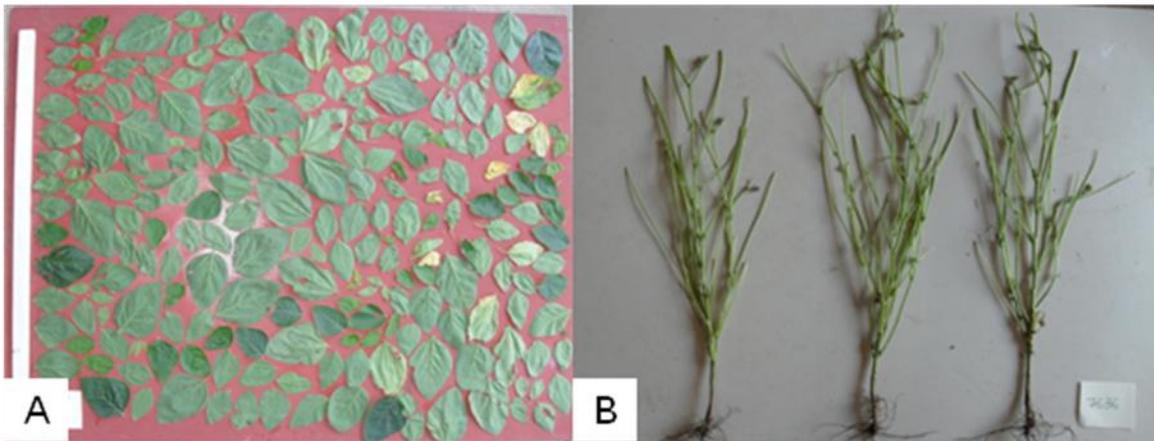


Figura 02 – Método de determinação de IAF. A) Fotografia de todas as folhas destacadas de duas plantas coletadas na parcela no momento de cada aplicação; B) Planta após a retirada de todas as folhas, para contagem de ramos.

### 3.4.3 Percentual de luz incidente no dossel

A avaliação do percentual de luz incidente no dossel foi efetuada seguindo metodologia que consiste na leitura da quantidade de luz incidente (entre os

comprimentos de onda de 450 e 700 nm). Essa medida é realizada em três níveis distintos do dossel, no terço superior (topo da planta), no terço médio em relação à média das estaturas das plantas e no terço inferior ao nível solo, no momento posterior a cada aplicação. Em cada parcela eram efetuadas 10 leituras por terço para reduzir a variação nos valores, muito comum para esta variável. O procedimento sempre foi executado em dias com ausência de nebulosidade e nos horários compreendidos entre as 11 e 14 horas, na entre linha da área útil de cada unidade experimental. O aparelho utilizado foi um luxímetro digital (LD 200, Instrutherm®), adaptado a um suporte que continha o sensor a distância de 1,50m do aparelho registrador. Os valores registrados nas leituras (escala “Lux”) foram armazenados para posterior processamento. O valor obtido no terço superior do dossel foi considerado como 100% de quantidade de luz incidente, e os valores dos demais terços (médio e ao nível do solo) transformados para porcentagem de luz incidente em relação ao terço superior.

#### 3.4.4 Severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)

A severidade de ferrugem asiática foi avaliada mediante determinação do percentual de área foliar com sintomas da doença no Experimento 2. Tal avaliação foi realizada visualmente em cada parcela e representou a média do percentual de tecido com sintomas de todas as plantas analisadas. Tais avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a última aplicação de cada tratamento.

As notas de severidade da doença serviram para o cálculo da AACPD da Ferrugem Asiática. Esse modelo permite avaliação mais estável da doença, sendo menos afetado pelo tempo de análise e variações 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).

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

Sendo:

$Y_i$ : 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  $i + 1$

$n = n^\circ$  de observações

### 3.4.5 Produtividade da soja e componentes de rendimento

Quando as plantas atingiram estágio R8, foram coletadas 10 plantas por parcela para a determinação dos componentes de rendimento. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel para evitar a retenção de umidade no material, identificadas e levadas para sala de beneficiamento. A planta foi fragmentada em três terços (inferior, médio e superior), de onde foram extraídos os componentes que fazem parte da produção de grãos: número total de legumes por planta; número de legumes com um, dois e três grãos por terço da planta; número e peso de grãos por terço.

O número total de legumes foi determinado através da contagem direta de todos legumes com grãos formados pela planta e por terço.

O número de legumes com um, dois e três grãos foram obtidos pela contagem direta dos mesmos, retirados dos legumes previamente separados pela quantidade de grãos na planta e por terço.

A produtividade da soja foi obtida a partir da colheita das unidades experimentais, cortando-se todas as plantas da área útil da parcela, descartando uma linha de cada lateral da parcela e 0,5m das extremidades, totalizando 4 linhas de 4 metros, e submetendo-as a trilhagem trilhadora estacionária. Anteriormente a pesagem da massa de grãos obtida de cada parcela, foi realizada amostragem do material para mensurar a umidade com medidor portátil da marca John Deere. O peso da massa de grãos colhida foi ajustado para umidade de 13 % para o cálculo da produtividade final de cada parcela em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

A determinação da massa de mil grãos foi realizada através da prévia contagem dos grãos com auxílio de aparelho que consiste de funil com um sensor de movimento no final da extremidade de menor diâmetro. Neste só é possível a passagem de um grão por vez, conectado a um contador eletrônico digital, posterior pesagem da amostra em uma balança com precisão de centésimos de grama.

### **3.5 Análise estatística**

A significância dos fatores foi determinada pela análise da variância através do software estatístico Assistat 7.5 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2002). Os efeitos significativos das variáveis foram discriminados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para a realização das análises, os dados obtidos não foram transformados.

As variáveis consideradas foram correlacionadas através da construção de uma matriz de correlação simples utilizando-se a aplicação do teste *t* aos níveis de 1 e 5% de significância através do pacote estatístico Assistat<sup>®</sup> versão 7.5 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002).

No entanto, a correlação linear simples permite apenas determinar a magnitude de associação entre dois caracteres, sem fornecer informações sobre os efeitos diretos e indiretos dos mesmos. Além disso, a alta correlação entre caracteres pode ser resultado da ação de um terceiro sobre eles, ou de um grupo de caracteres (CRUZ & REGAZZI, 1994).

A análise de trilha, análise de caminamento ou “Path Analysis”, proposta inicialmente por WRIGHT (1921), desdobra as correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos. Esse método avalia o efeito de uma variável independente (*x*) sobre uma variável dependente (*y*), de forma que as outras variáveis (*xi*) não possuam influência sobre esse efeito. Essa análise foi inicialmente realizada em plantas por DEWEY & LU (1959), e posteriormente aplicada em diversas culturas. A análise de trilha pode ter seu uso extrapolado para outras áreas de investigação, além do melhoramento genético, mostrando o tipo e o grau de associação entre variáveis e fornecendo condições de melhor planejamento de experimentos (LÚCIO

et al., 2007). Além disso, pode também ser aplicada como método de identificação de variáveis menos explicativas sobre o comportamento da variável dependente principal e, assim, eliminá-las do estudo, como utilizado por LÚCIO (1999).

Para análise da correlação dos parâmetros, na análise dos dados, obtiveram-se as estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre todos os pares de variáveis com efeito significativo e, após isso, realizou-se o diagnóstico de multicolinearidade; todas as variáveis utilizadas para análise apresentaram multicolinearidade fraca, ou seja, o número de condições (NC) menor do que 100, não constituindo problema para a análise, conforme critério apresentado por CRUZ (2001) e CARVALHO et al. (2002). A seguir, os coeficientes de correlação de Pearson foram desdobrados em efeitos diretos e indiretos, pela análise de trilha de uma cadeia, conforme descrito em CRUZ & REGAZZI (1994).

No experimento 1 adotando a variável número de gotas no terço inferior como a variável dependente principal e as demais (número de gotas no terço médio, estatura de plantas, número de ramos/planta e IAF), grupo este de variáveis que não apresentaram multicolinearidade entre si, como independentes. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa GENES (CRUZ, 2001), aplicando o teste “t” a 1 e 5% de probabilidade de erro, para testar significância dos coeficientes de correlação.

Após a confirmação que as variáveis apresentaram multicolinearidade fraca, estes foram submetidos a análise de medidas de dissimilaridade utilizando a função de agrupamento de Distância Mahalanobis. Posteriormente utilizando a matriz de distância Mahalanobis foi realizada análise multivariada de agrupamento através do método hierárquico do vizinho mais próximo. A partir desta análise foi construído o dendrograma mostrando os grupos homogêneos de cultivares de soja, considerando as variáveis: número de gotas no terço inferior, número de gotas no terço médio, estatura de plantas, número de ramos e Índice de Área Foliar (IAF) para as duas aplicações.

No experimento 2, para as estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson foi adotada produtividade da soja no terço inferior como a variável dependente principal e as demais (número de gotas no terço inferior e médio, das três aplicações), grupo de variáveis que não apresentaram multicolinearidade entre si, como independentes. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o

programa GENES (CRUZ, 2001), aplicando o teste “t” a 1 e 5% de probabilidade de erro, para testar significância dos coeficientes de correlação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

#### 4.1.1 Deposição de gotas

A análise de variância dos parâmetros de deposição de gotas (número de gotas.cm<sup>-2</sup> e DMV) mostrou interação significativa para os fatores analisados cultivares e terços, sendo significativo ao nível de 5% de probabilidade o efeito principal dos parâmetros (Apêndice A, Quadro 1, 2, 3 e 4).

Os dados de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) na aplicação 1 nos terços inferior e médio apresentaram valores significativamente menores que no terço superior (Tabela 4). O espectro de gota no terço inferior e médio foi classificado como médio e do terço superior como grosso, isso pode estar relacionado com a sobreposição de gotas no cartão que levam a um aumento do DMV do espectro. Hewitt (2001) observou que o Diâmetro Mediano Volumétrico pode ser influenciado pelas características da calda, como presença de adjuvantes e surfactantes das formulações, podendo causar alteração do espectro de gotas. Como observado no experimento onde o espectro de gotas indicado pelo fabricante da ponta de pulverização trabalhando a pressão de 210 KPa era fino.

Tabela 4 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) nos terços inferior, médio e superior após a primeira aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares/Terços | Inferior     |                 | Médio        |          | Superior     |          | Médias       |           |
|-------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|-----------|
| CD 214 RR         | 282.4        | aA <sup>1</sup> | 206.6        | bB       | 264.7        | cA       | <b>251.2</b> | <b>c</b>  |
| FCep59 RR         | 196.1        | bC              | 259.7        | bB       | 428.2        | abA      | <b>294.7</b> | <b>ab</b> |
| CD 226 RR         | 238.8        | abB             | 252.6        | bB       | 448.7        | aA       | <b>313.4</b> | <b>ab</b> |
| TMG 4001 RR       | 265.2        | aB              | 271.3        | bB       | 404.3        | abA      | <b>313.6</b> | <b>ab</b> |
| BMX Apollo RR     | 237.5        | abB             | 360.5        | aA       | 363.1        | bA       | <b>320.4</b> | <b>a</b>  |
| FCep55 RR         | 233.8        | abB             | 262.2        | bB       | 387.3        | abA      | <b>294.4</b> | <b>ab</b> |
| CD 239 RR         | 238.7        | abB             | 255.0        | bB       | 394.5        | abA      | <b>296.0</b> | <b>ab</b> |
| BMX Potência RR   | 184.7        | bC              | 266.8        | bB       | 392.0        | abA      | <b>281.2</b> | <b>bc</b> |
| <b>Médias</b>     | <b>234.6</b> | <b>C</b>        | <b>266.8</b> | <b>B</b> | <b>385.3</b> | <b>A</b> |              |           |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna (entre terços) e minúscula na linha (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Na segunda aplicação houve uma diferença no comportamento do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), principalmente em função do aumento da massa de folhas da soja (Tabela 5). Nesta aplicação houve maior distinção do espectro de gotas ao longo do dossel da planta, sendo que o espectro foi classificado como fino, médio e grosso nos terços inferior, médio e superior, respectivamente (Tabela 5). Bretthauer et al. (2008) avaliando espectros de gotas médio e grosso no controle de ferrugem asiática da soja, observaram redução média de 12,1% no DMV no terço inferior em relação ao do terço superior.

Tabela 5 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) nos terços inferior, médio e superior após a segunda aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares/Terços      | Inferior     |                  | Médio        |          | Superior     |          | Médias       |             |
|------------------------|--------------|------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|-------------|
| <b>CD 214 RR</b>       | 163.2        | abB <sup>1</sup> | 191.0        | cB       | 489.0        | aA       | <b>281.1</b> | <b>abc</b>  |
| <b>FCep59 RR</b>       | 77.4         | cB               | 218.6        | bcA      | 277.5        | dA       | <b>191.2</b> | <b>e</b>    |
| <b>CD 226 RR</b>       | 177.3        | aB               | 204.3        | bcB      | 326.1        | dA       | <b>235.9</b> | <b>cde</b>  |
| <b>TMG 4001 RR</b>     | 93.8         | bcC              | 177.2        | cB       | 404.5        | bcA      | <b>225.2</b> | <b>de</b>   |
| <b>BMX Apollo RR</b>   | 201.4        | aB               | 253.9        | abcB     | 344.7        | cdA      | <b>266.7</b> | <b>abcd</b> |
| <b>FCep55 RR</b>       | 175.3        | aC               | 247.4        | abcB     | 338.8        | cdA      | <b>253.8</b> | <b>bcd</b>  |
| <b>CD 239 RR</b>       | 219.7        | aB               | 276.1        | abB      | 444.2        | abA      | <b>313.3</b> | <b>a</b>    |
| <b>BMX Potência RR</b> | 164.3        | abC              | 306.1        | aB       | 413.7        | abcA     | <b>294.7</b> | <b>ab</b>   |
| <b>Médias</b>          | <b>159.1</b> | <b>C</b>         | <b>234.3</b> | <b>B</b> | <b>379.8</b> | <b>A</b> |              |             |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre terços) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

A deposição de gotas no dossel da soja variou significativamente nos três terços avaliados entre as 8 cultivares em ambas as aplicações (Tabela 6, 7 e 8). A penetração de gotas bem como a estimativa da dose de ingrediente ativo que atingiu cada terço na média das oito cultivares está apresentada na Tabela 6. Onde pode verificar-se que tanto na primeira quanto na segunda aplicação ocorre um desequilíbrio na distribuição da dose de fungicida ao longo da planta, sendo que o terço superior recebe mais de 2,5 vezes a dose necessária para controle da doença e o terço inferior recebe em torno de 1/3 desta dose. Resultados similares foram obtidos por Balardin et al. (2010) que avaliando a deposição de gotas com diferentes espaçamento entre linhas, verificaram taxas de deposição nos terços inferior e médio menores que 1/3 da dose necessária.

Tabela 6 – Penetração e cobertura de gotas na média de oito cultivares em duas aplicações. Itaara/RS, 2011.

| Aplicação          | Terço    | NG.cm <sup>-2*</sup> | Taxa de deposição i. a.** |
|--------------------|----------|----------------------|---------------------------|
| Aplicação R1       | Superior | 175.3                | 2.50                      |
|                    | Médio    | 68.3                 | 0.98                      |
|                    | Inferior | 32.9                 | 0.47                      |
| Aplicação 20 DAAR1 | Superior | 177.0                | 2.53                      |
|                    | Médio    | 50.9                 | 0.73                      |
|                    | Inferior | 22.7                 | 0.32                      |

\*Número de gotas.cm<sup>-2</sup>; \*\*Taxa de deposição de ingrediente ativo considerando 70 gotas.cm<sup>-2</sup>.

As cultivares BMX Apollo RR e Fcep 55 RR tiveram o maior deposição de gotas no terço inferior na aplicação de R1, já as cultivares TMG 4001 RR e CD 239 RR apresentaram os menores depósitos no terço inferior seguidas, por Fcep 59 RR, CD 226 RR e BMX Potência RR (Tabela 7). No terço médio Fcep 59 RR e TMG 4001 RR tiveram o menor número de gotas.cm<sup>-2</sup>, sendo inferiores as demais cultivares. Nas cultivares CD 214 RR, CD 226 RR, BMX Potência RR e BMX Apollo RR foram observados os maiores valores de número de gotas.cm<sup>-2</sup> no terço médio.

No terço superior ocorreram diferenças significativas no número de gotas depositadas entre as cultivares, entretanto, os valores foram superiores a 153 gotas.cm<sup>-2</sup>, depósito considerado além do suficiente para atingir a eficiência biológica do fungicida. Considerando que para fungicidas, Ozeki & Kunz (1998) sugerem que são necessárias 30-50 gotas.cm<sup>-2</sup> (sistêmicos) e mais de 70 gotas.cm<sup>-2</sup> (contato) e Christofolletti (1999) indica 30-40 gotas.cm<sup>-2</sup> (sistêmicos) e 50-70 gotas.cm<sup>-2</sup> (contato), assim diferença entre as cultivares não influenciou o efeito do fungicida.

A segunda aplicação foi realizada quando as plantas de soja estavam em estágio R<sub>4</sub>/R<sub>5</sub>, neste momento foi verificada redução média de 31 e 25,5% na deposição de gotas no terço inferior e médio, respectivamente, em relação a primeira aplicação. No terço superior o comportamento foi semelhante ao da primeira aplicação com número de gotas superior a 125 gotas.cm<sup>-2</sup> (Tabela 8). A redução na deposição de gotas na segunda aplicação em relação a primeira foi afetada principalmente pelo aumento do IAF, da altura e do número de ramos que atuaram em magnitudes diferenciadas entre as oito cultivares avaliadas. Segundo Zhu et al (2006) entre os estádios R<sub>3</sub> e R<sub>5</sub> a soja tem o dossel alto e denso, e a

maior concentração de folhas está na parte superior da planta, levando a uma deposição no interior do dossel muito escassa.

