



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-PPGF

## **Dissertação**

**Validação de métodos de avaliação da incidência e severidade da ferrugem  
branca (*Puccinia horiana* P. Henn) em cultivares de crisântemo.**

Fernando Almeida de Souza  
2017



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-PPGF

**Validação de métodos de avaliação da incidência e severidade da ferrugem  
branca (*Puccinia horiana* P. Henn) em cultivares de crisântemo.**

**Fernando Almeida de Souza**

Sob a orientação do professor  
**João Sebastião de Paula Araujo**

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia  
no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área  
de concentração em Produção Vegetal.

SEROPÉDICA, RJ  
Dezembro de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719v SOUZA, Fernando Almeida de, 1978-  
Validação de métodos de avaliação da incidência e  
severidade da ferrugem branca (*Puccinia horiana* P.  
Henn) em cultivares de crisântemo / Fernando Almeida  
de SOUZA. - 2017.  
89 f.

Orientador: João Sebastião de Paula Araujo.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, UFRRJ - Instituto de Agronomia-  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-PPGF, 2017.

1. Crisântemos. 2. *Puccinia horiana*. 3. Escala  
Diagramática. 4. Severidade. 5. Incidência. I.  
Araujo, João Sebastião de Paula, 1969-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. UFRRJ  
Instituto de Agronomia- Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia-PPGF III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**FERNANDO ALMEIDA DE SOUZA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 07/12/ 2017

---

*DSc* João Sebastião de Paula Araujo. UFRRJ  
(Orientador)

---

*PhD* Ricardo Motta Miranda. UFRRJ

---

*DSc* Cleiton Mateus Sousa. Instituto Federal Goiano

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meus passos nessa longa caminhada, tornando possível mais essa conquista.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por toda sabedoria adquirida.

Ao professor e meu orientador João Sebastião de Paula Araújo, pelo enorme incentivo, confiança, desenvolvimento profissional, pela orientação, dedicação e pela amizade durante toda a pós-graduação.

Ao Programa de pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade e aos seus professores pelos conhecimentos compartilhados durante o curso e apoio prestado.

A CAPES pelo incentivo à educação. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (**PORTARIA Nº 206, DE 4 DE SETEMBRO DE 2018 DA CAPES**);

Agradecer aos membros da banca examinadora deste trabalho, pela honra que me concederam nesta participação e pelo aprendizado profissional, obrigado.

Aos meus pais, Salvador Francisco e Ana Maria por todo amor, carinho, paciência, conselhos, sabedoria e ensinamentos a mim dedicados.

Ao meu irmão, Flávio pela amizade, companheirismo e incentivo ao longo da vida.

A minha companheira e esposa, Fernanda Rocha, pelo amor, dedicação, paciência, orientação, conselhos e ajuda durante todo esse período de estudo.

Ao Sr. Hiroshi por me receber em sua propriedade, apoiar, fornecer informações e todo subsídio técnico e pessoal para realização deste trabalho, nunca teria sido possível sem a sua participação, muito obrigado.

Aos amigos João Aguilar, Marcelo Pereira e Tarcísio Rangel pela amizade, auxílio, apoio e conselhos que tornaram o caminho mais leve e alegre...

Aos funcionários do setor de Floricultura meus amigos, Manuel e Evandro, pelo auxílio e dedicação a esse experimento.

Agradecer aos amigos, estagiários e a todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos e gratidão...

## RESUMO

SOUZA, Fernando Almeida de. **Validação de métodos de avaliação da incidência e severidade da ferrugem branca (*Puccinia horiana* P. Henn) em cultivares de crisântemo.** 2017. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de concentração em Produção Vegetal). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

O cultivo comercial do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é desenvolvido no Brasil desde 1960, com a chegada dos imigrantes de diversas partes do mundo. É uma das principais espécies exploradas como flor de corte no país. Diversos problemas fitossanitários afetam a espécie, mas o principal problema no cultivo é observado com o ataque de *Puccinia horiana* P. Henn, um fungo com potencial para destruir área foliar de cultivares suscetíveis, provocando a doença chamada de “ferrugem branca” do crisântemo. Os sintomas da ferrugem branca apresentam-se na forma de pequenas manchas branco-amareladas na face superior das folhas, assumindo posteriormente coloração marrom-escura na parte central das lesões. O objetivo desse estudo foi avaliar métodos para aquilatar a incidência e a severidade da ferrugem branca (*Puccinia horiana*) em sete cultivares de crisântemo (Rihanna, Stylist Pink, crisântemo bola, Neymar Jr, Yellow Snowdon, White Snowdon e a Lynx) sob condições de cultivo protegido na região da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro, gerando informações para o manejo adequado e sustentável do patossistema *Dendranthema grandiflora* x *Puccinia horiana*. De forma mais específica, esse estudo busca a validação de métodos de avaliação da incidência e severidade da ferrugem branca em crisântemos e identificar variedades com relação à suscetibilidade/tolerância a ferrugem. Para avaliação da ferrugem branca do crisântemo e classificação das variedades de acordo com os níveis de severidade, a área foliar lesionada foi quantificada utilizando a escala diagramática, variando percentuais de 1, 3, 6, 10, 18 e 30% de área foliar afetada pela doença conforme metodologia proposta por Barbosa et AL,(2006), outra forma de avaliação da severidade utilizada foi com o auxílio do software ImageJ. A análise individual dos plantios de todas as variedades permitiram a definição e identificação do nível de tolerância e de progresso da ferrugem branca em todas as plantas avaliadas através da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). A escala diagramática permitiu uma avaliação adequada da doença, porém a avaliação com o ImageJ foi mais adequada por apresentar mais precisão. As análises dos resultados das avaliações da ferrugem branca foram submetidas a teste Tukey a 5% de probabilidade, de modo que inferiu nível de suscetibilidade das variedades frente ao patógeno, cultivadas durante a estação do verão e colhidas no outono. A variedade Lynx foi considerada a mais susceptível a doença da ferrugem branca, enquanto que a variedade Rihanna foi a mais tolerante; as demais variedades ficaram em níveis intermediários em termos de classificação de severidade. Mesmo resultado também foi obtido para a avaliação de Incidência, onde a variedade Lynx alcançou o maior percentual (62,5%) e Rihanna o menor (22,08%). As demais variedades resultaram em incidência em níveis intermediários de classificação.