Tabela 7 – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> nos terços inferior, médio e superior após a primeira aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares/Terços | Inferior    |                   | Médio       |          | Superior     |          | Médias       |          |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| CD 214 RR         | 36.7        | abcC <sup>1</sup> | 100.3       | aB       | 221.7        | aA       | <b>119.6</b> | <b>a</b> |
| FCep59 RR         | 26.3        | bcB               | 20.7        | dB       | 170.0        | bcA      | <b>72.3</b>  | <b>c</b> |
| CD 226 RR         | 29.7        | bcC               | 101.7       | aB       | 153.3        | cA       | <b>94.9</b>  | <b>b</b> |
| TMG 4001 RR       | 21.3        | cB                | 22.7        | dB       | 187.3        | bA       | <b>77.1</b>  | <b>c</b> |
| BMX Apollo RR     | 44.0        | abC               | 84.7        | abB      | 169.0        | bcA      | <b>99.2</b>  | <b>b</b> |
| FCep55 RR         | 52.3        | aC                | 74.0        | bB       | 161.0        | cA       | <b>95.8</b>  | <b>b</b> |
| CD 239 RR         | 23.7        | cC                | 55.3        | cB       | 154.0        | cA       | <b>77.7</b>  | <b>c</b> |
| BMX Potência RR   | 29.3        | bcC               | 87.0        | abB      | 186.3        | bA       | <b>100.9</b> | <b>b</b> |
| <b>Médias</b>     | <b>32.9</b> | <b>C</b>          | <b>68.3</b> | <b>B</b> | <b>175.3</b> | <b>A</b> |              |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre terços) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Tabela 8 – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> nos terços inferior, médio e superior após a segunda aplicação em oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares/Terços | Inferior    |                  | Médio       |          | Superior     |          | Médias      |           |
|-------------------|-------------|------------------|-------------|----------|--------------|----------|-------------|-----------|
| CD 214 RR         | 19.7        | bcC <sup>1</sup> | 48.7        | abcdB    | 216.7        | abA      | <b>95.0</b> | <b>a</b>  |
| FCep59 RR         | 9.0         | cC               | 29.7        | dB       | 187.7        | cA       | <b>75.4</b> | <b>b</b>  |
| CD 226 RR         | 20.7        | bcC              | 58.0        | abcB     | 132.3        | dA       | <b>70.3</b> | <b>b</b>  |
| TMG 4001 RR       | 10.0        | cC               | 45.3        | bcdB     | 232.0        | aA       | <b>95.8</b> | <b>a</b>  |
| BMX Apollo RR     | 45.3        | aC               | 69.1        | aB       | 134.7        | dA       | <b>83.0</b> | <b>ab</b> |
| FCep55 RR         | 40.3        | abC              | 65.9        | abB      | 125.3        | dA       | <b>77.2</b> | <b>b</b>  |
| CD 239 RR         | 18.3        | bcC              | 41.7        | cdB      | 193.3        | cA       | <b>84.4</b> | <b>ab</b> |
| BMX Potência RR   | 18.0        | bcC              | 49.0        | abcdB    | 194.0        | bcA      | <b>87.0</b> | <b>ab</b> |
| <b>Médias</b>     | <b>22.7</b> | <b>C</b>         | <b>50.9</b> | <b>B</b> | <b>177.0</b> | <b>A</b> |             |           |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre terços) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

#### 4.1.2 Arquitetura de plantas

Para os parâmetros estatura de plantas, número de ramos e Índice de Área Foliar (IAF) foram observadas diferenças significativas entre as oito cultivares avaliadas (Apêndice A, Quadro 5 ao 10). Analisando os parâmetros, estatura de plantas, número de ramos e IAF que no experimento foram relacionados a

arquitetura das cultivares observam-se diferenças entre as estruturas das plantas (Tabela 9, 10 e 11). A arquitetura de planta pode ser definida como a estrutura da planta em um determinado momento (WILSON et al. 1999).

As cultivares CD 214 RR e CD 226 RR foram as de maior porte, seguidas por BMX Potência e Fcep 59 RR e as de menor porte foram as cultivares BMX Apollo RR e Fcep 55 RR (Tabela 9).

Tabela 9 – Estatura de plantas (cm) de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares      | Estatura (R1) |                | Estatura (20 DAA) |    |
|-----------------|---------------|----------------|-------------------|----|
| CD 214 RR       | 117.3         | a <sup>1</sup> | 124.4             | a  |
| FCep59 RR       | 104.6         | bc             | 115.0             | b  |
| CD 226 RR       | 113.5         | ab             | 119.6             | ab |
| TMG 4001 RR     | 103.3         | bc             | 98.8              | c  |
| BMX Apollo RR   | 63.6          | e              | 75.6              | d  |
| FCep55 RR       | 69.9          | e              | 81.9              | d  |
| CD 239 RR       | 87.4          | d              | 102.9             | c  |
| BMX Potência RR | 99.8          | c              | 111.9             | b  |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

O número de ramos foi pouco variável entre as cultivares, com a maioria delas sendo comparáveis entre si para este parâmetro, exceto a cultivar BMX Apollo RR que diferiu das demais com o menor número de ramos (Tabela 10). Para Huyghe (1998) a emissão de ramos em cultivares de soja é um componente afetado por condições genéticas e ambientais, sendo muito sensível a densidade de plantas. Isso pode explicar a semelhança dos resultados das cultivares para esta variável, pois no experimento a densidade de plantas foi a mesma para todas.

Tabela 10 – Número de ramos/planta de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares      | Nº Ramos (R1) |                | Nº Ramos (20 DAA) |    |
|-----------------|---------------|----------------|-------------------|----|
| CD 214 RR       | 2.3           | c <sup>1</sup> | 6.9               | ab |
| FCep59 RR       | 4.6           | b              | 6.5               | ab |
| CD 226 RR       | 5.3           | ab             | 6.0               | ab |
| TMG 4001 RR     | 6.9           | a              | 7.5               | ab |
| BMX Apollo RR   | 3.7           | bc             | 3.0               | c  |
| FCep55 RR       | 4.3           | b              | 5.5               | b  |
| CD 239 RR       | 5.3           | ab             | 7.0               | ab |
| BMX Potência RR | 4.3           | b              | 7.6               | a  |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

A variação do IAF das oito cultivares no momento da aplicação de R<sub>1</sub> ocorreu em uma magnitude menor que na aplicação de R<sub>4</sub>/R<sub>5</sub> (Tabela 11). Mesmo assim as cultivares TMG 4001 RR e CD 226 RR tiveram a maior área de folhas e BMX Apollo RR e Fcep 55 RR o menor IAF. Todas as cultivares apresentaram aumento no IAF até o momento da segunda aplicação (R<sub>4</sub>/R<sub>5</sub>), esse comportamento pode ser observado tanto nas cultivares determinadas como nas indeterminadas.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato das cultivares indeterminadas continuarem crescendo após o florescimento. Já no caso das cultivares determinadas, apesar do florescimento e do fim da emissão novas folhas na haste principal, a expansão de folhas continua nos ramos, resultando em incremento do IAF até por volta do estágio R<sub>5</sub> (HUYGHE, 1998, PEDERSEN et al., 2007).

No momento da segunda aplicação as cultivares CD 214 RR, CD 226 RR, TMG 4001 RR e BMX Potência RR apresentavam os maiores IAF, superiores a 4,4. Por outro lado, as cultivares Apollo RR e Fcep 55 RR tiveram os menores IAF e Fcep 59 RR e CD 239 RR tiveram comportamento intermediário para IAF. Considerando os parâmetros de arquitetura ora apresentados, nota-se que as oito cultivares avaliadas tem comportamento distinto para as variáveis estudadas.

Tabela 11 – Índice de Área Foliar (IAF) de oito cultivares de soja nos momentos das aplicações. Itaara/RS, 2011.

| <b>Cultivares</b>      | <b>IAF (R1)</b> |                 | <b>IAF (20 DAA)</b> |     |
|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----|
| <b>CD 214 RR</b>       | 3.6             | ab <sup>1</sup> | 5.0                 | a   |
| <b>FCep59 RR</b>       | 3.8             | ab              | 3.8                 | cd  |
| <b>CD 226 RR</b>       | 4.5             | a               | 4.4                 | abc |
| <b>TMG 4001 RR</b>     | 4.7             | a               | 4.7                 | ab  |
| <b>BMX Apollo RR</b>   | 2.2             | b               | 3.0                 | d   |
| <b>FCep55 RR</b>       | 2.6             | b               | 2.7                 | d   |
| <b>CD 239 RR</b>       | 4.5             | a               | 3.6                 | bcd |
| <b>BMX Potência RR</b> | 3.1             | ab              | 4.6                 | ab  |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

#### 4.1.3 Percentual de luz incidente no dossel

Para os parâmetros de percentual de luz incidente nos terços inferior (ao nível do solo) e médio foram observadas diferenças significativas entre as oito cultivares testadas (Apêndice A, Quadro 11 ao 14). O percentual de luz incidente no dossel da soja, foi utilizado como uma medida indireta da arquitetura de plantas, de forma a permitir maior penetração de luz no interior do dossel.

A luz incidente média no terço inferior no momento da primeira aplicação foi maior que na segunda aplicação, demonstrando uma provável relação com o aumento dos parâmetros de arquitetura de plantas na segunda aplicação (Tabela 12). Esses resultados corroboram com os obtidos por Zabet (2009), que avaliando diferentes cultivares em três densidades de semeadura verificou que houve menor percentual de luz incidente nos terços médio e inferior quando as plantas de soja encontravam-se entre os estádios de início da formação de legumes (R<sub>4</sub>) e enchimento de grãos (R<sub>5.5</sub>) em relação aos estádios de florescimento pleno (R<sub>2</sub>) e máximo enchimento de grãos (R<sub>6</sub>) quando houve maior percentual de luz incidente no interior do dossel.

Na aplicação 1, as cultivares CD 226 RR, TMG 4001 RR, CD 214 RR e CD 239 RR apresentaram os maiores percentuais de luz incidente nos terços inferior e médio, e BMX Apollo RR e Fcep 55 RR apresentaram os menores valores de luz incidente em ambos os terços (Tabela 12). Na aplicação 2, houve redução na luz incidente no terço inferior, sendo que em todas cultivares os valores foram reduzidos e não atingiram 2% de luz incidente ao nível do solo. Já no terço médio, exceto a cultivar BMX Apollo RR que obteve o maior percentual de luz incidente, as demais cultivares foram comparáveis entre si e com valores inferiores aos obtidos na primeira aplicação.

Tabela 12 – Percentual de Luz Incidente nos terços inferior (%LII) e médio (%LIM) de oito cultivares de soja no momento das aplicações. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares    | %LII (R1) |                 | %LIM (R1) |     | %LII (20 DAA) |     | %LIM (20 DAA) |   |
|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----|---------------|-----|---------------|---|
| CD 214 RR     | 3.6       | ab <sup>1</sup> | 5.0       | a   | 0.7           | bc  | 2.2           | b |
| FCep59 RR     | 3.8       | ab              | 3.4       | cd  | 0.7           | b   | 1.7           | b |
| CD 226 RR     | 4.5       | a               | 4.4       | abc | 0.2           | d   | 2.5           | b |
| TMG 4001 RR   | 4.7       | a               | 4.7       | ab  | 0.5           | bcd | 3.2           | b |
| BMX Apollo RR | 2.2       | b               | 3.0       | d   | 1.6           | a   | 17.0          | a |
| FCep55 RR     | 2.6       | b               | 2.7       | d   | 0.6           | bcd | 2.1           | b |

| Cultivares      | %LII (R1)  |    | %LIM (R1)  |     | %LII (20 DAA) |     | %LIM (20 DAA) |   |
|-----------------|------------|----|------------|-----|---------------|-----|---------------|---|
| CD 239 RR       | 4.5        | a  | 3.6        | bcd | 0.6           | bcd | 2.9           | b |
| BMX Potência RR | 3.1        | ab | 4.6        | ab  | 0.3           | cd  | 4.0           | b |
| <b>Médias</b>   | <b>3.6</b> |    | <b>3.9</b> |     | <b>0.7</b>    |     | <b>4.4</b>    |   |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.1.4 Produtividade da soja

Para os parâmetros relacionados à produtividade da soja e massa de mil grãos foram observadas diferenças significativas entre as oito cultivares testadas (Apêndice A, Quadro 15, 16). A produtividade da soja é o parâmetro de determinação da resposta positiva do controle da doença, demonstrada na Tabela 13, onde verificam-se incrementos variando de 12,5 a 34,7% em relação a testemunha sem aplicação. As oito cultivares responderam positivamente a aplicação do fungicida, em diferentes magnitudes. Essa variação na resposta das cultivares pode estar relacionada a características do germoplasma e não pode ser correlacionada a variação na deposição de gotas ou as diferenças de arquitetura antes verificadas.

A cultivar BMX Potência RR foi a mais produtiva, seguida pela cultivar Fcep 55 RR, demonstrando que estas são mais responsivas ao controle químico. Navarini (2008) observou que as cultivares apresentam diferenças significativas de responsividade ao controle químico e que a resposta de produtividade não está diretamente relacionada ao maior controle da doença.

Tabela 13 – Produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares      | Testemunha |                 | Tratamento |      | Dif (%) |
|-----------------|------------|-----------------|------------|------|---------|
| CD 214 RR       | 2464.2     | cB <sup>1</sup> | 2949.2     | bcdA | 19.7    |
| FCep59 RR       | 2701.0     | abB             | 2940.0     | bcdA | 19.3    |
| CD 226 RR       | 2518.3     | bcB             | 2771.9     | dA   | 12.5    |
| TMG 4001 RR     | 2373.6     | cB              | 3039.3     | bcA  | 23.3    |
| BMX Apollo RR   | 2477.9     | cB              | 2866.9     | cdA  | 16.3    |
| FCep55 RR       | 2861.5     | aB              | 3134.0     | abA  | 27.2    |
| CD 239 RR       | 2540.9     | bcB             | 2924.5     | cdA  | 18.7    |
| BMX Potência RR | 2832.0     | aB              | 3319.5     | aA   | 34.7    |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre tratamentos) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

A massa de mil grãos foi maior com aplicação de fungicida, com aumentos que variaram de 7,8 a 28,1% em relação ao tratamento testemunha (Tabela 14). Novamente, como na produtividade a magnitude da resposta das cultivares para massa de mil grãos foi diferenciada, destacando-se as cultivares CD 226 RR, Fcep 59 RR, BMX Apollo RR, Fcep 55 RR e BMX Potência RR que foram estatisticamente comparáveis entre si.

Tabela 14 – Massa de mil grãos (gramas) de oito cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares      | Testemunha |                 | Tratamento |    | Dif (%) |
|-----------------|------------|-----------------|------------|----|---------|
| CD 214 RR       | 138.7      | dB <sup>1</sup> | 149.5      | bA | 7.8     |
| FCep59 RR       | 163.3      | abB             | 177.6      | aA | 28.1    |
| CD 226 RR       | 153.2      | bcB             | 171.3      | aA | 23.5    |
| TMG 4001 RR     | 140.0      | cdB             | 152.0      | bA | 9.6     |
| BMX Apollo RR   | 163.1      | abA             | 170.9      | aA | 23.3    |
| FCep55 RR       | 171.0      | aA              | 175.1      | aA | 26.2    |
| CD 239 RR       | 145.7      | cdA             | 154.5      | bA | 11.4    |
| BMX Potência RR | 163.6      | abA             | 169.1      | aA | 22.0    |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre tratamentos) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

#### 4.1.5 Interação entre parâmetros

Após análise de variância de todas as variáveis relacionadas a deposição de gotas (número de gotas.cm<sup>-2</sup> e Diâmetro Mediano Volumétrico) e a arquitetura de plantas (estatura de plantas, número de ramos/planta e Índice de Área Foliar), foi observado que o DMV não apresentou diferenças significativas e assim não foi considerado nas análises de correlação, trilha e agrupamento (Apêndice 2, Quadro 16 e 17).

Os coeficientes de correlação linear de Pearson mostraram a relação entre a deposição de gotas no terço inferior e os parâmetros de arquitetura e deposição de no terço médio (Tabela 15). Pode-se observar que tanto na primeira aplicação como na segunda houve interação significativa entre algum componente da arquitetura de planta com a deposição de gotas no terço inferior, demonstrando interação entre as variáveis.

Tabela 15 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre o número de gotas no terço inferior e o número gotas no terço médio (GTM), estatura de plantas (EST), número de ramos/planta (RAM), índice de are foliar (IAF) e coeficiente de correlação de Pearson (total) no momento de cada aplicação. Itaara/RS, 2011.

|   | GTI | GTM    | EST    | RAM     | IAF    |
|---|-----|--------|--------|---------|--------|
| <b>-----Aplicação 1 – R1-----</b>       |     |        |        |         |        |
| GTI                                     | 1   | 0,50   | -0,64  | -0,53   | -,073* |
| GTM                                     |     | 1      | -0,05  | -0,63   | -0,17  |
| EST                                     |     |        | 1      | 0,09    | 0,88** |
| RAM                                     |     |        |        | 1       | 0,45   |
| IAF                                     |     |        |        |         | 1      |
| <b>-----Aplicação 2 – 20 DAAR1-----</b> |     |        |        |         |        |
| GTI                                     | 1   | 0,89** | -0,75* | -0,85** | -0,56  |
| GTM                                     |     | 1      | -0,61  | -0,69   | -0,24  |
| EST                                     |     |        | 1      | 0,67    | 0,69   |
| RAM                                     |     |        |        | 1       | 0,65   |
| IAF                                     |     |        |        |         | 1      |

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

A multicolinearidade fraca para todas as combinações de variáveis, ou seja, o número de condições foi inferior a 100 (MONTGOMERY & PECK, 1981), garantindo, assim, que as observações amostrais das variáveis explicativas ou suas combinações lineares não são correlacionadas. De acordo com Carvalho et al. (1999), a multicolinearidade só constitui problema sério para a análise quando possui grau superior a 100.

Para as estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos componentes da arquitetura de planta e da deposição de gotas no terço médio sobre a deposição de gotas no terço inferior, percebe-se a contribuição individual de cada componente para penetração de gotas nas duas aplicações na média das cultivares (Tabela 16).

Os coeficientes obtidos nas duas aplicações demonstram que houve efeito direto negativo do IAF na deposição de gotas no terço inferior e efeito direto positivo do número de gotas no terço médio. A maior concentração de folhas na soja ocorre no topo do dossel, funcionando como um filtro que retém a maior parte das gotas geradas na aplicação (ZHU, 2006; BARBOSA et al., 2007). Assim quando há maior IAF, há impacto tanto no número de gotas do terço inferior como do médio. Então da mesma forma que o IAF pode reduzir a deposição de gotas no baixeiro, a medida que essa barreira física é transposta ocorre aumento no número de gotas no terço

médio e por conseguinte no baixeiro. Isso explica o efeito direto positivo da deposição de gotas no terço médio sobre a deposição no baixeiro.

Apesar de observado efeito total negativo sobre a deposição de gotas das variáveis: estatura de plantas e número de ramos/planta em função dos coeficientes serem considerados altos (superiores a -0,7), estas variáveis sofrem influência indireta do IAF por isso seu efeito direto torna-se insignificante (Tabela 16).

Tabela 16 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número de gotas no terço médio (GTM), estatura de plantas (EST), número de ramos/planta (RAM), índice de área foliar (IAF) e coeficiente de correlação de Pearson (total) sobre o número de gotas no terço inferior no momento de cada aplicação. Itaara/RS, 2011.

| Variável                           | Efeito direto | -----Efeito Indireto Via----- |         |             |         | TOTAL   |
|------------------------------------|---------------|-------------------------------|---------|-------------|---------|---------|
|                                    |               | GTM                           | EST     | RAM         | IAF     |         |
| -----Aplicação 1 – R1-----         |               |                               |         |             |         |         |
| GTM                                | 0,4989        | -                             | -0,0015 | -0,0159     | 0,1434  | 0,6249  |
| EST                                | 0,0465        | -0,0157                       | -       | 0,0025      | -0,7784 | -0,7451 |
| RAM                                | 0,0227        | -0,3504                       | 0,0051  | -           | -0,3827 | -0,7053 |
| IAF                                | -0,8154       | -0,0877                       | 0,04458 | 0,01065     | -       | -0,8481 |
| <b>Coeficiente de determinação</b> |               |                               |         | <b>0,95</b> |         |         |
| -----Aplicação 2 – 20 DAAR1-----   |               |                               |         |             |         |         |
| GTM                                | 1,2702        | -                             | -0,4249 | -0,0838     | 0,2147  | 0,9761  |
| EST                                | 0,6211        | -0,8692                       | -       | 0,0814      | -0,6075 | -0,7742 |
| RAM                                | 0,1096        | -0,9713                       | 0,4613  | -           | -0,5696 | -0,9700 |
| IAF                                | -0,8214       | -0,3320                       | 0,4593  | 0,0760      | -       | -0,6181 |
| <b>Coeficiente de determinação</b> |               |                               |         | <b>0,96</b> |         |         |

Com base nos dados da análise de trilha que demonstra efeitos aditivos das variáveis foi realizada análise multivariada de agrupamento das oito cultivares. Para análise de agrupamento foram consideradas 10 variáveis para as oito cultivares (deposição de gotas nos terços médio e inferior, estatura de plantas, número de ramos/planta e IAF, obtidos nas duas aplicações).

A partir do agrupamento das cultivares foi gerado um dendrograma de grupos homogêneos (Figura 4). As delimitações estabelecidas por um dendrograma permitem avaliar os pontos de alta mudança de nível, tornando-os delimitadores do número de indivíduos para determinado grupo (CRUZ, 2008).

O corte no dendrograma que permite a formação de diferentes grupos é baseado no procedimento de validação, que considera as médias dos grupos de cultivares para cada variável considerada no agrupamento. Após essa validação o

dendrograma gerado pelo método que mais se ajusta aos dados é utilizado, neste caso o método do vizinho mais próximo.

Após a validação foram definidos 3 cortes na escala do dendrograma, o primeiro em 35% que gerou 2 grupos de cultivares (Grupo 1 com as cultivares Fcep 59 RR, CD 239 RR e BMX Potência RR e Grupo 3 com as cultivares BMX Apollo RR e Fcep 55 RR); o segundo corte foi realizado em 70% gerando o Grupo 2 – com as cultivares CD 214 RR e CD 226 RR e o terceiro corte foi realizado a 100% gerando o Grupo 4 com a cultivar TMG 4001 RR que se distinguiu de todas as demais (Figura 3).

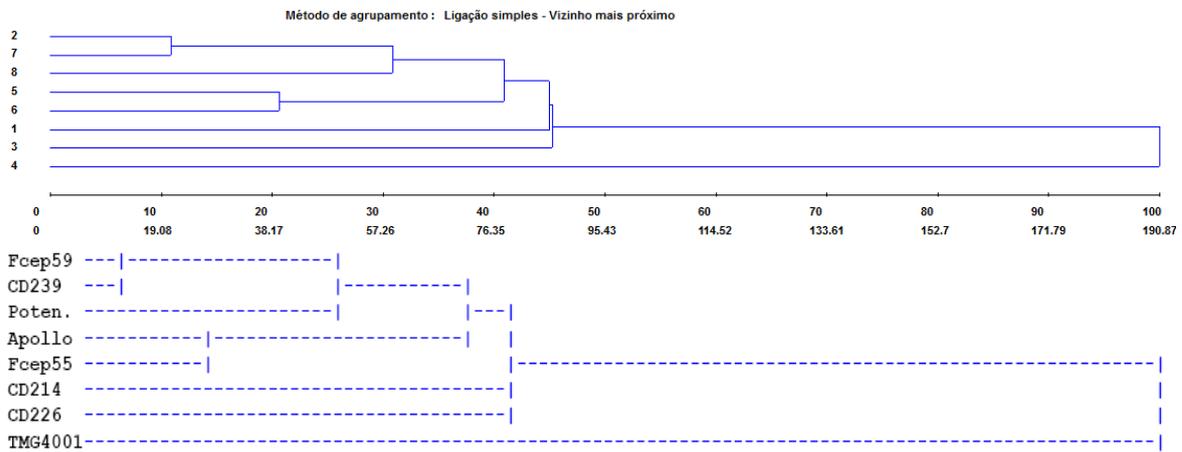


Figura 03 – Dendrograma mostrando grupos homogêneos de cultivares de soja. Método: hierárquico (vizinho mais próximo). Função de agrupamento: Distância Mahalanobis.

Os resultados da validação estão apresentados nas Figuras 4 e 5, onde as médias de cada variável para os quatro grupos de cultivares mostram a magnitude das variações em cada aplicação. Na média dos grupos das cultivares se repete a observação de que houve redução na deposição de gotas no terço médio em todas cultivares e analisando os gráficos nota-se que esta redução ocorre em função do aumento do número de ramos/planta e do IAF.

A distinção dos grupos é devida a contribuição de todas as variáveis, as cultivares do grupo 3 tem maior cobertura e penetração de gotas ao mesmo tempo que apresentam o menor porte e os menores valores de número de ramos e IAF. Com base nesses dados pode-se inferir que plantas de menor estatura e com IAF

reduzido propiciam melhores condições de deposição de gotas tornando o resultado da aplicação mais efetivo. Dados obtidos por Zhu et al. (2002) demonstram que a estatura de plantas e o IAF são os componentes que mais influenciam a penetração de gotas no interior do dossel de plantas de amendoim.

As cultivares do grupo 1 e 4 demonstraram o maior potencial de ramificação e por consequência tiveram IAF altos, nesses materiais a qualidade da deposição de gotas pode ser afetada levando a um controle insatisfatório. Essas cultivares exigem maior cuidado na definição do arranjo da tecnologia de aplicação a ser empregado bem como do manejo fitotécnico, visando melhor uniformidade na deposição de gotas no interior do dossel.

No grupo 2, as cultivares tiveram um padrão intermediário para deposição de gotas e número de ramos/planta, apresentando maior estatura de plantas. Observação que sugere que em alguns materiais o porte não surge como fator limitante a penetração de gotas, sendo nestas o IAF o fator de maior redução na deposição de gotas no baixeiro das plantas de soja. Ozkan et al. (2006) trabalhando com uma cultivar de soja que atingiu IAF de 6,4 observou que o maior número de gotas ficou concentrado no topo do dossel, obtendo 27,6 e 14,2 gotas.cm<sup>-2</sup> nos terços médio e inferior, respectivamente.

O agrupamento de cultivares de soja em função da penetração de gotas no dossel interagindo com componentes de arquitetura de plantas, pode gerar um banco de dados que auxiliem o produtor para a tomada de decisão da tecnologia a ser adotada no momento da escolha da cultivar a ser implantada.

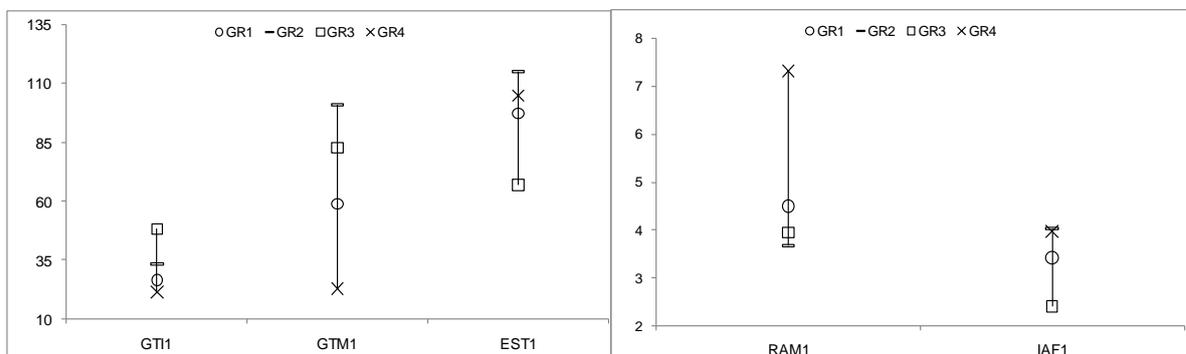


Figura 04 – Magnitude da distância da média dos quatro grupos de cultivares para as variáveis discriminatórias da primeira aplicação.

\*GTI – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> no terço inferior; GTM – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> no terço médio; EST – Estatura de plantas (cm); RAM – Número de ramos/planta; IAF – Índice de Área Foliar.

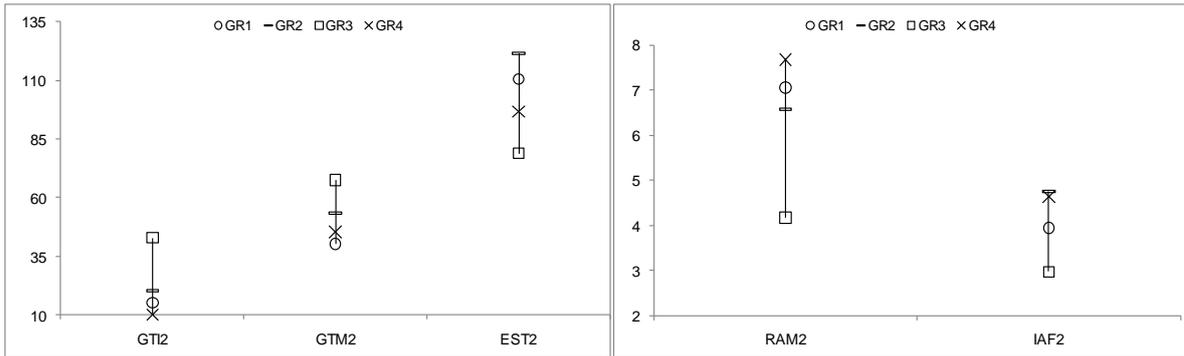


Figura 05 – Magnitude da distância da média dos quatro grupos de cultivares para as variáveis discriminatórias da segunda aplicação.

\*GTI – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> no terço inferior; GTM – Número de gotas.cm<sup>-2</sup> no terço médio; EST – Estatura de plantas (cm); RAM – Número de ramos/planta; IAF – Índice de Área Foliar.

## 4.2 Experimento 2

### 4.2.1 Deposição de gotas

A análise de variância dos parâmetros de deposição de gotas (numero de gotas.cm<sup>-2</sup> e DMV) apontou interação significativa para os fatores analisados cultivares, espectros de gotas e terços, sendo significativo ao nível de 5% de probabilidade o efeito principal dos parâmetros (Apêndice B, Quadro 19 ao 24).

O DMV obtido em cada espectro de gotas permaneceu dentro do indicado pelo fabricante das pontas de pulverização, proporcionando espectro de gotas muito fino, fino, médio e grosso que diferiram estatisticamente entre si (Figura 6). Nas três aplicações foi observada redução no DMV do espectro de gotas no terço inferior, o contrário foi encontrado no terço superior, em função da maior concentração e sobreposição de gotas, o DMV foi superior ao padrão do espectro testado (Tabela 17, 18 e 19). Bretthauer et al. (2008) avaliando espectro de gotas médio e muito grosso para controle de ferrugem asiática da soja observou que o DMV reduzia em média 12,6% e 11,6% na porção inferior das plantas, com espectro médio e grosso, respectivamente. Esses autores também observaram que no terço superior o DMV classificava o espectro de gotas sempre como a classe acima, gota grossa para o

espectro médio e gotas extremamente grossas para o espectro grosso, demonstrando uma possível sobreposição de gotas. Esse comportamento está evidenciado nos valores médios dos terços, onde o terço superior nas três aplicações apresenta valores próximo ou maiores que 300  $\mu\text{m}$ .

Para Yu et al. (2009) o tamanho de gotas é reconhecido como um dos parâmetros mais importantes que influenciam o controle de pragas e doenças. Assim a gota deve ser grande o suficiente para depositar no alvo sem evaporar na aplicação, mas deve ser pequena o suficiente para proporcionar cobertura suficiente de ingrediente ativo do alvo (REICHARD et al., 1977).

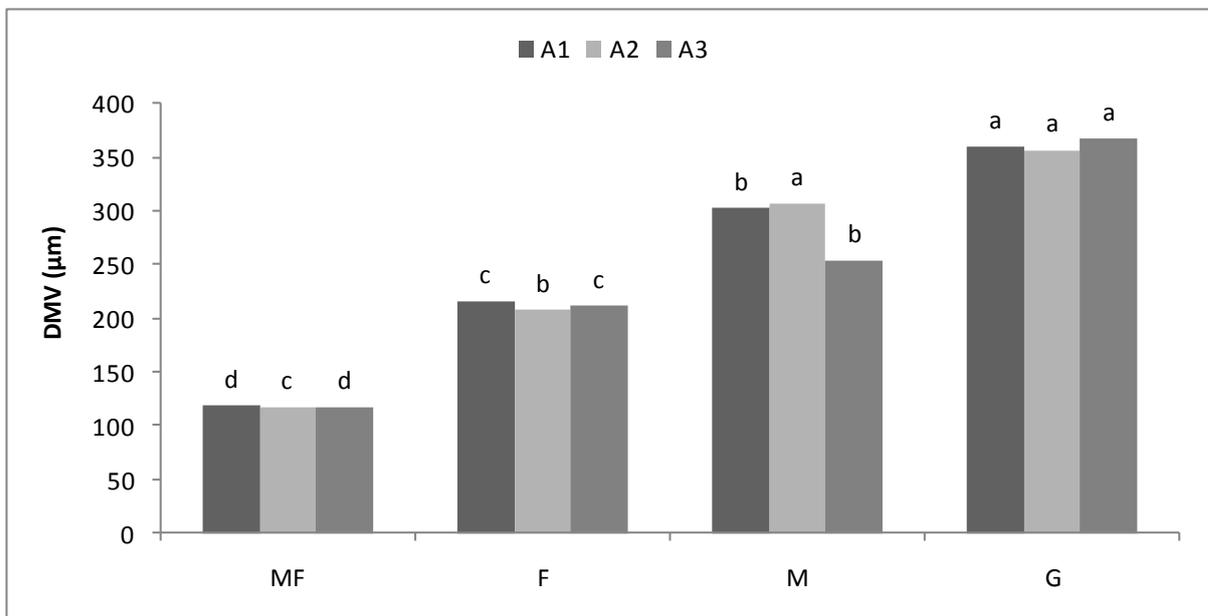


Figura 06 – Média do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) com os diferentes espectros de gotas nas três aplicações.