**Palavras - Chave:** *Dendranthema grandiflora*. *Puccinia horiana*. Escala diagramática.

## ABSTRACT

SOUZA, Fernando Almeida de. **Validation of methods to evaluate the incidence and severity of white rust (*Puccinia horiana* P. Henn) in chrysanthemum cultivars.**

2017. 89p. Dissertation (Master Science in Phytotechnics, Area of Concentration in Plant Production) Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Commercial cultivation of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) has been developed in Brazil since 1960, with the arrival of immigrants from various parts of the world. It is one of the main species explored as cut flower in the country. Several phytosanitary problems affect the species, but the main problem in cultivation is observed with the attack of *Puccinia horiana* P. Henn, a fungus with the potential to destroy leaf area of susceptible cultivars, causing the disease called "white rust" of the chrysanthemum. The symptoms of white rust appear in the form of small white-yellow patches on the upper face of the leaves, and later on they appear dark brown in the central part of the lesions. The objective of this study was to evaluate methods to assess the incidence and severity of white rust (*Puccinia horiana*) on seven cultivars of chrysanthemum (Rihanna, Stylist Pink, chrysanthemum ball, Neymar Jr, Yellow Snowdon, White Snowdon and Lynx) under conditions of cultivated in the Baixada Fluminense region of Rio de Janeiro, generating information for the adequate and sustainable management of the *dendranthema grandiflora* x *Puccinia horiana*. More specifically, this study seeks the validation of methods to evaluate the incidence and severity of white rust in chrysanthemums and to identify varieties with respect to susceptibility / tolerance to rust. In order to evaluate white chrysanthemum rust and classification of varieties according to severity levels, the injured leaf area was quantified using the diagrammatic scale, varying percentages of 1, 3, 6, 10, 18 and 30% of leaf area affected by disease according to methodology proposed by Barbosa et al. (2006), another form of severity evaluation was used with the aid of ImageJ software. The individual analysis of the plantations of all the varieties allowed the definition and identification of the level of tolerance and progress of white rust in all plants evaluated through the Area Under the Disease Progression Curve (AUDPC). The diagrammatic scale allowed an adequate evaluation of the disease, but the evaluation with ImageJ was more adequate because it showed more precision. The analyzes of the results of the white rust evaluations were submitted to a Tukey test at 5% probability, so that the level of susceptibility of the varieties against the pathogen, cultivated during the summer season and harvested in autumn, was inferred. The Lynx variety was considered the most susceptible to white rust disease, whereas the Rihanna variety was the most tolerant; the other varieties were intermediate levels in terms of severity classification. The same result was also obtained for the evaluation of Incidence, where the Lynx variety reached the highest percentage (62.5%) and Rihanna the lowest (22.08%). The other varieties resulted in incidence at intermediate levels of classification.

**Key Words:** *Dendranthema grandiflora*. *Puccinia horiana*. Diagrammatic scale.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala diagramática para avaliação da ferrugem branca do crisântemo.....	pg.26
Figura 2. Ferrugem branca nas faces inferior (esq.) e superior (dir.) da folha.....	pg.29
Figura 3. Ciclo de vida da ferrugem branca do crisântemo.....	pg.30
Figura 4. Muda de crisântemo enraizado.....	pg.34
Figura 5. Escala de notas para avaliação da ferrugem do amendoim.....	pg.36
Figura 6 Escala diagramática para avaliação da ferrugem branca do crisântemo.....	pg.38
Figura 7 Tela inicial do ImageJ. ....	pg.39
Figura 8 Digitalização de folhas. ....	pg.40
Figura 9A. ....	pg.40
Figura 9B. ....	pg.40
Figura 10. ....	pg.41
Figura 11. ....	pg.41
Figura 12.....	pg.41
Figura 13. ....	pg.42
Figura 14. Muda de crisântemo Rihanna.....	pg.45
Figura 15. Muda de crisântemo Rihanna.....	pg.45
Figura 16. Muda de crisântemo Stylist Pink.....	pg.46
Figura 17. Muda de crisântemo Stylist Pink.....	pg.46
Figura 18. Muda de crisântemo Neymar Jr.....	pg.47
Figura 19 Muda de crisântemo Neymar Jr. ....	pg.47
Figura 20. Muda de crisântemo Yellow Snowdon ....	pg.48
Figura 21. Muda de crisântemo Yellow Snowdon.....	pg.48
Figura 22. Muda de crisântemo White Snowdon.....	pg.49
Figura 23. Muda de crisântemo White Snowdon.....	pg.49
Figura 24. Muda de crisântemo Lynx.....	pg.50
Figura 25. Muda de crisântemo Lynx.....	pg.50
Figura 26. Muda de crisântemo Bola.....	pg.51
Figura 27 Muda de crisântemo Bola ....	pg.51



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição percentual do faturamento brasileiro de flores e plantas ornamentais por estado brasileiro no ano de 2014.....	pg14
Gráfico 2. Distribuição percentual das áreas destinadas ao cultivo de flores e plantas ornamentais no Brasil.....	pg14
Gráfico 3. Curvas do progresso da severidade da ferrugem branca, avaliados aos 30,35, 41, 45,51 e 59 dias após o plantio em 7 variedades de crisântemos.....	pg53
Gráfico 4. Avanço da ferrugem branca nas folhas provocando a redução da área foliar total.....	pg56
Gráfico 5. – Porcentagem de área infectada pela ferrugem branca nas folhas provocando aumento da área foliar total infectada.....	pg57
Gráfico 6. – Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (Rihanna) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.....	pg60
Gráfico 7- Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação,UFRRJ,2017.....	pg60
Gráfico 8. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (St. Pink) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.....	pg61
Gráfico 9. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação,UFRRJ,2017.....	pg61
Gráfico 10. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (Bola) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.....	pg62
Gráfico 11. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação,UFRRJ,2017.....	pg62
Gráfico 12. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (Neymar Jr.) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.....	pg63
Gráfico 13. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação,UFRRJ,2017.....	pg63
Gráfico 14. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (Yellow Snowdon) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017 ....	pg64
Gráfico 15. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação,UFRRJ,2017.....	pg64

Gráfico 16. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (White Snowdon) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017 .....	pg65
Gráfico 17. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017 .....	pg65
Gráfico 18. Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo (Lynx) cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017 .....	pg66
Gráfico 19. Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.....	pg66
Gráfico 20 A. Comparação entre as estimativas de área foliar lesionada X Severidade com o uso de dois procedimentos .....	pg69
Gráfico 20 B. Comparação entre as estimativas de área foliar lesionada X Severidade com o uso de dois procedimentos .....	pg70
Gráfico 21. Comparação entre as estimativas de severidade com o uso de escala diagramática e do software ImageJ.....	pg71
Gráfico 22. Índice de Incidência da ferrugem branca causada por <i>P. horiana</i> em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação. ....	pg75
Gráfico 23. Incidência da ferrugem branca causada por <i>P. horiana</i> em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação. ....	pg75
Gráfico 24. Temperaturas no mês de Junho – Seropédica – 2017.....	pg76
Gráfico 25. Umidade Relativa do Ar no mês de Junho – Seropédica – 2017.....	pg77
Gráfico 26. Severidade da ferrugem branca determinada pela AACPD em sete variedades de crisântemos.....	pg78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Brasil – Participação percentual relativa das macrorregiões geográficas no mercado dos diferentes segmentos do mercado de flores e plantas ornamentais, em 2013.....	pg 15
Tabela 2. Escala descritiva utilizada na avaliação da severidade de doenças em maracujazeiro.....	pg 25
Tabela 3 - Calendário de avaliações realizadas nos crisântemos.....	pg 33
Tabela 4. Severidade da ferrugem branca causada por <i>P. horiana</i> utilizando-se escala diagramática em seis avaliações em crisântemos cultivados em casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ, 2017.....	pg 52
Tabela 5 Valores de média da Área foliar total das variedades Rihanna, Stylist Pink, Bola, Neymar jr., Yellow Snowdon, White Snowdon, Lynx (cm <sup>2</sup> )- software Image J.....	pg 54
Tabela 6- Médias da Porcentagem de área lesionada nas folhas das variedades Rihanna, Stylist Pink, Bola, Neymar jr., Yellow Snowdon, White Snowdon, Lynx. – software Image J.....	pg 55
Tabela 7 – Severidade média da ferrugem branca em crisântemos utilizando duas metodologias.....	pg 58
Tabela 8. Matriz de correlação Pearson comparando área foliar lesionada e severidade em folhas de crisântemo.....	pg 69
Tabela 9. Estatística de Regressão linear.....	pg 71
Tabela 10. Incidência da ferrugem branca causada por <i>P horiana</i> nas variedades tais de crisântemo, mantidas em cultivo de casa de vegetação e avaliadas em seis épocas (tantos dias do ano 2017), município de Seropédica, RJ.....	pg 74
Tabela 11. Incidência da ferrugem branca causada por <i>P horiana</i> nas variedades tais de crisântemo, mantidas em cultivo de casa de vegetação e avaliadas em seis épocas ( tantos dias do ano 2017) , município de Seropédica, RJ.....	pg 76
Tabela 12. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença da ferrugem branca causada por <i>P horiana</i> em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação .Seropédica, UFRRJ, 2017.....	pg 79