\*A1 – Aplicação 1; A2 – Aplicação 2; A3 – Aplicação 3; \*\* MF – Muito fino; F – Fino; M – Médio; G – Grosso.

Tabela 17 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na primeira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Superior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 109.3        | aC <sup>1</sup> | 286.2        | aB       | 417.0        | aA       | 412.8        | abA      | <b>305.7</b> | <b>a</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 109.4        | aC              | 290.8        | aB       | 406.7        | aA       | 366.4        | bA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 134.9        | aD              | 238.5        | aC       | 337.0        | bB       | 470.5        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 122.6        | aD              | 298.1        | aC       | 417.6        | aB       | 472.7        | aA       |              |          |
| Médio                |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 119.23       | aB              | 241.95       | aA       | 241.93       | bA       | 270.67       | bA       | <b>234.8</b> | <b>b</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 119.90       | aC              | 242.70       | aB       | 364.38       | aA       | 391.80       | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 137.89       | aB              | 172.21       | aB       | 341.17       | aA       | 266.32       | bA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 133.29       | aB              | 203.62       | aB       | 188.27       | bB       | 321.96       | abA      |              |          |
| Inferior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 126.0        | aB              | 191.4        | aB       | 181.3        | cB       | 290.6        | bA       | <b>207.8</b> | <b>c</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 110.7        | aC              | 158.5        | abBC     | 199.3        | bcB      | 395.3        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 71.8         | aC              | 157.4        | abB      | 259.1        | abA      | 270.9        | bA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 135.5        | aC              | 109.4        | bC       | 277.9        | aB       | 390.2        | aA       |              |          |
| <b>Médias</b>        | <b>119.2</b> | <b>D</b>        | <b>215.9</b> | <b>C</b> | <b>302.6</b> | <b>B</b> | <b>360.0</b> | <b>A</b> |              |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Tabela 18 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na segunda aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Superior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 126.3        | aB <sup>1</sup> | 276.5        | aAB      | 423.8        | aA       | 392.1        | aA       | <b>327.8</b> | <b>a</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 121.4        | aC              | 254.2        | aBC      | 449.1        | aAB      | 499.3        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 123.2        | aB              | 313.4        | aAB      | 442.3        | aA       | 492.5        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 123.1        | aB              | 271.4        | aAB      | 482.7        | aA       | 453.0        | aA       |              |          |
| Médio                |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 132.0        | aB              | 194.1        | abB      | 218.9        | aAB      | 292.2        | aA       | <b>215.2</b> | <b>b</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 122.6        | aC              | 157.4        | bBC      | 237.9        | aB       | 354.4        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 146.6        | aB              | 154.6        | bB       | 258.3        | aA       | 286.3        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 105.9        | aB              | 252.3        | aA       | 238.9        | aA       | 290.2        | aA       |              |          |
| Inferior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 101.2        | aB              | 148.3        | abB      | 265.8        | aA       | 331.6        | aA       | <b>199.1</b> | <b>c</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 106.2        | aB              | 92.6         | bB       | 225.1        | aA       | 289.3        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 112.6        | aC              | 187.7        | aBC      | 212.8        | aAB      | 298.6        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 93.5         | aC              | 193.0        | aB       | 226.6        | aAB      | 301.5        | aA       |              |          |
| <b>Médias</b>        | <b>117.9</b> | <b>C</b>        | <b>208.0</b> | <b>B</b> | <b>306.9</b> | <b>A</b> | <b>356.7</b> | <b>A</b> |              |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Tabela 19 – Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) obtida na terceira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Superior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 127.6        | aB <sup>1</sup> | 200.9        | aB       | 376.7        | aA       | 440.3        | aA       | <b>293.4</b> | <b>a</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 122.7        | aC              | 247.8        | aBC      | 350.1        | aAB      | 475.9        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 139.7        | aB              | 259.3        | aB       | 289.7        | aB       | 483.6        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 114.2        | aC              | 239.7        | aBC      | 357.5        | aAB      | 468.4        | aA       |              |          |
| Médio                |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 125.0        | aB              | 245.6        | aAB      | 214.7        | aAB      | 333.1        | aA       | <b>226.1</b> | <b>b</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 115.3        | aB              | 201.5        | aB       | 220.0        | aAB      | 362.2        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 92.4         | aB              | 207.9        | aAB      | 245.6        | aA       | 306.8        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 124.9        | aB              | 225.8        | aAB      | 273.1        | aAB      | 323.3        | aA       |              |          |
| Inferior             |              |                 |              |          |              |          |              |          |              |          |
|                      | Muito fino   |                 | Fino         |          | Médio        |          | Grosso       |          | Médias       |          |
| <b>BMX Apollo RR</b> | 113.8        | aB              | 175.9        | aB       | 148.6        | aB       | 314.5        | aA       | <b>193.4</b> | <b>b</b> |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 122.5        | aB              | 202.4        | aAB      | 205.2        | aAB      | 284.8        | aA       |              |          |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 110.7        | aB              | 164.1        | aAB      | 217.6        | aAB      | 246.2        | aA       |              |          |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 102.6        | aB              | 169.5        | aB       | 148.3        | aB       | 367.0        | aA       |              |          |
| <b>Médias</b>        | <b>117.6</b> | <b>D</b>        | <b>211.7</b> | <b>C</b> | <b>253.9</b> | <b>B</b> | <b>367.2</b> | <b>A</b> |              |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

A deposição de gotas no dossel da soja variou entre os espectros de gota e as quatro cultivares de soja nos três terços avaliados nas três aplicações, com interação significativa entre os fatores. A penetração de gotas bem como a estimativa da dose de ingrediente ativo que atingiu cada terço na média das quatro cultivares e dos espectros por aplicação está apresentada na Tabela 20.

Analisando a deposição de gotas considerando a taxa de ingrediente ativo aplicado com os quatro espectros de gotas pode-se notar que com gotas muito finas e finas a estimativa de deposição no terço inferior foi 2 vezes maior que obtida com espectro médio e grosso, no mesmo terço. À medida que a taxa de deposição no terço médio aumenta, ocorre um aumento também no terço inferior. Na aplicação do fechamento das entrelinhas quando as condições para a penetração foram menos desfavoráveis, houve aumento da taxa de deposição no terço inferior, possibilitando maior proteção do tecido. Essa proteção é vital para o manejo da ferrugem asiática, pois a infecção inicia no baixeiro da soja onde a umidade é alta e as folhas permanecem úmidas por longos períodos, posteriormente a doença evolui até o topo do dossel (OZKAN et al., 2007; BUTZEN et al., 2005a).

Por outro lado, na segunda e terceira aplicações, mesmo com essa diferença entre espectros a taxa de deposição de ingrediente ativo no baixeiro ficou igual ou abaixo de 1/3 da dose estimada. Wolf & Daggupati (2006) avaliando a penetração de gotas em soja proporcionada por 20 pontas de pulverização e estas produzindo espectros de gotas variados (fino, médio e grosso), obteve tanto em experimentos de laboratório como de campo, cobertura no baixeiro que não ultrapassou 10% do tecido. Para esse autor a densidade de folhas é o fator que mais influencia a penetração de gotas.

No terço superior nas três aplicações e em todos os espectros de gotas a taxa de deposição estimada foi pelo menos 2 vezes maior que a dose necessária para proteger o tecido. Segundo Zhu et al. (2002) a medida que as plantas crescem ocorre uma maior concentração das gotas no topo do dossel, sendo essa deposição muitas vezes maior que a obtida nos terços inferior e médio.

Tabela 20 – Penetração e cobertura de gotas na média de quatro cultivares em três aplicações com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.

| Espectro de gotas |          | Muito fino          |      | Fino                |      | Médio               |      | Grosso              |      |
|-------------------|----------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| Aplicação         | Terços   | NG.cm <sup>-2</sup> | **   |
| 1                 | Superior | 268.8               | 3.84 | 234.2               | 3.35 | 170.3               | 2.43 | 168.2               | 2.40 |
|                   | Médio    | 102.9               | 1.47 | 98.3                | 1.40 | 44.8                | 0.64 | 56.5                | 0.81 |
|                   | Inferior | 50.4                | 0.72 | 37.5                | 0.54 | 23.2                | 0.33 | 21.0                | 0.30 |
| 2                 | Superior | 250.6               | 3.58 | 206.9               | 2.96 | 167.7               | 2.40 | 144.7               | 2.07 |
|                   | Médio    | 60.6                | 0.87 | 40.5                | 0.58 | 31.2                | 0.45 | 20.6                | 0.29 |
|                   | Inferior | 22.1                | 0.32 | 14.3                | 0.20 | 10.2                | 0.15 | 6.5                 | 0.09 |
| 3                 | Superior | 275.2               | 3.93 | 224.1               | 3.20 | 181.2               | 2.59 | 150.8               | 2.15 |
|                   | Médio    | 78.5                | 1.12 | 53.8                | 0.77 | 29.5                | 0.42 | 24.8                | 0.35 |
|                   | Inferior | 20.5                | 0.29 | 17.4                | 0.25 | 10.9                | 0.16 | 9.8                 | 0.14 |

\*Número de gotas.cm<sup>-2</sup>; \*\*Taxa de deposição de ingrediente ativo considerando 70 gotas.cm<sup>-2</sup>.

Na primeira aplicação foi observada maior uniformidade na distribuição de gotas no interior do dossel do que na segunda e terceira (Tabela 21, 22 e 23). Foram observadas diferenças significativas na deposição de gotas nas cultivares em função do espectro testado. A deposição no terço superior nas três aplicações foi superior a 100 gotas.cm<sup>-2</sup> atingindo valores maiores que 250 gotas.cm<sup>-2</sup>, valores que segundo Christofletti (1999) e Ozeki & Kunz (1998) depositam ingrediente ativo de fungicida suficiente para controlar a doença.

Houve uma distinção dos espectros, sendo que a deposição obtida com gotas muito fina e fina foi maior que proporcionada pelos espectros médio e grosso, esse comportamento se manteve em todas aplicações. Entre as cultivares, a NA 7636 RR teve o menor número de gotas no terço inferior independente do tamanho de gotas testado na primeira aplicação (Tabela 21). As cultivares TMG 4001 RR e BMX Apollo RR apresentaram redução significativa na deposição de gotas no baixeiro a medida que o espectro mudou de muito fino para grosso (Tabela 21). Cunha et al. (2010) observou que gotas produzidas por pontas de pulverização com dispositivo anti-deriva (gotas com DMV maior) penetraram menos no dossel da soja que gotas produzidas pelas mesmas pontas de pulverização sem este dispositivo (com menor DMV).

A deposição observada no terço médio no momento da primeira aplicação obedeceu o comportamento do terço inferior, com distinção das gotas muito finas e finas das médias e grossas. O padrão de deposição de gotas na segunda e terceira aplicação foi muito similar (Tabela 22 e 23), fator relacionado às características de arquitetura de plantas, pois a partir dos estádios R4/R5 ocorre a máxima densidade de folhas da soja (ZABOT, 2009; PEDERSEN et al., 2007).

As diferenças observadas no terço inferior entre as cultivares ocorreram entre espectros, sendo que estas foram comparáveis entre si dentro de cada espectro. Houve redução de 20 a 30% no número de gotas depositadas com espectro grosso em relação ao espectro muito fino, entretanto, em combinação alguma deposição superou 30 gotas.cm<sup>-2</sup>.

A deposição de gotas no terço médio apresentou distinção entre as cultivares tanto entre espectros como dentro de cada espectro de gotas. O espectro de gotas muito fino proporcionou maior cobertura em relação ao demais espectros, porém foi o único que possibilitou maior número de gotas na cultivar TMG 4001 RR que na segunda aplicação foi comparável a BMX Apollo RR e apresentaram os maiores depósitos de gotas.

Na segunda aplicação as cultivares BMX Apollo RR e NA 7636 RR apresentaram a maior deposição de gotas finas, médias e grossas, sendo estatisticamente superiores as demais cultivares nesses espectros (Tabela 22). Já na terceira aplicação o comportamento das cultivares muda e os maiores valores de deposição de gotas médias e grossas são verificados nas cultivares BMX Apollo RR

e Fcep 53 RR, sendo a ultima a que apresentou o maior número de gotas finas no terço médio.

Com base nos dados de deposição das três aplicações, a cultivar BMX Apollo RR obteve a deposição de gotas menos afetada pela alteração no espectro e as cultivares TMG 4001 RR e NA 7636 RR são as que tem maior impacto na penetração de gotas quando alterado o espectro.

Tabela 21 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm<sup>-2</sup>) obtida na primeira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Superior      |              |                  |              |          |             |          |             |          |              |          |
|---------------|--------------|------------------|--------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|
|               | Muito fino   |                  | Fino         |          | Médio       |          | Grosso      |          | Médias       |          |
| BMX Apollo RR | 238.7        | bAB <sup>1</sup> | 248.0        | abA      | 189.0       | abB      | 191.0       | aB       | <b>210.4</b> | <b>a</b> |
| NA 7636 RR    | 357.0        | aA               | 221.3        | abB      | 140.3       | bcC      | 137.7       | bC       |              |          |
| Fcep 53 RR    | 231.7        | bAB              | 268.7        | aA       | 217.7       | aB       | 212.3       | aB       |              |          |
| TMG 4001 RR   | 247.7        | bA               | 198.7        | bA       | 134.3       | cB       | 131.7       | bB       |              |          |
| Médio         |              |                  |              |          |             |          |             |          |              |          |
|               | Muito fino   |                  | Fino         |          | Médio       |          | Grosso      |          | Médias       |          |
| BMX Apollo RR | 131.3        | aA               | 106.7        | aA       | 43.3        | aB       | 50.3        | aB       | <b>75.6</b>  | <b>b</b> |
| NA 7636 RR    | 80.3         | bcA              | 78.3         | aAB      | 37.3        | aB       | 48.0        | aAB      |              |          |
| Fcep 53 RR    | 78.3         | cA               | 95.7         | aA       | 53.7        | aA       | 56.3        | aA       |              |          |
| TMG 4001 RR   | 121.7        | abA              | 112.7        | aAB      | 45.0        | aC       | 71.3        | aBC      |              |          |
| Inferior      |              |                  |              |          |             |          |             |          |              |          |
|               | Muito fino   |                  | Fino         |          | Médio       |          | Grosso      |          | Médias       |          |
| BMX Apollo RR | 65.0         | aA               | 33.7         | aAB      | 24.3        | aAB      | 22.0        | aB       | <b>33.0</b>  | <b>c</b> |
| NA 7636 RR    | 25.3         | aA               | 32.0         | aA       | 12.3        | aA       | 15.0        | aA       |              |          |
| Fcep 53 RR    | 42.3         | aA               | 44.0         | aA       | 36.3        | aA       | 27.7        | aA       |              |          |
| TMG 4001 RR   | 69.0         | aA               | 40.3         | aAB      | 20.0        | aB       | 19.3        | aB       |              |          |
| <b>Médias</b> | <b>140.7</b> | <b>A</b>         | <b>123.3</b> | <b>A</b> | <b>79.5</b> | <b>B</b> | <b>81.9</b> | <b>B</b> |              |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Tabela 22 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm<sup>-2</sup>) obtida na segunda aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Superior      |            |                 |       |      |       |     |        |     |              |          |
|---------------|------------|-----------------|-------|------|-------|-----|--------|-----|--------------|----------|
|               | Muito fino |                 | Fino  |      | Médio |     | Grosso |     | Médias       |          |
| BMX Apollo RR | 253.0      | aA <sup>1</sup> | 241.7 | aAB  | 160.7 | aB  | 168.3  | aAB | <b>192.5</b> | <b>a</b> |
| NA 7636 RR    | 205.3      | aA              | 133.0 | bA   | 171.0 | aA  | 163.7  | aA  |              |          |
| Fcep 53 RR    | 266.7      | aA              | 216.0 | abAB | 188.7 | aAB | 144.7  | aB  |              |          |
| TMG 4001 RR   | 277.3      | aA              | 237.0 | aA   | 150.3 | aB  | 102.0  | aB  |              |          |
| Médio         |            |                 |       |      |       |     |        |     |              |          |
|               | Muito fino |                 | Fino  |      | Médio |     | Grosso |     | Médias       |          |
| BMX Apollo RR | 79.3       | aA              | 51.3  | aB   | 44.7  | aB  | 25.7   | abC | <b>38.2</b>  | <b>b</b> |

|                 |                   |          |             |          |              |          |               |     |             |          |
|-----------------|-------------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|---------------|-----|-------------|----------|
| NA 7636 RR      | 42.0              | cAB      | 57.3        | aA       | 35.7         | abB      | 27.0          | aB  |             |          |
| Fcep 53 RR      | 55.3              | bcA      | 30.3        | bB       | 28.7         | bcB      | 11.7          | bC  |             |          |
| TMG 4001 RR     | 65.7              | abA      | 23.0        | bB       | 15.7         | cB       | 18.0          | abB |             |          |
| <b>Inferior</b> |                   |          |             |          |              |          |               |     |             |          |
|                 | <b>Muito fino</b> |          | <b>Fino</b> |          | <b>Médio</b> |          | <b>Grosso</b> |     |             |          |
| BMX Apollo RR   | 22.7              | aA       | 14.7        | abB      | 9.3          | aBC      | 5.3           | aC  |             |          |
| NA 7636 RR      | 20.7              | aA       | 17.3        | aAB      | 11.7         | aBC      | 8.0           | aC  | <b>13.3</b> | <b>c</b> |
| Fcep 53 RR      | 25.7              | aA       | 10.3        | bB       | 6.7          | aB       | 6.0           | aB  |             |          |
| TMG 4001 RR     | 19.3              | aA       | 14.7        | abA      | 13.0         | aAB      | 6.7           | aB  |             |          |
| <b>Médias</b>   | <b>111.1</b>      | <b>A</b> | <b>87.2</b> | <b>B</b> | <b>69.7</b>  | <b>C</b> | <b>57.3</b>   |     | <b>C</b>    |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Tabela 23 – Cobertura de gotas (número de gotas.cm<sup>-2</sup>) obtida na terceira aplicação com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

|                 |                   |                 |             |          |              |          |               |    |               |          |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------|----------|--------------|----------|---------------|----|---------------|----------|
| <b>Superior</b> |                   |                 |             |          |              |          |               |    |               |          |
|                 | <b>Muito fino</b> |                 | <b>Fino</b> |          | <b>Médio</b> |          | <b>Grosso</b> |    | <b>Médias</b> |          |
| BMX Apollo RR   | 267.7             | aA <sup>1</sup> | 219.3       | aAB      | 166.0        | aBC      | 136.3         | aC |               |          |
| NA 7636 RR      | 303.7             | aA              | 203.0       | aB       | 144.0        | aB       | 137.7         | aB | <b>207.8</b>  | <b>a</b> |
| Fcep 53 RR      | 272.0             | aA              | 250.7       | aA       | 205.7        | aAB      | 149.3         | aB |               |          |
| TMG 4001 RR     | 257.3             | aA              | 223.3       | aA       | 209.0        | aA       | 179.7         | aA |               |          |
| <b>Médio</b>    |                   |                 |             |          |              |          |               |    |               |          |
|                 | <b>Muito fino</b> |                 | <b>Fino</b> |          | <b>Médio</b> |          | <b>Grosso</b> |    |               |          |
| BMX Apollo RR   | 108.0             | aA              | 46.3        | bcB      | 39.7         | aB       | 36.0          | aB |               |          |
| NA 7636 RR      | 66.7              | bA              | 31.0        | cB       | 16.0         | bB       | 17.0          | aB | <b>46.7</b>   | <b>b</b> |
| Fcep 53 RR      | 59.7              | bB              | 86.3        | aA       | 45.0         | aBC      | 28.3          | aC |               |          |
| TMG 4001 RR     | 79.7              | bA              | 51.7        | bB       | 17.3         | bC       | 18.0          | aC |               |          |
| <b>Inferior</b> |                   |                 |             |          |              |          |               |    |               |          |
|                 | <b>Muito fino</b> |                 | <b>Fino</b> |          | <b>Médio</b> |          | <b>Grosso</b> |    |               |          |
| BMX Apollo RR   | 26.3              | aA              | 22.0        | aA       | 13.0         | aB       | 13.0          | aB |               |          |
| NA 7636 RR      | 17.7              | bA              | 14.3        | aAB      | 9.0          | aB       | 8.0           | aB | <b>14.6</b>   | <b>c</b> |
| Fcep 53 RR      | 21.7              | abA             | 18.7        | aAB      | 11.7         | aB       | 11.7          | aB |               |          |
| TMG 4001 RR     | 16.3              | bA              | 14.7        | aAB      | 10.0         | aAB      | 6.3           | aB |               |          |
| <b>Médias</b>   | <b>124.7</b>      | <b>A</b>        | <b>98.4</b> | <b>B</b> | <b>73.9</b>  | <b>C</b> | <b>61.8</b>   |    | <b>C</b>      |          |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (entre espectros) e minúscula na coluna (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.2 Arquitetura de plantas

Para os parâmetros estatura de plantas, número de ramos e Índice de Área Foliar (IAF) foram observadas diferenças significativas entre as quatro cultivares avaliadas (Apêndice B, Quadro 25 ao 33). Analisando os parâmetros, estatura de plantas, número de ramos e IAF nota-se que as quatro cultivares avaliadas tem

características de estrutura de planta distintas. A arquitetura de planta pode ser definida como a estrutura da planta em um determinado momento (WILSON et al. 1999).

A estatura de plantas nas três determinações apresentou diferenças significativas entre as quatro cultivares, sendo a cultivar TMG 4001 RR a de maior porte e as cultivares BMX Apollo RR e NA Fcep 53 RR as de menor estatura, sendo comparáveis entre si (Tabela 24).

Tabela 24 – Estatura de planta (cm) de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.

| <b>Cultivares</b>    | <b>Aplicação 1</b> |                | <b>Aplicação 2</b> |   | <b>Aplicação 3</b> |    |
|----------------------|--------------------|----------------|--------------------|---|--------------------|----|
| <b>BMX Apollo RR</b> | 65.5               | c <sup>1</sup> | 76.3               | c | 78.3               | bc |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 75.0               | b              | 82.3               | b | 83.0               | b  |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 70.8               | b              | 76.0               | c | 75.0               | c  |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 97.5               | a              | 102.3              | a | 102.3              | a  |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Para os parâmetros número de ramos/planta e IAF, as cultivares diferiram entre si nas três avaliações (Tabela 25 e 26). Para essas variáveis, as cultivares BMX Apollo RR e Fcep 53 RR apresentaram os menores IAF e número de ramos, diferentemente da cultivar TMG 4001 RR que teve o maior potencial de emissão de ramos acompanhado do maior IAF. A cultivar NA 7636 RR teve valores intermediários e apresentou número de ramos superior na terceira avaliação e comparável nas outras avaliações ao observado nas cultivares BMX Apollo RR e Fcep 53 RR.

Tabela 25 – Número de ramos/planta de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.

| <b>Cultivares</b>    | <b>Aplicação 1</b> |                | <b>Aplicação 2</b> |    | <b>Aplicação 3</b> |   |
|----------------------|--------------------|----------------|--------------------|----|--------------------|---|
| <b>BMX Apollo RR</b> | 2.8                | b <sup>1</sup> | 3.0                | c  | 3.0                | c |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 3.9                | b              | 5.1                | b  | 5.1                | b |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 2.5                | b              | 3.4                | bc | 3.1                | c |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 6.9                | a              | 7.4                | a  | 7.5                | a |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Tabela 26 – Índice de área foliar de quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares           | Aplicação 1 |                | Aplicação 2 |   | Aplicação 3 |   |
|----------------------|-------------|----------------|-------------|---|-------------|---|
| <b>BMX Apollo RR</b> | 3.7         | a <sup>1</sup> | 4.0         | b | 2.8         | b |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 3.7         | a              | 3.6         | b | 3.5         | b |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 3.6         | a              | 3.3         | b | 3.3         | b |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 4.3         | a              | 6.6         | a | 6.0         | a |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.3 Percentual de Luz Incidente no dossel

Para os parâmetros de percentual de luz incidente nos terços inferior (ao nível do solo) e médio foram observadas diferenças significativas entre as quatro cultivares testadas (Apêndice A, Quadro 34 ao 39). O percentual de luz incidente no dossel da soja, foi utilizado como uma medida indireta dos componentes da arquitetura de plantas, de forma a permitir maior penetração de luz no interior do dossel.

Em função da primeira aplicação ter sido realizada no momento do fechamento entre linhas da cultura, foram observados valores de percentual de luz incidente nos terços inferior e médio maiores que observados na segunda e terceira aplicação (Tabela 27). A distinção das cultivares para esta variável obedece a mesma tendência observada nos componentes da arquitetura de plantas onde as cultivares BMX Apollo RR e TMG 4001 RR apresentam, respectivamente, menor e maior porte, número de ramos/plantas e IAF.

Assim na cultivar TMG 4001 RR a maior ramificação e IAF funcionaram como barreira física tanto a penetração de luz no dossel como de gotas nos diferentes espectros. As cultivares NA 7636 RR e Fcep 53 RR novamente comportaram-se de forma intermediária com valores de %LI entre os observados nas duas outras cultivares.

Tabela 27 – Percentual de Luz Incidente nos terços inferior (%LII) e médio (%LIM) em quatro cultivares de soja no momento de cada aplicação com diferentes espectros de gota. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares           | %LII (A1) |                | %LIM (A1) |   | %LII (A2) |   | %LIM (A2) |   | %LII (A3) |   | %LIM (A3) |   |
|----------------------|-----------|----------------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| <b>BMX Apollo RR</b> | 5.2       | a <sup>1</sup> | 28.8      | a | 2.9       | a | 23.1      | a | 1.6       | a | 22.8      | a |
| <b>NA 7636 RR</b>    | 2.2       | b              | 16.9      | b | 1.1       | b | 5.4       | b | 0.3       | b | 2.4       | b |
| <b>Fcep 53 RR</b>    | 2.4       | b              | 13.9      | b | 1.6       | b | 7.4       | b | 0.8       | b | 2.2       | b |
| <b>TMG 4001 RR</b>   | 0.5       | c              | 2.4       | c | 0.5       | c | 2.8       | c | 0.5       | b | 3.2       | b |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.4 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem Asiática (AACPFa)

Para a variável AACPFa foram observadas diferenças significativas entre as quatro cultivares e espectros de gota e a interação significativa entre estes fatores (Apêndice B, Quadro 40). A aplicação de fungicida proporcionou redução significativa na quantidade de doença acumulada em todas as cultivares avaliadas (Tabela 28). As cultivares se diferenciaram quanto a suscetibilidade a ferrugem asiática, isso deve-se a resistência parcial de cada material. Segundo Martins et al. (2007) uso de genótipos com resistência parcial à ferrugem asiática da soja poderá ser útil na redução do número de aplicações de fungicidas, facilitando o controle da doença.

O comportamento das cultivares BMX Apollo RR e Fcep 53 RR novamente se destaca. Para ambas, independente do espectro de gotas utilizado houve redução significativa na AACPFa e esta foi estatisticamente igual. Essas cultivares foram comparáveis tanto nos parâmetros de deposição de gotas como nos de arquitetura de plantas (Tabela 28).

As cultivares NA 7636 RR e TMG 4001 RR tiveram maior variação no controle em função dos diferentes espectros de gota, sendo que com gotas muito finas e finas houve maior redução na quantidade de doença acumulada, nos espectros de gota média e grossa foi verificado maior valor de AACPFa. Essas cultivares apresentaram valores de deposição com as maiores variações entre espectros de gota, bem como tiveram maior potencial de ramificação e maior IAF. Assim há

interferência dos componentes de arquitetura de plantas na qualidade de aplicação e esta pode também ser afetada pelo espectro de gotas utilizado na aplicação.

Tabela 28 – Área Abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja após a aplicação com diferentes espectros de gotas, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Trat/Média        | AACPFerrugem asiática |              |              |               |       |     |       |     |
|-------------------|-----------------------|--------------|--------------|---------------|-------|-----|-------|-----|
|                   | BMX Apollo RR *       | NA 7636 RR * | FCEP 53 RR * | TMG 4001 RR * |       |     |       |     |
| <b>Testemunha</b> | 336.0                 | dA           | 387.8        | cA            | 574.8 | bA  | 656.3 | aA  |
| <b>Muito fino</b> | 3.80                  | aB           | 15.4         | aC            | 11.5  | aB  | 17.49 | aC  |
| <b>Fino</b>       | 5.3                   | aB           | 12.6         | aC            | 10.6  | aB  | 18.60 | aC  |
| <b>Médio</b>      | 6.9                   | cB           | 25.0         | abBC          | 14.4  | bcB | 32.2  | aBC |
| <b>Grosso</b>     | 13.0                  | bB           | 36.8         | aB            | 19.1  | bB  | 42.5  | aB  |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna (entre espectros) e minúscula na linha (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

As quatro cultivares apresentaram resposta do controle comparável quando da mudança do espectro de muito fino para fino, entretanto, em todas as aplicações o espectro de gotas muito fino proporcionou deposição significativamente superior ao demais espectros. Esse resultado sugere que apesar do número de gotas ser maior com espectro muito fino, isso não resulta em incremento de controle. Quando a gota é aplicada em direção ao alvo, ela pode sofrer dois processos negativos: perda por deriva ou por evaporação (BUKOVAC et al., 1995). Esse processo varia com tamanho da gota, estrutura da superfície foliar, propriedades físicas da formulação e com as condições ambientais. Em muitos casos, gotas de fungicidas sistêmicos precisam permanecer em contato com a folha (alvo) tempo suficiente para a planta absorver o ingrediente ativo (YU et al., 2009). Segundo Matthews (2000) dados mostram que gotas pequenas têm tempo de vida (tempo de extinção) muito reduzido, assim se o ingrediente ativo perde seu diluente, ele forma uma partícula minúscula de ingrediente concentrado que não é absorvido e que pode ser removido da superfície foliar pelo vento.

YU et al. (2009) comparando gotas diferentes Diâmetro Mediano Volumétrico em condições normais extremas de umidade relativa do ar (URA), observou que gotas com DMV de 246  $\mu\text{m}$  a 60% de URA evaporam 10 vezes mais rápido que gotas de DMV de 800  $\mu\text{m}$ . Além do menor número de gotas obtido no interior do

dossel (terços inferior e médio) em relação ao terço superior, também foi observada redução significativa no DMV das gotas que atingiram o interior do dossel. Esse pode ser um fator que influenciou o controle da doença menor com as maiores taxas de deposição de ingrediente ativo obtida com espectro de gotas muito fino.

Isso pode justificar o fato do espectro de gotas grossas ter possibilitado controle da doença comparável ao proporcionado pela aplicação com gotas finas, nas cultivares NA 7636 RR e TMG 4001 RR. Entretanto, o maior tempo de permanência da gota sobre a superfície foliar obtida com gotas grossas não compense a menor cobertura que este espectro de gotas possibilita. A retenção e absorção do ingrediente ativo na superfície foliar são dependentes da cobertura de gotas e do tempo que a gota permanece no alvo (BRAZEE, et al., 2004).

A definição do espectro de gotas para aplicação de calda fungicida deve considerar a cultivar e as condições ambientais na qual a operação será realizada. Os dados sugerem que para fins de controle da ferrugem asiática nas cultivares BMX Apollo RR e Fcep 53 RR, independente do espectro de gotas o resultado da aplicação será satisfatório. Já nas cultivares NA 7636 RR e TMG 4001 RR, gotas de espectro muito fino, médio e grosso poderão resultar em reduções significativas de controle da doença.

#### 4.2.5 Produtividade e componentes do rendimento

Para os parâmetros relacionados a produtividade da soja, massa de mil grãos, produtividade nos terços da planta foram observadas diferenças significativas entre as quatro cultivares e espectros de gotas e interação significativa entre estes fatores (Apêndice B, Quadro 41 ao 45). As variações no controle da doença propiciada pelos diferentes espectros de gotas impactaram significativamente a produtividade das quatro cultivares avaliadas (Tabela 29). O impacto positivo do controle da doença possibilitou incrementos de produtividade que variaram de 11,6 a 40,6% em relação a testemunha sem controle.

Entre as testemunhas, a cultivar NA 7636 RR foi a mais produtiva e a cultivar TMG 4001 RR foi que apresentou maior AACPFa conseqüentemente teve maior

impacto negativo da doença sobre sua produtividade. Já a cultivar Fcep 53 RR foi a mais produtiva entre os tratamentos atingindo 64,7 sacas.ha<sup>-1</sup>.

Tabela 29 – Produtividade da soja após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

| Cultivares        | BMX Apollo RR       |      |        | NA 7636 RR          |        |        | Fcep 53 RR          |    |        | TMG 4001 RR         |    |        |
|-------------------|---------------------|------|--------|---------------------|--------|--------|---------------------|----|--------|---------------------|----|--------|
|                   | Kg.ha <sup>-1</sup> | *    | Dif.** | Kg.ha <sup>-1</sup> | p<0.05 | Dif.** | Kg.ha <sup>-1</sup> | *  | Dif.** | Kg.ha <sup>-1</sup> | *  | Dif.** |
| <b>Testemunha</b> | 2829.7              | bD   | 0.0    | 3135.3              | aC     | 0.0    | 2763.9              | bC | 0.0    | 2159.4              | cC | 0.0    |
| <b>Muito fino</b> | 3590.6              | aAB  | 26.9   | 3696.2              | aA     | 17.9   | 3607.7              | aB | 30.5   | 2896.9              | bA | 34.2   |
| <b>Fino</b>       | 3717.2              | aA   | 31.4   | 3763.0              | aA     | 20.0   | 3884.7              | aA | 40.6   | 3029.7              | bA | 40.3   |
| <b>Médio</b>      | 3332.8              | aC   | 17.8   | 3453.0              | aB     | 10.1   | 3480.4              | aB | 25.9   | 2429.7              | bB | 12.5   |
| <b>Grosso</b>     | 3434.4              | abBC | 21.4   | 3655.7              | aAB    | 16.6   | 3413.3              | bB | 23.5   | 2410.9              | cB | 11.6   |

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre espectros e minúscula entre cultivares não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05). \*\*Diferença de produtividade do tratamento em relação a testemunha sem aplicação.

O espectro de gotas utilizado na aplicação do fungicida refletiu diferenças significativas na produtividade de todas cultivares. A aplicação com gotas finas propiciou controle da doença que resultou nos incrementos de produtividade nas quatro cultivares, mostrando-se o espectro com capacidade de ampla utilização em cultivares de distintas arquiteturas de planta (Figura 07). Para Butzen et al. (2005), gotas finas/médias com DMV de 220 µm ou menores tem proporcionado a melhor cobertura na aplicação para controle da ferrugem asiática e Ozkan et al. (2007) indicam que esse espectro de gotas também proporciona maior cobertura e penetração de gotas no dossel da soja.