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	pg 13
1.1 Objetivo geral.....	pg 18
1.2 Objetivos específicos.....	pg 19
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	pg 20
2.1 Crisântemo.....	pg 20
2.2 Doenças em Crisântemo.....	pg 21
2.3 Avaliação de doenças.....	pg 23
2.4 Sistemas de avaliação de doenças.....	pg 25
2.5 Aspectos gerais da ferrugem branca do crisântemo.....	pg 28
2.6 Qualidade do crisântemo.....	pg 31
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	pg 32
3.1 Localização e delineamento experimental.....	pg 32
3.2 Condições de cultivo e descrição das variedades.....	pg 33
3.3 Determinação da área foliar lesionada.....	pg 35
3.4 Incidência da ferrugem branca.....	pg 36
3.5 Severidade visual .....	pg 37
3.6. Severidade computacional.....	pg 39
3.7 Estatística.....	pg 42
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	pg 43
4.1 Escala diagramática para avaliação da ferrugem branca do crisântemo.....	pg 43
4.2 Severidade das variedades diante da doença. ....	pg 44
4.3 Severidade avaliada por imagem computacional.....	pg 54
4.4 Incidência da ferrugem branca nas variedades.....	pg 73
4.5 Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença – AACPD.....	pg 77
<b>5 - CONCLUSÕES</b> .....	pg 81
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	pg 82
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	pg 84

## 1- INTRODUÇÃO

A floricultura abrange o cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins, desde as culturas de flores para corte à produção de mudas arbóreas (MARQUES, 2002).

A floricultura é considerada uma das formas mais evoluídas da agricultura, devido ao uso de tecnologia avançada, nos diferentes níveis de produção e armazenamento conferindo ao setor grande competitividade de mercado no qual a qualidade do produto é essencial. A alta rentabilidade, o rápido retorno de capital investido, a obtenção de altos rendimentos por área e adaptação à pequena propriedade, são características da floricultura (RODRIGUES, 2005).

A profissionalização e o dinamismo comercial da floricultura brasileira são fenômenos relativamente recentes, mas que contabilizam números extremamente significativos em decorrência do enorme mercado interno de consumo.

A produção e comercialização de flores e plantas ornamentais no Brasil começaram a se destacar em 1950 através dos imigrantes portugueses e holandeses. Em 1989 surge o sistema de leilão na comercialização Veiling Holambra implantado na cooperativa agrícola Holambra LTDA –Holambra, SP que influenciou a evolução do mercado interno provocando um aumento de 20 % na produção ao ano (BARBOSA, 2003).

No Brasil a floricultura movimentou cerca de US\$ 800 milhões por ano e emprega de 15 a 20 pessoas por hectare com rendimento de R\$ 50 a R\$100 mil (NEVES e AMARAL, 2007).

Neste contexto, segundo o IBRAFLOR, (2015) todo o setor de flores e plantas ornamentais obteve faturamento, no ano de 2014, de mais de R\$ 5,7 bilhões, o que mostra o seu tamanho e importância na economia nacional. Nos anos de 2012 e 2013, esse montante foi de R\$ 4,8 bilhões e R\$ 5,2 bilhões , respectivamente. Um crescimento médio anual de 6,17%.

Nos últimos anos, o faturamento do setor vem crescendo significativamente. Foram faturados R\$ 6,2 bilhões em 2015, R\$ 6,7 bilhões em 2016 e, para este ano, a previsão de crescimento em todo o país é de 9% com faturamento de R\$ 7,2 bilhões. Fazendo o setor andar na contramão da crise econômica que afeta o Brasil (IBRAFLOR, 2017).

Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura – Ibraflor (2014), o Brasil possui uma área total de 15000 hectares de produção de plantas ornamentais com 8250 produtores dedicados ao cultivo de flores e plantas ornamentais, excetuando-se o segmento específico de

gramas esportivas e ornamentais. Fazendo com que a floricultura brasileira movimentasse em 2014, cifras de R\$ 5,7 bilhões em faturamento.

O estado de São Paulo representou a maior parcela desse montante no ano de 2014, 37% ou R\$1,98 bilhão seguido pelos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais com R\$622 milhões e R\$554 milhões respectivamente 11% e 10%. Predomínio justificado pelo maior quantidade de área plantada na região acompanhada do maior uso de insumos agrícolas.