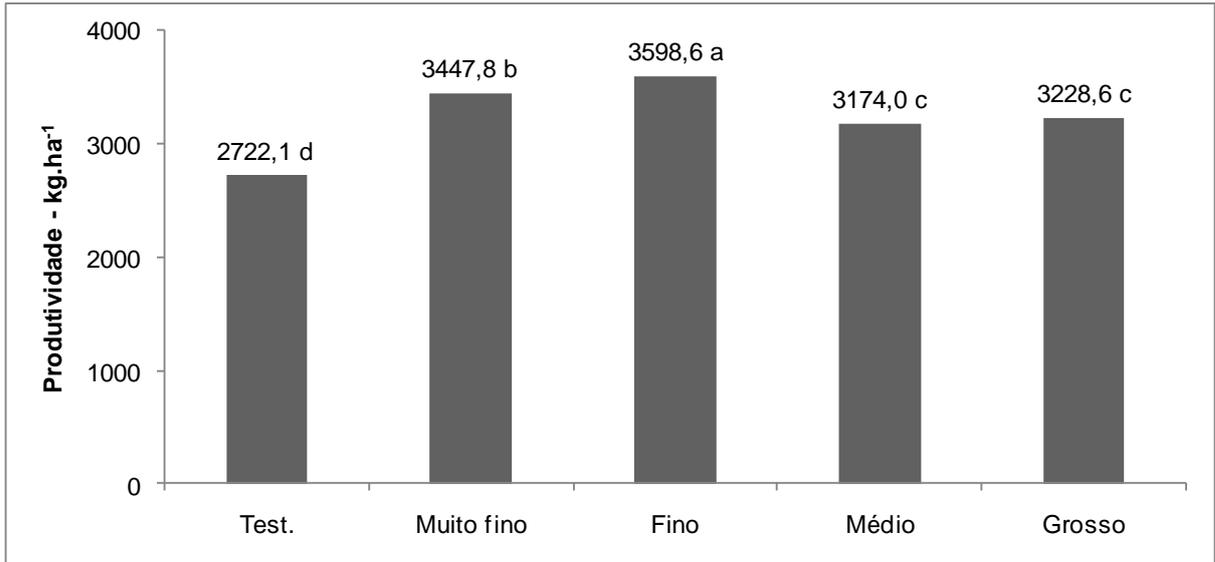


Figura 07 – Média de produtividade da soja de quatro cultivares pela aplicação dos tratamentos com quatro espectros de gotas.

As cultivares com maior ramificação e IAF, NA 7636 RR e TMG 4001 RR, tiveram maior variação no aumento de produtividade com diferentes espectros, diferentes do observado nas cultivares BMX Apollo RR e Fcep RR que tiveram os aumentos muito próximos. Isso indica que cultivares com maior capacidade de ramificação e maior IAF, necessitam de cobertura de gotas mínima obtida com espectro fino e que nos espectros médio e grosso foi insuficiente. Possivelmente para atingir maior cobertura nessas cultivares utilizando gotas médias e grossas, o volume de calda poderia ser aumentado. Butzen et al. (2005) e Ozkan et al. (2007) recomendam que em condições de aumento da densidade de folhas da soja, o aumento de volume poderá fornecer cobertura e penetração suficientes para proteger o tecido foliar da infecção pelo patógeno.

A massa de mil grãos também foi afetada significativamente pela aplicação do fungicida com diferentes espectros de gotas (Tabela 30). Apenas a cultivar BMX Apollo RR teve diferenças na massa de mil grãos pela aplicação com diferentes tamanhos de gota, sendo os maiores valores obtidos quando a aplicação foi efetuada com espectro de gotas fino e grosso. Nas demais cultivares não houve diferenciação significativa entre os espectros de gotas utilizados.

Tabela 30 – Massa de mil grãos da soja após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

|                   | BMX Apollo RR |                 | NA 7636 RR |    | Fcep 53 RR |    | TMG 4001 RR |    |
|-------------------|---------------|-----------------|------------|----|------------|----|-------------|----|
| <b>Testemunha</b> | 149.8         | bB <sup>1</sup> | 165.4      | aA | 163.9      | aB | 137.0       | bB |
| <b>Muito fino</b> | 155.5         | cAB             | 170.3      | bA | 195.0      | aA | 154.5       | cA |
| <b>Fino</b>       | 164.3         | bcA             | 176.5      | bA | 200.7      | aA | 155.3       | cA |
| <b>Médio</b>      | 162.3         | bAB             | 167.8      | bA | 197.0      | aA | 159.0       | bA |
| <b>Grosso</b>     | 164.0         | bA              | 169.2      | bA | 198.2      | aA | 158.3       | bA |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre espectros e minúscula entre cultivares não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Os componentes da produtividade determinados foram número de legumes total por terço, número de legumes com um, dois e três grãos por terço da planta; número e massa de grãos por terço. Após a tabulação dos dados foram observadas diferenças apenas na massa de grãos obtida por terço da planta, que possibilitaram a estratificação da produtividade da soja entre os terços inferior, médio e superior (Tabela 31). A produtividade do terço inferior, por ser o parâmetro com maior diferença entre os espectros de gota, foi submetido a análise de trilha para que fossem determinados os efeitos diretos e indiretos da deposição de gotas nos terços inferior e médio sobre esta variável (Tabela 32).

A produtividade nos terços superior e médio das plantas de soja das quatro cultivares foi superior quando o espectro de gotas da aplicação eram muito finas e finas, destacando-se a cultivar Fcep 53 RR (Tabela 31). Resgatando a deposição de gotas obtida neste terço os espectros de gota muito fino e fino proporcionaram maiores valores de número de gotas.cm<sup>-2</sup> do que com gotas médias e grossas.

O efeito da deposição de gotas no terço inferior fica evidenciado quando considerada a produtividade neste terço, onde a aplicação realizada com espectro de gotas fino provavelmente propiciou maior proteção do tecido foliar, retardando o processo patogênico e maximizando o residual de controle resultando em aumento da produtividade da soja.

O coeficiente de correlação de Pearson total observado na análise de trilha, mostra relação positiva, ou seja, diretamente proporcional, da deposição de gotas no terço inferior e médio sobre a produtividade do terço inferior da soja (Tabela 32). Apesar dos coeficientes totais serem considerados bons, apenas a variável número de gotas no terço inferior da terceira aplicação teve efeito direto sobre a produtividade inferior. O maior efeito da deposição na terceira aplicação sobre a

produtividade no terço inferior pode estar ligado a maior evolução da doença em estádios mais avançados de desenvolvimento (enchimento de grãos).

Tabela 31 – Produtividade da soja estratificada em três terços após as aplicações com diferentes espectros de gota, em quatro cultivares de soja. Itaara/RS, 2011.

|  | BMX Apollo RR |                 | NA 7636 RR |     | Fcep 53 RR |     | TMG 4001 RR |      |
|--|---------------|-----------------|------------|-----|------------|-----|-------------|------|
| <b>kg.ha<sup>-1</sup> - terço superior</b> |               |                 |            |     |            |     |             |      |
| <b>Muito Fino</b>                          | 1352.0        | bA <sup>1</sup> | 1434.7     | aB  | 1176.0     | cD  | 1432.0      | aA   |
| <b>Fino</b>                                | 1149.3        | cB              | 1733.3     | bA  | 2613.3     | aA  | 1176.0      | cB   |
| <b>Médio</b>                               | 1064.0        | dC              | 1141.3     | cC  | 1298.7     | bC  | 1469.3      | aA   |
| <b>Grosso</b>                              | 1210.7        | bB              | 1040.0     | cD  | 1805.3     | aB  | 1165.3      | bB   |
| <b>kg.ha<sup>-1</sup> - terço médio</b>    |               |                 |            |     |            |     |             |      |
| <b>Muito Fino</b>                          | 1933.3        | bAB             | 2021.3     | aA  | 1768.0     | cC  | 1776.0      | cA   |
| <b>Fino</b>                                | 1890.7        | bB              | 1866.7     | bB  | 2768.0     | aA  | 1378.7      | cC   |
| <b>Médio</b>                               | 1882.7        | aB              | 1101.3     | cD  | 1912.0     | aB  | 1570.7      | bB   |
| <b>Grosso</b>                              | 1978.7        | aA              | 1501.3     | cC  | 1893.3     | bB  | 1368.0      | dC   |
| <b>kg.ha<sup>-1</sup> - terço inferior</b> |               |                 |            |     |            |     |             |      |
| <b>Muito Fino</b>                          | 690.7         | aB              | 168.0      | dBC | 482.7      | bA  | 282.7       | cAB  |
| <b>Fino</b>                                | 790.7         | aA              | 250.7      | cA  | 346.7      | bB  | 338.7       | bA   |
| <b>Médio</b>                               | 245.3         | abD             | 186.7      | bAB | 293.3      | aBC | 237.3       | abBC |
| <b>Grosso</b>                              | 416.0         | aC              | 93.3       | dC  | 261.3      | bC  | 186.7       | cC   |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre espectros e minúscula entre cultivares não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Tabela 32 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número gotas no terço inferior das três aplicações (GTI1, GTI2, GTI3), no terço médio das três aplicações (GTM1, GTM2, GTM3) e coeficiente de correlação de Pearson (total) sobre a produtividade da soja no terço inferior. Itaara, 2011.

| Variável                          | Efeito direto | -----Efeito Indireto Via----- |        |         |        |        |        |        |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
|                                   |               | GTI1                          | GTM1   | GTI2    | GTM2   | GTI3   | GTM3   | TOTAL  |
| <b>-----Aplicação 1 – R1-----</b> |               |                               |        |         |        |        |        |        |
| <b>GTI1</b>                       | -0,0319       | -                             | 0,1196 | -0,1594 | 0,0733 | 0,2341 | 0,1545 | 0,3901 |
| <b>GTM1</b>                       | 0,2205        | -0,0173                       | -      | -0,1802 | 0,1036 | 0,2923 | 0,1782 | 0,5971 |
| <b>GTI2</b>                       | -0,3710       | -0,0137                       | 0,1071 | -       | 0,1305 | 0,3022 | 0,1462 | 0,3013 |
| <b>GTM2</b>                       | 0,1950        | -0,0120                       | 0,1171 | -0,2484 | -      | 0,2911 | 0,1627 | 0,5056 |
| <b>GTI3</b>                       | 0,5257        | -0,0142                       | 0,1226 | -0,2133 | 0,1080 | -      | 0,1841 | 0,7129 |
| <b>GTM3</b>                       | 0,267         | -0,0185                       | 0,1472 | -0,2032 | 0,1189 | 0,3625 | -      | 0,6739 |

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas condições dos experimentos, foi possível concluir que:

- ✓ A arquitetura de plantas representada pela estatura de plantas, número de ramos/planta e IAF tem efeito significativo na cobertura e penetração de gotas em cultivares de soja e que as cultivares de maior capacidade de ramificação e maior IAF apresentam menor penetração de gotas no dossel.
- ✓ As cultivares de soja podem ser agrupadas em função de características de deposição de gotas associadas a arquitetura de plantas.
- ✓ O espectro de gotas fino apresentou os melhores resultados em termos de deposição de gotas, controle da doença nas quatro cultivares de soja assegurando maior produtividade.
- ✓ O controle da ferrugem asiática possibilitou a proteção do potencial produtivo da soja e a magnitude dessa proteção variou em função da cobertura e penetração de gotas proporcionada pela aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALARDIN, R. S. et al. Factors affecting fungicide efficacy in the tropics. In: CARISSE, O. (Ed.). **Fungicidas**. InTech. Rijeka, Croatia. 2010. p. 23-38.

BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. do Autor, 2002. 100 p.

BALARDIN, R. S. et al. Influência do volume de calda e pontas de pulverização sobre o controle das doenças de final de ciclo em duas cultivares de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 29., 2001, Porto Alegre. **Atas e Resumos...** Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2001.

BARBOSA, R. N.; GRIFFIN, J. L.; HOLLIER, C. A. Effect of spray rate and method of application in spray deposition. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, v. 25, n. 2, p.181-184, 2007.

BASU, S.; LUTHRA, J.; NIGAM, K. D. P. The effects of surfactants on adhesion, spreading, and retention of herbicide droplet on the surface of the leaves and seeds. **Journal Environment Science and Health**. New York. v. 37, n. 4, p.331-344, 2002.

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

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

BRAZEE, R. D.; BUKOVAC, M. J.; ZHU, H. Diffusion model for plant cuticular penetration by spray-applied weak organic acid bioregulator in presence or absence of ammonium nitrate. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, v. 47, p. 3, p. 629-635, 2004.

BRETTTHAUER, 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 N<sup>o</sup>: 084219)

BUKOVAC, M. J. et al. Spray droplet: Plant surface interaction and deposit formation as related to surfactants and spray volume. **Proc. 4th Intl. Symposium on Adjuvants for Agrochemicals** (FRI Bulletin 193), Australia, p. 177-185. 1995.

BUTZEN, S. et al. Asian soybean rust: fungicides. **Crop Insights**, Johnston, EUA. v. 15, n. 2, 5 p., 2005a.

BUTZEN, S. et al. Asian soybean rust: Fungicide application technology. **Crop insights**. Johnston, EUA. v. 15, n. 1, 6 p., 2005b.

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

CARVALHO, C. G. P. et al. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.

CARVALHO, C. G. P. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p. 603-613, abr. 1999.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Desempenho dos bicos de pulverização em aeronaves agrícolas. 2. ed. Sorocaba, edição do autor, 2005. 48 p.

\_\_\_\_\_. **Pulverização ou aplicação?** São Paulo, 1999. 71 p. (Boletim Técnico BT-01/99).

\_\_\_\_\_. **Manual Shell de máquinas agrícolas e técnicas de aplicação de defensivos**. São Paulo: Shell, 1992. 122 p.

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

CRUZ, C. D. **Programa GENES – Diversidade genética**. Viçosa: UFV, 2008. 278p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES, versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CUNHA, DA. J. P. R. A.; COELHO, L.; ARAÚJO, R. G. C. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control of soybean asian rust. **Interciência**. Caracas, v. 35, n. 10, 2010

DEWEY, D. R.; LU, K. H. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, p. 515-518, 1959.

DORR, G. J. et al. Combining spray drift and plant architecture modeling to minimize environmental and public health risk of pesticide application. **Australian research council**. Australia, p. 279- 285, 2006

EMBRAPA. **Impacto econômico da ocorrência da ferrugem asiática na soja**. Sistema de alerta, Embrapa Soja. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver\\_alerta.php?cod\\_pagina\\_sa=142](http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=142)> Acessado em: fev/2007.

GOHLICH, H. Deposition and penetration of sprays. In **Proc. Symposium on Application and Biology**, British Crop Protection Council. BCPC Monogram n. 28, Berkshire, England. p. 173-182, 1985.

HARTMAN, G. L.; MILES, M. R.; FREDERICK, R. D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, Saint, Paul, v. 89, p. 664-666, 2005.

HUYGHE, C. Genetics and genetic modification of plant architecture in grain legumes: a review, **Agronomie-Plant Genetics and Breeding**. Berlim, v. 18, p. 383-411, 2000.

INTA. **T&C CIR V 1.5** – Conteo y Tipificación de Impactos de Pulverización. Version 1.5 Intl. INTA. Argentina, 2002.

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

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. p 95-104. 1998.

LEVY, C. Zimbabwe - a country report on soybean rust control. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4., CONGRESSO MUNDIAL DE SOJA (BRAZILIAN SOYBEAN CONFERENCE), 3., 2004, Londrina. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 340-348.

LÚCIO, A. D. et al. Distribuição de probabilidade em análises nutricionais de espécies florestais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 313, p.214-224, 2007.

LÚCIO, A. D. **Erro experimental relacionado às características dos ensaios nacionais de competição de cultivares**. 1999. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal.

MADALOSSO M. G. et al.: **Tecnologia de Aplicação & Manejo Cultural**: Binômio da Produção. UFSM. Santa Maria, 2006. (Informativo Técnico n. 24).

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

MARTINS, J. A. S. et al. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. **Summa phytopathologica**. São Paulo, v. 33, n. 4, p. 364-371, 2007.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide applications methods**. International Pesticide Application Research Centre, 3<sup>rd</sup> Edition, Berkshire UK, 2000. 432p.

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

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.

MILES, M. R. et al. Current status of soybean rust control by fungicides. **Pesticides Outlook**, v. 14, p. 197-200, 2003.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 504 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria- RS, 2008.

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

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. 61-70

OZKAN, H. E. et al. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. **Aspects of applied biology 77**, Warwick, 2006.

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

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

PATIL, P. V.; ANAHOSUR, K. H. Control of soybean rust by fungicides. *Indian Phytopathology*. **Jodhpur, India**. v. 51, p. 265-268, 1998.

PEDERSEN, P. et al. Soybean morphology. 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. 41-45

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.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Coop. Ext. Serv., 1982, 20 p. (Special Report, 53).

ROSS, J. *The Radiation Regime and Architecture of Plant Stands*, Junk, The Hague, The Netherlands, 1981.

SANTOS, J. M. F. dos. Dinâmica de Deposição de Gotas. In: \_\_\_\_\_. **Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos**. Ed: AgrEvo, São Paulo, p. 10-12.1998.

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

SMITH D. B.; BURT, E. C.; LLOYD. E. P. Selection of optimum spray droplet sizes for boll weevil and drift control. **Journal Economic Entomology**. Lanham, v. 68, n. 3, p. 415-417, 1975.