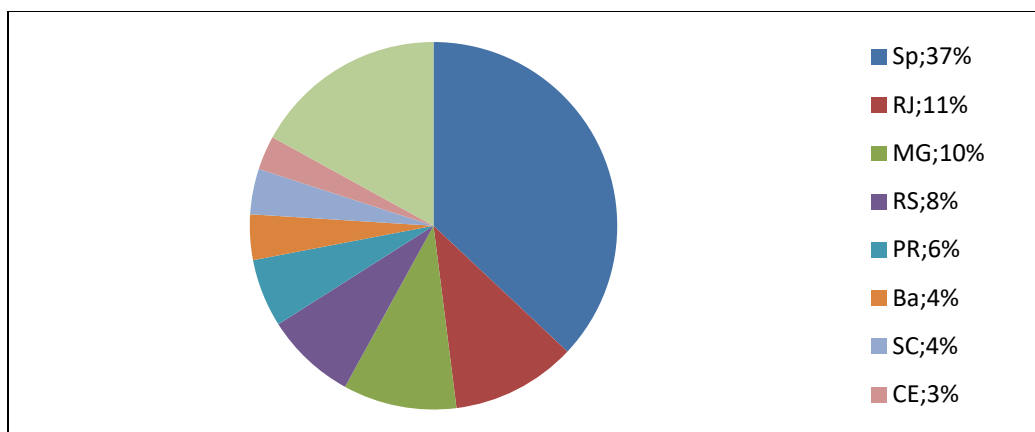


Gráfico 1. Distribuição percentual do faturamento brasileiro de flores e plantas ornamentais por estado no ano de 2014

Fonte: livro mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais no Brasil, Ibraflor, 2015.

Quando se analisa a distribuição da área utilizada para o cultivo em termos de regiões geográficas no ano de 2014, a região sudeste é a que possui maior área com 8561 ha correspondendo a 57,10% da área total nacional seguida pela região Sul com 2714 ha que equivale a 18,10%. Conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

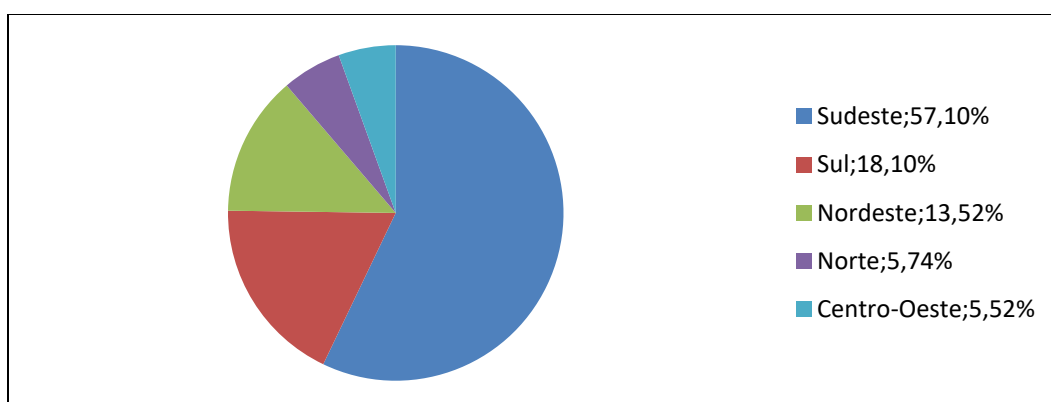


Gráfico 2. Distribuição percentual das áreas destinadas ao cultivo de flores e plantas ornamentais no Brasil.

No ano de 2013, a floricultura movimentou R\$ 5,2 bilhões, 13% superior ao ano de 2012. São Paulo é o estado produtor mais importante apresentando faturamento de R\$ 1,8 bilhão em 2013. Em seguida, aparece o estado do Rio de Janeiro que movimentou R\$ 576 milhões com aumento de 23% em comparação ao valor registrado no ano anterior (IBRAFLOR, 2014).

Destacam-se por ordem decrescente de importância de produção, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Ceará como os maiores estados produtores.

O mercado nacional de flores e folhagens de corte é concentrado majoritariamente na região Sudeste, que obteve participação percentual relativa de 83,08% em 2013. A ela se seguiram, pela ordem decrescente de importância: Nordeste (9,92%), Sul (2,90%), Norte (2,62%) e Centro-Oeste (1,54%) (SEBRAE, 2015 vol.1)

**Tabela 1 — Brasil – Participação percentual relativa das macrorregiões geográficas no mercado dos diferentes segmentos do mercado de flores e plantas ornamentais, em 2013**

Regiões	Setores %		
	Flores e folhagens de corte	Flores e plantas envasadas	Plantas para paisagismo e jardinagem
<b>Sudeste</b>	83,08	83,48	60,41
<b>Sul</b>	2,90	8,12	16,57
<b>Centro-Oeste</b>	1,54	1,14	9,95
<b>Nordeste</b>	9,92	6,87	9,51
<b>Norte</b>	2,62	0,39	3,56
<b>Total</b>	100	100	100

**Fonte: Sebrae em conjunto com** Hórtica Consultoria e Treinamento, 2014, a partir da coleta, consolidação, adaptação e projeções sobre estatísticas coletadas e divulgadas por Centrais de Abastecimento, Associações e Cooperativas de Produtores, Sindicatos do Comércio Atacadista e Varejista de Flores e Plantas Ornamentais, Secretarias Estaduais e Municipais de Agricultura e Abastecimento, Institutos de Pesquisa, Universidades e empresas atuantes no setor, de todo o Brasil.

No Estado do Rio de Janeiro, a produção está localizada próximo à capital, nas circunvizinhanças de Volta Redonda e Barra Mansa e principalmente na região serrana,

incluindo os municípios de Petrópolis, Friburgo e Teresópolis. A floricultura carioca está embasada na produção de flores e plantas ornamentais de origem tropical, como antúrio, orquídeas, crisântemos, dracenas e bromélias.

No mercado internacional, a Holanda se destaca como o principal país exportador, responsável por 53% do total das exportações de flores mundiais. O Brasil tem uma participação de 0,25% do mercado mundial, o que representa 10% da produção nacional (STRINGHETA et al., 2004). Se o Brasil utiliza-se os 90% da produção nacional para a venda de produtos no mercado mundial, com certeza a participação brasileira será muito maior e consequentemente trazendo muito mais renda para os produtores de flores e plantas ornamentais abrindo novos postos de trabalho na agricultura.

Com o passar dos anos, O mercado exportador mundial de flores e plantas ornamentais movimentou, em 2013, US\$ 21,765 bilhões, tendo como principal *player* a Holanda que, isoladamente, concentrou praticamente a metade de todo o comércio internacional dessas mercadorias (49,58%). Na segunda posição, mas com larga margem de diferença, surge a vizinha Colômbia, com 6,18% de participação percentual relativa, seguida por Alemanha (5,09%), Bélgica (4,61%), Itália (4,07%) e Equador (3,86%). Ao todo, 171 países participam como exportadores neste segmento comercial e, entre eles, o Brasil ocupa a 44ª posição (SEBRAE, 2015 vol 2).

Já as importações mundiais, em 2013, atingiram US\$ 19,449 bilhões, tendo a Alemanha como principal comprador (17,81%). Via de regra, os maiores exportadores são também os maiores importadores. Assim, a Holanda ocupa a segunda posição no *ranking* respondendo por 10,77% das importações globais. Nas posições seguintes surgem: EUA (9,85%), Reino Unido (8,74%), França (6,71%) e Federação Russa (4,94%). No total, 208 países dividem a importação mundial de flores e plantas ornamentais, sendo que, entre eles, o Brasil ocupa a 40ª posição, com participação de apenas 0,22% do total (SEBRAE, 2015 vol 2).

Dentre os principais produtos nacionais, destaca-se o crisântemo. Em São Paulo no ano de 2004, o setor de comercialização atacadista de crisântemo movimentou entre R\$ 15 a 20 milhões (JUNQUEIRA & PEETZ, 2004).

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) de corte é uma das flores de maior expressão no mercado, sendo a segunda espécie mais comercializada no Brasil e a mais cultivada em vaso. Isto ocorre devido à grande diversidade varietal de tamanho, cores, formas de inflorescência, precisão de resposta a fotoperíodo, longevidade das inflorescências e a produção precoce (BARBOSA, 2003; MAINARDI et al., 2004; BRACKMANN et al., 2005).



O Brasil pode se destacar na produção de flores por possuir vantagens como: clima, disponibilidade de solos, energia, mão de obra, água e cultivar espécies exóticas de plantas ornamentais de grande variedade de cores e formas.

Apesar de o Brasil poder se destacar na produção de flores por causa das condições acima, existe um grande número de doenças que são capazes de prejudicar as plantas, principalmente, as cultivadas pelo Homem. Há plantas cultivadas no Brasil que são suscetíveis a diversas doenças as quais podem reduzir a produtividade ou até mesmo dizimar espécies vegetais em determinada área afetando a economia brasileira através da importação e exportação de insumos agrícolas. A diagnose de doenças é de suma importância aos produtores rurais, diagnose correta de doenças pode auxiliar produtores rurais e profissionais da área agrícola a evitar o erro e a consequente recomendação inadequada de medidas de controle, principalmente no uso de agrotóxicos.

A cultura do crisântemo é desenvolvida no Brasil a mais de 50 anos, é uma das principais espécies exploradas para flor de corte no país, cultivadas principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Diversos problemas fitossanitários afetam a espécie *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., o principal problema ao cultivo, a *Puccinia horiana* P. Henn, é um fungo com potencial para destruir completamente cultivares suscetíveis provocando a doença chamada de Ferrugem branca do crisântemo.

Essa doença provoca manchas branco-amareladas nas folhas provocando uma queda na qualidade da flor produzida, rejeição por parte de alguns consumidores e uma redução no preço final do produto vendido ao consumidor. Desde a sua primeira ocorrência em São Paulo, na região de Jundiaí, no ano de 1972, posteriormente em outros municípios produtores, a ferrugem é considerada a causadora dos maiores prejuízos à cultura (BARBOSA, 2003).