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

SOUZA, R. T; PALLADINI, L. A.; VELINI, E. D. Pulverização eletrostática. **Cultivar : Máquinas**, Pelotas, n. 21, 2003. Caderno Técnico.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater RS/UFRGS, 2002. 107 p.

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.

UGALDE, M. G. **Controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VALE, F. X. R.; FERNADES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT – A software for plant disease severity assessment. In: INTERNATIONAL CONGRESS F PLANT PATHOLOGY, 8., 2003, Chrischurch. **Proceedings...** Chrischurch, 2003. 105 p.

VELLOSO, J. A. R. de O.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1984. 52 p.

WALKLATE, P. J. et al. Relationship between orchard tree crop structure and performance characteristics of an axial fan sprayer. In: **Pesticide Application: Aspects of Applied Biology**. CROSS, J. V. et al (eds.) Warwick, U.K.: Wellesbourne. v. 57, p. 285-292, 2000.

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease losses estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994, **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 107-110, 1997.

WILSON, P. A. et al. Using Lindenmayer systems to model morphogenesis in a tropical pasture legume *Stylosanthes scabra*. **Canadian Journal of Botany**. Guelph, v. 77, n. 3, 394-403, 1999.

WILSON, J. D.; HEDDEN, O. K.; SLEESMAN, J. P. **Spray droplet size as related to disease and insect control on row crops**. Wooster: Ohio Agricultural Experiment Station. 1963. (Research Bulletin 945)

WOLF, R. E.; DAGGUPATI, N. P. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, ASSABE Section Meeting Presentation. 2006.10 p. (Paper Number: 061163)

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 20, n. 3, p. 557-585, 1921.

YORINORI, J. T. Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA, 2., 2002, Passo Fundo. **Anais....** Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte Editora, 2002.

YORINORI, J. T. et al. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. (ed.), **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba, POTAFOS, p. 362-373. 1992.

YU, Y. et al. Evaporation And Deposition Coverage Area Of Droplets Containing Insecticides And Spray Additives On Hydrophilic, Hydrophobic, And Crabapple Leaf Surfaces. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, Michigan, Transactions of the ASABE. v. 52, n. 1, p. 39-49, 2009.

ZABOT, L. **Caracterização agrônômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ZHU, H. et al. Development of a canopy opener to improve spray deposition and coverage inside soybean canopies: Part 1. Mathematical models to assist opener development. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, v. 51, n.6, p. 1905-1912, 2008.

ZHU, H. et al. Development of a canopy opener to increase spray deposition and coverage inside soybean canopies. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, ASSABE Meeting Presentation. 2006. 9 p. (Paper Number: 061164)

ZHU, H. et al. Influence of plant structure, orifice size, and nozzle inclination on spray penetration into peanut canopy. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Michigan, v. 45, n. 5, p. 1295-1301, 2002

## **ANEXOS**

**ANEXO A – Escala fenológica de desenvolvimento da soja.**

| <b>Yorinori et al (1992) adaptada de Ritchie et al., (1982).</b> |   |
|--|---|
| <b>R1</b>  | Uma flor aberta em qualquer nó sobre a haste principal.   |
| <b>R2</b>  | Flores abertas em um dos dois nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.   |
| <b>R3</b>  | Vagem com 5 mm de tamanho em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.  |
| <b>R4</b>  | Vagem com 2 cm de comprimento em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.  |
| <b>R5</b>  | Semente com 3 mm de tamanho em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.  |
|  | Rápido desenvolvimento de legumes e de sementes com grãos de 3, 5, 7, 8, 10, 11 mm de tamanho.  |
| <b>R5.1</b>  | Grãos com início de formação (perceptíveis ao tato) a 10% da granação.  |
| <b>R5.2</b>  | Maioria das legumes com mais de 10% e até 25% de granação.  |
| <b>R5.3</b>  | Maioria das legumes com mais de 25% e até 50% de granação.  |
| <b>R5.4</b>  | Maioria das legumes com mais de 50% e até 75% de granação.  |
| <b>R5.5</b>  | Maioria das legumes com mais de 75% de granação.  |
| <b>R6</b>  | Vagem contendo sementes verdes que preenchem totalmente a cavidade da vagem localizada em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida. |
| <b>R7</b>  | Uma vagem normal na haste principal que tenha atingido a cor de vagem madura, normalmente marron ou palha, dependendo do cultivar.  |
| <b>R8</b>  | 95% das legumes apresentam-se maduras. São necessários de 5 a 10 dias de clima seco após R8 para que a soja atinja menos de 15% de umidade.                                     |

**ANEXO B** – Classes de tamanho de gotas segundo normas BCPC (British Crop Production Council) com características correspondentes (DMV e PRD).

| <b>Classe da pulverização</b> | <b>Símbolo</b> | <b>DMV*</b>  | <b>PRD**</b> |
|-------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Muito fina                    | MF             | <119 µm      | >57%         |
| Fina                          | F              | 119 – 216 µm | 20 – 57%     |
| Média                         | M              | 217 – 352 µm | 5,7 – 20%    |
| Grossa                        | G              | 354 – 464 µm | 2,9 – 5,7%   |

\*Diâmetro Mediano Volumétrico; \*\*Potencial de Risco de Deriva.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Análise da variância das variáveis do Experimento 1.

**Quadro 1 – Análise de variância do número de gotas.cm<sup>-2</sup> na aplicação R1. Experimento 1.**

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 2           | 109.7778 | 54.88889         | 1.4585      | ns |
| F1***            | 7           | 15540.65 | 2220.093         | 58.9902     | ** |
| Resíduo F1       | 14          | 526.8889 | 37.63492         |             | -  |
| F2               | 2           | 263934.5 | 131967.3         | 2291.762    | ** |
| Int. F1xF2       | 14          | 19662.14 | 1404.438         | 24.3897     | ** |
| Resíduo F2       | 32          | 1842.667 | 57.58333         |             | -  |
| Total            | 71          | 301616.7 |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>6.65</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>8.23</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 2 – Análise de variância do diâmetro médio volumétrico (DMV) da aplicação R1. Experimento 1.**

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 2           | 2120.8   | 1060.4           | 1.9745      | ns |
| F1***            | 7           | 30900.3  | 4414.328         | 8.2198      | ** |
| Resíduo F1       | 14          | 7518.493 | 537.0352         |             | -  |
| F2               | 2           | 302317.4 | 151158.7         | 198.9297    | ** |
| Int. F1xF2       | 14          | 93527.6  | 6680.543         | 8.7918      | ** |
| Resíduo F2       | 32          | 24315.52 | 759.8599         |             | -  |
| Total            | 71          | 460700.2 |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>7.83</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>9.32</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 3 – Análise de variância do número de gotas.cm<sup>-2</sup> na aplicação 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.             | G.L.         | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|--------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 2            | 6.94333  | 3.47167          | 0.0326      | ns |
| F1***            | 7            | 5171.244 | 738.7491         | 6.9396      | ** |
| Resíduo F1       | 14           | 1490.354 | 106.4539         |             | -  |
| F2               | 2            | 324123.8 | 162061.9         | 2421.324    | ** |
| Int. F1xF2       | 14           | 37223.15 | 2658.797         | 39.7244     | ** |
| Resíduo F2       | 32           | 2141.796 | 66.93111         |             | -  |
| Total            | 71           | 370157.3 |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>12.35</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>9.79</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 4 – Análise de variância do diâmetro médio volumétrico (DMV) da aplicação 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.             | G.L.         | S.Q.     | Q.M.             | F            |    |
|------------------|--------------|----------|------------------|--------------|----|
| Blocos           | 2            | 472.0574 | 236.0287         | 0.2805       | ns |
| F1***            | 7            | 99574.17 | 14224.88         | 16.9025      | ** |
| Resíduo F1       | 14           | 11782.16 | 841.5827         |              | -  |
| F2               | 2            | 604438.1 | 302219.1         | 322.1273     | ** |
| Int. F1xF2       | 14           | 95014.55 | 6786.753         | 7.2338       | ** |
| Resíduo F2       | 32           | 30022.33 | 938.1977         |              | -  |
| Total            | 71           | 841303.4 |                  |              | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>11.25</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>11.88</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 5 – Análise de variância da estatura de plantas em R1. Experimento1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.        | F       |    |
|---------------|------|----------|-------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 20.40625 | 6.80208     | 0.3492  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 10777.22 | 1539.603    | 79.0324 | ** |
| Resíduo       | 21   | 409.0938 | 19.48065    |         | -  |
| Total         | 31   | 11206.72 |             |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>4.65</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 6 – Análise de variância da estatura de plantas 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.        | F       |    |
|---------------|------|----------|-------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 44.4375  | 14.8125     | 1.0879  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 8661.125 | 1237.304    | 90.8708 | ** |
| Resíduo       | 21   | 285.9375 | 13.61607    |         | -  |
| Total         | 31   | 8991.5   |             |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>3.55</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 7 – Análise de variância do número de ramos em R1. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 4.82292  | 1.60764      | 2.446   | ns |
| Tratamentos   | 7    | 50.56597 | 7.22371      | 10.9909 | ** |
| Resíduo       | 21   | 13.80208 | 0.65724      |         | -  |
| Total         | 31   | 69.19097 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>17.81</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 8 – Análise de variância do número de ramos 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.    | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|---------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 2.6875  | 0.89583      | 1.1622  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 62.625  | 8.94643      | 11.6062 | ** |
| Resíduo       | 21   | 16.1875 | 0.77083      |         | -  |
| Total         | 31   | 81.5    |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |         | <b>14.04</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 9 – Análise de variância do índice de área foliar (IAF) em R1. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F      |    |
|---------------|------|----------|--------------|--------|----|
| Blocos        | 3    | 2.67185  | 0.89062      | 1.6248 | ns |
| Tratamentos   | 7    | 23.72592 | 3.38942      | 6.1836 | ** |
| Resíduo       | 21   | 11.51068 | 0.54813      |        | -  |
| Total         | 31   | 37.90845 |              |        | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>20.46</b> |        |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 10 – Análise de variância do índice de área foliar (IAF) 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F      |    |
|---------------|------|----------|--------------|--------|----|
| Blocos        | 3    | 1.43692  | 0.47897      | 2.1577 | ns |
| Tratamentos   | 7    | 21.94542 | 3.13506      | 14.123 | ** |
| Resíduo       | 21   | 4.66163  | 0.22198      |        | -  |
| Total         | 31   | 28.04398 |              |        | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>12.01</b> |        |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 11 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel inferior em R1. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.51469  | 0.17156      | 0.3792  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 79.91786 | 11.41684     | 25.2358 | ** |
| Resíduo       | 21   | 9.50053  | 0.45241      |         | -  |
| Total         | 31   | 89.93309 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>39.90</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 12 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel médio em R1. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 66.35074 | 22.11691     | 1.7022  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 2984.35  | 426.3357     | 32.8129 | ** |
| Resíduo       | 21   | 272.8519 | 12.99295     |         | -  |
| Total         | 31   | 3323.553 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>45.61</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 13 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel inferior 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.        | G.L. | S.Q.    | Q.M.         | F       |    |
|-------------|------|---------|--------------|---------|----|
| Blocos      | 3    | 0.13838 | 0.04613      | 1.3717  | ns |
| Tratamentos | 7    | 5.21259 | 0.74466      | 22.1439 | ** |
| Resíduo     | 21   | 0.70619 | 0.03363      |         | -  |
| Total       | 31   | 6.05716 |              |         | -  |
| <b>CV%</b>  |      |         | <b>27.72</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 14 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel médio 20 DAA. Experimento 1.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 16.16205 | 5.38735      | 0.6249  | ns |
| Tratamentos   | 7    | 740.0837 | 105.7262     | 12.2637 | ** |
| Resíduo       | 21   | 181.0429 | 8.62109      |         | -  |
| Total         | 31   | 937.2886 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>66.03</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 15 – Análise de variância do rendimento de grãos ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Experimento 1.**

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 3           | 143395.3 | 47798.45         | 7.7093      | ** |
| F1***            | 7           | 1420790  | 202970           | 32.7365     | ** |
| Resíduo F1       | 21          | 130202.6 | 6200.123         |             | -  |
| F2               | 1           | 2521467  | 2521467          | 245.7965    | ** |
| Int. F1xF2       | 7           | 298883.6 | 42697.65         | 4.1622      | ** |
| Resíduo F2       | 24          | 246200.4 | 10258.35         |             | -  |
| Total            | 63          | 4760939  |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>2.82</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>3.62</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= Tratamentos; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 16 – Análise de variância do peso de mil grãos (PMG). Experimento 1.

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 3           | 200.4848 | 66.82825         | 1.6091      | ns |
| F1***            | 7           | 7363.299 | 1051.9           | 25.328      | ** |
| Resíduo F1       | 21          | 872.1521 | 41.53105         |             | -  |
| F2               | 1           | 1658.913 | 1658.913         | 40.2431     | ** |
| Int. F1xF2       | 7           | 301.0631 | 43.00901         | 1.0433      | ns |
| Resíduo F2       | 24          | 989.3356 | 41.22232         |             | -  |
| Total            | 63          | 11385.25 |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>4.03</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>4.01</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= Tratamentos; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 17 – Análise de variância das variáveis da aplicação 1. Experimento 1.

| F.V.        | GL | GTI1    | GTM1      | GTS1      | DMVI1     | DMVM1   | DMVS1     | ALT1      | RAMO1   | IAF1   |
|-------------|----|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|--------|
| Blocos      | 2  | 30.5417 | 1850.79   | 1700.29   | 737.1484  | 540.59  | 29.7371   | 10.0729   | 2.3137  | 0.761  |
| Tratamentos | 7  | 343.02* | 3152.67** | 1365.30ns | 2090.22ns | 4969.82 | 10293.41* | 1129.73** | 6.882** | 1.59** |
| Resíduo     | 14 | 80.8274 | 454.8393  | 719.4345  | 2367.79   | 4213.57 | 2876.51   | 23.9420   | 0.4446  | 0.153  |
| Média       |    | 32.92   | 70.79     | 179.92    | 240.06    | 267.25  | 402.84    | 94.96     | 4.51    | 3.38   |
| CV(%)       |    | 27.31   | 30.13     | 14.91     | 20.27     | 24.29   | 13.31     | 5.15      | 14.79   | 11.57  |

### Quadro 18 – Análise de variância das variáveis da aplicação 2. Experimento 1.

| F.V.    | GL | GTI2     | GTM2     | GTS2      | DMVI2    | DMVM2     | DMVS2      | ALT2    | RAMO2   | IAF2   |
|---------|----|----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|---------|---------|--------|
| Blocos  | 2  | 3.7917   | 14.8617  | 563.1650  | 1984.936 | 7425.99   | 2173.51    | 21.697  | 1.2604  | 0.539  |
| Trat.   | 7  | 525.71** | 505.77** | 5024.85** | 9710.25* | 6822.60ns | 15895.62ns | 930.3** | 7.398** | 2.302  |
| Resíduo | 14 | 29.6964  | 84.7683  | 676.3536  | 3233.36  | 6063.493  | 6684.758   | 15.007  | 1.0461  | 0.2234 |
| Média   |    | 22.67    | 50.91    | 177.00    | 166.97   | 227.65    | 413.96     | 103.65  | 6.29    | 3.99   |
| CV(%)   |    | 24.04    | 18.09    | 14.69     | 34.05    | 34.21     | 19.75      | 3.74    | 16.26   | 11.86  |

## APÊNDICE B – Análise da variância das variáveis do Experimento 2

**Quadro 19 – Análise de variância do diâmetro médio volumétrico (DMV) na aplicação 1. Experimento 2.**

| F.V.             | G.L.         | S.Q.             | Q.M.         | F                |              |
|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Blocos           | 2            | 3029.50623       | 1514.75312   | 1.4363           | ns           |
| F1***            | 3            | 15459.71057      | 5153.23686   | 4.8864           | *            |
| Resíduo F1       | 6            | 6327.70362       | 1054.61727   |                  | -            |
| F2               | 3            | 1193011.653      | 397670.551   | 524.0839         | **           |
| Int. F1xF2       | 9            | 43759.32963      | 4862.14774   | 6.4077           | **           |
| Resíduo F2       | 24           | 18211.00255      | 758.79177    |                  | -            |
| F3               | 2            | 245049.8339      | 122524.917   | 107.5145         | **           |
| Int. F1xF3       | 6            | 38665.02357      | 6444.1706    | 565%             | **           |
| Int. F2xF3       | 6            | 112374.4643      | 18729.07738  | 16.4346          | **           |
| Int. F1xF2xF3    | 18           | 125882.585       | 6993.47694   | 6.1367           | **           |
| Resíduo F3       | 64           | 72935.23833      | 1139.6131    |                  | -            |
| Total            | 143          | 1874706.051      |              |                  | -            |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>13.02</b> | <b>CV (%) F2</b> | <b>11.04</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>13.53</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 20 – Análise de variância do diâmetro médio volumétrico (DMV) na aplicação 2. Experimento 2.**

| F.V.             | G.L.         | S.Q.             | Q.M.         | F                |              |
|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Blocos           | 2            | 12724.39949      | 6362.19974   | 1.0143           | ns           |
| F1***            | 3            | 3859.34109       | 1286.44703   | 0.2051           | ns           |
| Resíduo F1       | 6            | 37635.174        | 6272.529     |                  | -            |
| F2               | 3            | 1217628.359      | 405876.1197  | 62.8901          | **           |
| Int. F1xF2       | 9            | 31931.76873      | 3547.9743    | 0.5498           | ns           |
| Resíduo F2       | 24           | 154889.6634      | 6453.73597   |                  | -            |
| F3               | 2            | 471797.6001      | 235898.8001  | 61.5484          | **           |
| Int. F1xF3       | 6            | 14414.17543      | 2402.36257   | 0.6268           | ns           |
| Int. F2xF3       | 6            | 185086.9321      | 30847.82201  | 805.9            | **           |
| Int. F1xF2xF3    | 18           | 43435.34103      | 2413.0745    | 2.6296           | *            |
| Resíduo F3       | 64           | 245295.2676      | 3832.73856   |                  | -            |
| Total            | 143          | 2418698.022      |              |                  | -            |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>32.02</b> | <b>CV (%) F2</b> | <b>32.48</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>25.03</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 21 – Análise de variância do diâmetro médio volumétrico (DMV) na aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.       | G.L. | S.Q.        | Q.M.       | F      |    |
|------------|------|-------------|------------|--------|----|
| Blocos     | 2    | 1589.78251  | 794.89126  | 0.3057 | ns |
| F1***      | 3    | 4088.07134  | 1362.69045 | 0.5241 | ns |
| Resíduo F1 | 6    | 15601.41862 | 2600.23644 |        | -  |

|                  |              |                  |              |                  |              |
|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| F2               | 3            | 1156570.704      | 385523.5679  | 130.6023         | **           |
| Int. F1xF2       | 9            | 5986.59863       | 665.17763    | 0.2253           | *            |
| Resíduo F2       | 24           | 70845.32609      | 2951.88859   |                  | -            |
| F3               | 2            | 249714.0493      | 124857.0246  | 26.3825          | **           |
| Int. F1xF3       | 6            | 3137.69421       | 522.94904    | 0.1105           | *            |
| Int. F2xF3       | 6            | 122950.9222      | 20491.82037  | 4.33             | **           |
| Int. F1xF2xF3    | 18           | 65186.38563      | 3621.46587   | 2.7652           | *            |
| Resíduo F3       | 64           | 302884.5149      | 4732.57055   |                  | -            |
| Total            | 143          | 1998555.467      |              |                  | -            |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>21.46</b> | <b>CV (%) F2</b> | <b>22.87</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>28.95</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em%.

### Quadro 22 – Análise de variância do número de gotas.cm<sup>-2</sup> aplicação 1. Experimento 2.

| F.V.            | G.L.         | S.Q.            | Q.M.         | F                |              |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
| Blocos          | 2            | 2367.38889      | 1183.69444   | 6.7195           | *            |
| F1***           | 3            | 6313.38889      | 2104.46296   | 11.9465          | **           |
| Resíduo F1      | 6            | 1056.94444      | 176.15741    |                  | -            |
| F2              | 3            | 99709.61111     | 33236.53704  | 42.7391          | **           |
| Int. F1xF2      | 9            | 18589.66667     | 2065.51852   | 2.6561           | *            |
| Resíduo F2      | 24           | 18663.88889     | 777.66204    |                  | -            |
| F3              | 2            | 823034.1806     | 411517.0903  | 599.0726         | **           |
| Int. F1xF3      | 6            | 19992.81944     | 3332.13657   | 4.8508           | **           |
| Int. F2xF3      | 6            | 25698.43056     | 4283.07176   | 6.2352           | **           |
| Int. F1xF2xF3   | 18           | 38739.45833     | 2152.19213   | 3.1331           | **           |
| Resíduo F3      | 64           | 43963.11111     | 686.92361    |                  | -            |
| Total           | 143          | 1098128.889     |              |                  | -            |
| <b>CV(%) F1</b> | <b>12.49</b> | <b>CV(%) F2</b> | <b>26.24</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>24.66</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em%.

### Quadro 23 – Análise de variância do número de gotas.cm<sup>-2</sup> na aplicação 2. Experimento 2.

| F.V.             | G.L.         | S.Q.             | Q.M.         | F                |              |
|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Blocos           | 2            | 1195.05556       | 597.52778    | 0.4744           | ns           |
| F1***            | 3            | 4601             | 1533.66667   | 1.2177           | ns           |
| Resíduo F1       | 6            | 7556.83333       | 1259.47222   |                  | -            |
| F2               | 3            | 58890.83333      | 19630.27778  | 38.226           | **           |
| Int. F1xF2       | 9            | 11260.05556      | 1251.11728   | 2.4363           | *            |
| Resíduo F2       | 24           | 12324.77778      | 513.53241    |                  | -            |
| F3               | 2            | 904505.7222      | 452252.8611  | 636.4903         | **           |
| Int. F1xF3       | 6            | 9283.33333       | 1547.22222   | 218%             | ns           |
| Int. F2xF3       | 6            | 30946.5          | 5157.75      | 7.2589           | **           |
| Int. F1xF2xF3    | 18           | 24257.77778      | 1347.65432   | 1.8967           | *            |
| Resíduo F3       | 64           | 45474.66667      | 710.54167    |                  | -            |
| Total            | 143          | 1110296.556      |              |                  | -            |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>43.65</b> | <b>CV (%) F2</b> | <b>27.87</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>32.78</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em%.

### Quadro 24 – Análise de variância do número de gotas.cm<sup>-2</sup> na aplicação 3. Experimento 2.

| F.V.             | G.L.         | S.Q.             | Q.M.         | F                |              |
|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Blocos           | 2            | 3944.05556       | 1972.02778   | 1.7493           | ns           |
| F1***            | 3            | 4799.40972       | 1599.80324   | 1.4191           | ns           |
| Resíduo F1       | 6            | 6763.94444       | 1127.32407   |                  | -            |
| F2               | 3            | 84007.52083      | 28002.50694  | 56.1798          | **           |
| Int. F1xF2       | 9            | 8504.5625        | 944.95139    | 1.8958           | ns           |
| Resíduo F2       | 24           | 11962.66667      | 498.44444    |                  | -            |
| F3               | 2            | 1028670.597      | 514335.2986  | 880.7268         | **           |
| Int. F1xF3       | 6            | 5833.23611       | 972.20602    | 1.6648           | ns           |
| Int. F2xF3       | 6            | 44193.125        | 7365.52083   | 1261%            | **           |
| Int. F1xF2xF3    | 18           | 12773.70833      | 709.65046    | 3.2152           | *            |
| Resíduo F3       | 64           | 37375.33333      | 583.98958    |                  | -            |
| Total            | 143          | 1248828.16       |              |                  | -            |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>37.43</b> | <b>CV (%) F2</b> | <b>24.89</b> | <b>CV (%) F3</b> | <b>26.94</b> |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; F3= terços; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 25 – Análise de variância da estatura de plantas no momento da aplicação 1. Experimento 2.

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.        | F        |    |
|---------------|------|----------|-------------|----------|----|
| Blocos        | 3    | 35.1875  | 11.72917    | 2.6682   | ns |
| Tratamentos   | 3    | 2381.688 | 793.8958    | 180.6019 | ** |
| Resíduo       | 9    | 39.5625  | 4.39583     |          | -  |
| Total         | 15   | 2456.438 |             |          | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>2.72</b> |          |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 26 – Análise de variância da estatura de plantas no momento da aplicação 2. Experimento 2.

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.        | F       |    |
|---------------|------|----------|-------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 25.1875  | 8.39583     | 1.5401  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 1840.188 | 613.3958    | 112.521 | ** |
| Resíduo       | 9    | 49.0625  | 5.45139     |         | -  |
| Total         | 15   | 1914.438 |             |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>2.77</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 27 – Análise de variância da estatura de plantas no momento da aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.    | Q.M.        | F       |    |
|---------------|------|---------|-------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 10.75   | 3.58333     | 0.589   | ns |
| Tratamentos   | 3    | 1786.25 | 595.4167    | 97.8767 | ** |
| Resíduo       | 9    | 54.75   | 6.08333     |         | -  |
| Total         | 15   | 1851.75 |             |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |         | <b>2.91</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 28 – Análise de variância do número de ramos no momento da aplicação 1. Experimento 2.**

| F.V.        | G.L. | S.Q.   | Q.M.         | F       |    |
|-------------|------|--------|--------------|---------|----|
| Blocos      | 3    | 0.75   | 0.25         | 0.4615  | ns |
| Tratamentos | 3    | 48.375 | 16.125       | 29.7692 | ** |
| Resíduo     | 9    | 4.875  | 0.54167      |         | -  |
| Total       | 15   | 54     |              |         | -  |
| <b>CV%</b>  |      |        | <b>18.40</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 29 – Análise de variância do número de ramos no momento da aplicação 2. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.54688  | 0.18229      | 0.2727  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 47.92188 | 15.97396     | 23.8987 | ** |
| Resíduo       | 9    | 6.01563  | 0.6684       |         | -  |
| Total         | 15   | 54.48438 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>17.33</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 30 – Análise de variância do número de ramos no momento da aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.    | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|---------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.5625  | 0.1875       | 0.2673  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 53.5625 | 17.85417     | 25.4554 | ** |
| Resíduo       | 9    | 6.3125  | 0.70139      |         | -  |
| Total         | 15   | 60.4375 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |         | <b>17.87</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 31 – Análise de variância do índice de área foliar (IAF) no momento da aplicação 1. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.    | Q.M.         | F      |    |
|---------------|------|---------|--------------|--------|----|
| Blocos        | 3    | 0.04116 | 0.01372      | 0.0307 | *  |
| Tratamentos   | 3    | 1.30721 | 0.43574      | 0.9736 | ns |
| Resíduo       | 9    | 4.02807 | 0.44756      |        | -  |
| Total         | 15   | 5.37643 |              |        | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |         | <b>17.49</b> |        |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 32 – Análise de variância do índice de área foliar (IAF) no momento da aplicação 2. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.3928   | 0.13093      | 0.3548  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 27.37801 | 9.126        | 24.7266 | ** |
| Resíduo       | 9    | 3.32168  | 0.36908      |         | -  |
| Total         | 15   | 31.09249 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>13.90</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 33 – Análise de variância do índice de área foliar (IAF) no momento da aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F      |    |
|---------------|------|----------|--------------|--------|----|
| Blocos        | 3    | 5.2579   | 1.75263      | 3.2628 | ns |
| Tratamentos   | 3    | 24.10462 | 8.03487      | 14.958 | ** |
| Resíduo       | 9    | 4.83445  | 0.53716      |        | -  |
| Total         | 15   | 34.19696 |              |        | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>18.74</b> |        |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 34 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel inferior no momento da aplicação 1. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.    | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|---------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.08966 | 0.02989      | 0.5603  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 3.96543 | 1.32181      | 24.7808 | ** |
| Resíduo       | 9    | 0.48006 | 0.05334      |         | -  |
| Total         | 15   | 4.53515 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |         | <b>28.41</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \Rightarrow p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 35 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel médio no momento da aplicação 1. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F      |    |
|---------------|------|----------|--------------|--------|----|
| Blocos        | 3    | 174.3864 | 58.1288      | 1.1951 | ns |
| Tratamentos   | 3    | 1223.205 | 407.735      | 8.383  | ** |
| Resíduo       | 9    | 437.7453 | 48.63837     |        | -  |
| Total         | 15   | 1835.337 |              |        | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>91.12</b> |        |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 36 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel inferior no momento da aplicação 2. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 1.87672  | 0.62557      | 2.1333  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 47.04865 | 15.68288     | 53.4807 | ** |
| Resíduo       | 9    | 2.63919  | 0.29324      |         | -  |
| Total         | 15   | 51.56457 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>20.94</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 37 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel médio no momento da aplicação 2. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 80.2638  | 26.7546      | 1.3784  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 1411.989 | 470.6631     | 24.2489 | ** |
| Resíduo       | 9    | 174.6869 | 19.40965     |         | -  |
| Total         | 15   | 1666.94  |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>28.43</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 38 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel inferior no momento da aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.24577  | 0.08192      | 1.9657  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 12.33501 | 4.11167      | 98.6555 | ** |
| Resíduo       | 9    | 0.37509  | 0.04168      |         | -  |
| Total         | 15   | 12.95587 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>13.43</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 39 – Análise de variância da penetração de luz (%) no dossel médio no momento da aplicação 3. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L. | S.Q.     | Q.M.         | F       |    |
|---------------|------|----------|--------------|---------|----|
| Blocos        | 3    | 0.24577  | 0.08192      | 1.9657  | ns |
| Tratamentos   | 3    | 12.33501 | 4.11167      | 98.6555 | ** |
| Resíduo       | 9    | 0.37509  | 0.04168      |         | -  |
| Total         | 15   | 12.95587 |              |         | -  |
| <b>CV (%)</b> |      |          | <b>13.43</b> |         |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 40 – Análise de variância da AACP da Ferrugem Asiática. Experimento 2.**

| F.V.          | G.L.        | S.Q.       | Q.M.          | F           |    |
|---------------|-------------|------------|---------------|-------------|----|
| Blocos        | 3.00        | 48.79      | 16.26         | 0.19        | ns |
| F1***         | 3.00        | 74121.19   | 24707.06      | 292.18      | ** |
| Resíduo F1    | 9.00        | 761.06     | 84.56         |             |    |
| F2            | 4.00        | 2840732.49 | 710183.12     | 12679.52    | ** |
| Int.F1xF2     | 12.00       | 206525.49  | 17210.46      | 307.27      | ** |
| Resíduo F2    | 48.00       | 2688.49    | 56.01         |             |    |
| Total         | 79.00       | 3124877.50 |               |             |    |
| <b>CV%-F1</b> | <b>8.21</b> |            | <b>CV%-F2</b> | <b>6.68</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 41 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg.ha<sup>-1</sup>). Experimento 2.**

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 3           | 70352.91 | 23450.97042      | 1.1834      | ns |
| F1***            | 3           | 11496353 | 3832117.512      | 193.3841    | ** |
| Resíduo F1       | 9           | 178344.8 | 19816.09288      |             | -  |
| F2               | 4           | 7110540  | 1777635.116      | 136.4202    | ** |
| Int. F1xF2       | 12          | 651043.6 | 54253.63636      | 4.1636      | ** |
| Resíduo F2       | 48          | 625468.1 | 13030.58476      |             | -  |
| Total            | 79          | 20132102 |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>4.35</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>3.53</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

**Quadro 42 – Análise de variância do peso de mil grãos (PMG). Experimento 2.**

| F.V.       | G.L. | S.Q.     | Q.M.     | F       |    |
|------------|------|----------|----------|---------|----|
| Blocos     | 3    | 391.3138 | 130.4379 | 1.4538  | ns |
| F1***      | 3    | 16784.65 | 5594.884 | 62.3568 | ** |
| Resíduo F1 | 9    | 807.5138 | 89.72376 |         | -  |

|                 |             |          |                  |             |    |
|-----------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| F2              | 4           | 4250.592 | 1062.648         | 27.0336     | ** |
| Int. F1xF2      | 12          | 1694.915 | 141.2429         | 3.5932      | ** |
| Resíduo F2      | 48          | 1886.805 | 39.30843         |             | -  |
| Total           | 79          | 25815.79 |                  |             | -  |
| <b>CV(%) F1</b> | <b>5.63</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>3.73</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 43 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg) do terço inferior. Experimento 2.

| F.V.             | G.L.         | S.Q.     | Q.M.             | F            |    |
|------------------|--------------|----------|------------------|--------------|----|
| Blocos           | 3            | 2510.669 | 836.9            | 0.7168       | ns |
| F1***            | 3            | 1142352  | 380783.9         | 326.1376     | ** |
| Resíduo F1       | 9            | 10508    | 1167.556         |              | -  |
| F2               | 3            | 516986.3 | 172328.8         | 101.9384     | ** |
| Int. F1xF2       | 9            | 448814.6 | 49868.29         | 29.4988      | ** |
| Resíduo F2       | 36           | 60858.64 | 1690.518         |              | -  |
| Total            | 63           | 2182030  |                  |              | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>10.37</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>12.48</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 44 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg) do terço médio. Experimento 2.

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 3           | 1606.237 | 535.4125         | 0.3033      | ns |
| F1***            | 3           | 3257093  | 1085698          | 615.0399    | ** |
| Resíduo F1       | 9           | 15887.23 | 1765.248         |             | -  |
| F2               | 3           | 1324010  | 441336.7         | 208.8881    | ** |
| Int. F1xF2       | 9           | 3698505  | 410945           | 194.5034    | ** |
| Resíduo F2       | 36          | 76060.45 | 2112.79          |             | -  |
| Total            | 63          | 8373162  |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>2.35</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>2.57</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gota; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.

### Quadro 45 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg) do terço superior. Experimento 2.

| F.V.             | G.L.        | S.Q.     | Q.M.             | F           |    |
|------------------|-------------|----------|------------------|-------------|----|
| Blocos           | 3           | 2191.107 | 730.3689         | 0.6345      | ns |
| F1***            | 3           | 2537402  | 845800.7         | 734.7728    | ** |
| Resíduo F1       | 9           | 10359.95 | 1151.105         |             | -  |
| F2               | 3           | 1722637  | 574212.4         | 326.5884    | ** |
| Int. F1xF2       | 9           | 5057934  | 561992.6         | 319.6383    | ** |
| Resíduo F2       | 36          | 63295.71 | 1758.214         |             | -  |
| Total            | 63          | 9393820  |                  |             | -  |
| <b>CV (%) F1</b> | <b>2.44</b> |          | <b>CV (%) F2</b> | <b>3.01</b> |    |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de % de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*\*\* F1=cultivares; F2= espectro de gotas; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ); F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% = Coeficiente de variação em %.