A epidemiologia agrícola é um ramo da fitopatologia que trata das populações de plantas e dos patógenos, assim como as interações entre si, com o ambiente e com o ser humano, tendo como objetivo criar medidas e procedimentos viáveis, práticos e eficientes para os agricultores, no manejo de doenças em plantas. Para tanto, a quantificação de doenças nas plantas é um dos principais pilares para o estudo e análise das epidemias, através da obtenção de dados quantitativos sobre a ocorrência e desenvolvimento das doenças. A intensidade da doença em uma planta pode ser determinada pela incidência, que é o número de unidades doentes visíveis na planta, e/ou pela severidade, sendo a área do tecido da planta doente (VALE et al., 2004).

A severidade é o valor que melhor demonstra a quantidade de tecido lesionado na planta, e os principais métodos utilizados para a sua determinação são a escala descritiva, que determina a intensidade da doença por meio de graus ou notas, a escala diagramática, que é uma ilustração da planta ou parte dela com os sintomas típicos da doença em diferentes níveis de severidade, e a análise de imagens computacionais (BERGAMIN FILHO & LOPES, 1995).

A determinação da severidade de uma doença pela análise visual, diferente da incidência, é demorada e sujeita a erros, visto que tal método de quantificação é subjetivo, necessitando de grande conhecimento sobre a doença estudada. O olho humano tem capacidade limitada em interpretar pequenas diferenças na severidade, sendo muito difícil a determinação visual da mesma, e o que normalmente ocorre é a subjetividade da percepção da quantidade da doença pelo avaliador, ocorrendo variações entre diferentes avaliadores, levando a uma superestimação ou subestimação da doença (VALE et al., 2004).

A determinação da severidade de doenças em plantas pode ser obtida de uma maneira mais facilitada e ter uma maior precisão, com a utilização de softwares, que quantifiquem a área foliar da planta afetada a partir de análises de imagens digitais.

Os crisântemos possuem uma diversidade enorme de cores, formas e tamanhos por conta da existência de muitas variedades que são exploradas pelo produtor rural. Existe a necessidade de se produzir mais flores com melhor qualidade e produtividade a um menor custo evitando o uso indiscriminado de produtos químicos nas flores

Faz se necessário fazer novas pesquisas com crisântemos para que se possam escolher variedades não suscetíveis à doença, conseguir o aumento de conhecimento sobre crisântemos e levar esse conhecimento para o campo buscando-se melhorias e padronização no meio de produção de flores e plantas ornamentais o que torna a quantificação de doenças um dos pilares para obtenção de boas colheitas para o produtor rural.

### **1.1 Objetivo geral**

O objetivo desse estudo foi avaliar métodos para aquilatar a incidência e a severidade da ferrugem branca (*Puccinia horiana*) em sete cultivares de crisântemo (Rihanna, Stylist Pink, crisântemo bola, Neymar Jr, Yellow Snowdon, Snowdon e a Lynx), sob condições de cultivo protegido na região da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro.

## 1.2 Objetivos específicos

Validação de métodos de avaliação da incidência e severidade da ferrugem branca em crisântemo e identificar variedades com relação à suscetibilidade/tolerância à ferrugem.

Adicionalmente, prospectar variedades para futuros trabalhos de melhoramento genético visando resistência ao patógeno.

### Justificativa

A quantificação de doenças em plantas é de suma importância, pois conhecer o grau de desenvolvimento da mesma e sua influência no desenvolvimento da planta é essencial para estabelecer uma estratégia de controle eficaz. Segundo Moraes (2007), faz-se quantificação visando determinar danos ou perdas de rendimento, comparar a eficiência de fungicidas e determinar a época de aplicação, verificar o efeito de práticas agrícolas no controle, avaliar a resistência de genótipos aos patógenos no melhoramento e elaborar modelos de previsão de doenças.

Esses procedimentos são normalmente feitos por instituições de pesquisa para o desenvolvimento de produtos e tecnologias que possam ajudar a melhorar ou intensificar a produtividade no campo, visto que o produtor rural não os executa em suas atividades diárias.

A partir daí, o interesse em fazer esta pesquisa estava baseada em buscar uma solução de um problema real ocorrido no campo no qual Hiroshi Buda, um produtor rural que cultivava sete cultivares de crisântemos em casa de vegetação relata que seus crisântemos estavam sendo prejudicados por uma doença que foi diagnosticada como ferrugem branca.

Segundo DOMINGUES (2012), considerada um dos principais problemas fitossanitários da cultura, a ferrugem branca do crisântemo é uma doença fúngica causada pelo Basidiomiceto *Puccinia horiana* Henn. 1901, com elevado potencial destrutivo, caso ocorram condições climáticas favoráveis em cultivos com variedades suscetíveis. A doença afeta principalmente o aspecto visual da planta, reduzindo ou até eliminando completamente seu valor comercial.

O produtor forneceu estacas contaminadas pelo agente patológico, que foram replantadas em Seropédica/RJ que após um período de tempo de 30 dias apresentaram pústulas e demais sintomas relatados pelo produtor de flores. Buscamos, nessa pesquisa, conseguir a validação de métodos de quantificação da incidência e da severidade da ferrugem

branca que apresentem resultados precisos e verificar a resistência das variedades que o produtor cultiva diante do patógeno.

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1- O Crisântemo**

O Crisântemo é uma espécie pertencente à família Asteraceae, originária da China e conhecido há mais de dois mil anos. No ano de 386, foi introduzido no Japão transformando-se no símbolo nacional do país e no ano de 1789 foi introduzida na Europa, sendo depois distribuída para as demais regiões do mundo (BARBOSA, 2003).

O Crisântemo é uma cultura ornamental de grande aceitação no mercado por apresentar grande diversidade de cores e formatos de inflorescências, resistência ao transporte e durabilidade pós-colheita. (BARBOSA et al., 2012; FERNANDES et al., 2007; GRUSZYNSKI, 2001).

Esta planta é usada como enfeites em diferentes ocasiões e festividades, em função de sua bela florada, de colorido delicado e formatos típicos, vem ampliando sua participação no mercado nacional e internacional nos últimos anos. Desde sua chegada ao Ocidente, há pouco mais de 100 anos, passou por vários processos de hibridação, atingindo uma enorme gama de formas, cores e tamanhos das inflorescências (SEBRAE, 2018).

É uma planta de cultivo relativamente fácil, exigindo, no entanto, controle fotoperiódico para a indução de floração. É classificada como planta de dias curtos, com fotoperíodo crítico de 13 horas de luz para que o florescimento seja induzido (BARBOSA; ZUIN 2003). Em contra partida, quando submetida a fotoperíodo acima de 13 horas de luz, pode produzir hastes muito finas e flexíveis, o que compromete a sustentação da inflorescência, além de desenvolverem brotos e inflorescências anormais, resultando em menor qualidade do produto (BARBOSA et al.; 2005; MC MAHON, 1999; MELLO, 2003; NARDI et al. ; 2001).

Hoje em dia existe muitas cultivares de crisântemo espalhadas pelo mundo bastante adaptadas a diferentes ambientes, sistema de cultivo, condições de cultivos e usos. No caso do crisântemo, posso destacar duas formas de sistema de cultivo: Existe cultivo de crisântemo em vaso e o cultivo de crisântemo de corte.

O Crisântemo é, na verdade, uma inflorescência composta, com flores nascidas em um receptáculo ou capítulo. O que se conhece popularmente como flor, é um conjunto de flores.

Nas inflorescências simples, tipo margarida, os dois tipos de flores existentes são bem característicos; as externas são geralmente mais longas, possuem somente pistilo mais conhecidas como pétalas, e as centrais, ou olho da margarida e são bissexuadas e geralmente férteis (GRUSZYNSKI, 2001).

A comercialização de flores de uma forma geral está acompanhada de atributos que serão observados pelos compradores como o tamanho e qualidade das folhas, flores e hastes. Fatores esses que dependem de um bom manejo de fatores exógenos como a irrigação, nutrição mineral de plantas, substrato, luz, temperatura e fatores endógenos como a variabilidade genética, hormônios, idade da planta e tipo de estaca.

O cultivo do crisântemo, para fins comerciais, é feito em estufas, permitindo o controle ambiental, visando atingir uma melhor qualidade e produtividade. As estufas podem ser construídas com estruturas de madeira ou de metal, e a escolha vai depender das condições financeiras do produtor para implantação da cultura (LOUZEIRO, 2015).

Em condições de cultivo protegido, torna-se necessário a utilização de irrigação para suprir as exigências em água, devendo-se manter o canteiro e a estufa em condições ideais de umidade. O excesso de umidade favorecerá a incidência de doenças, o que poderá comprometer a produção (LOUZEIRO, 2015).

O crisântemo apresenta disponibilidade e diversidade de cultivares para a produção e seus aspectos referentes à altura de plantas, morfologia, número de flores e variedade de cores e formas de inflorescências tornam-nas atrativas para o consumo (BARBOSA, 2003). Do ponto de vista produtivo, seu comportamento fotoperiódico e ao amplo trabalho de melhoramento genético desenvolvido fizeram do crisântemo a planta de mais fácil propagação dentre as flores cultivadas (GRUSZYNSKI, 2001).

## **2.2 Doenças no crisântemo**

No que diz respeito a doenças, As partes do crisântemo que são mais acometidas por doenças são as folhas, hastes, raízes e inflorescências e estas podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus, etc (REGINA, 2008) .

No caso das bactérias fitopatogênicas que infectam o crisântemo, destacam-se no Brasil: *Erwinia chrysanthemi*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas marginalis*, *Pseudomonas cichorii* e *Agrobacterium tumefaciens*. A *E. chrysanthemi* causa podridão mole e murcha da

haste, sendo beneficiada por temperaturas elevadas e alta umidade. A *P. cichorii* e a *P. syringae* causam manchas necróticas arredondadas e alongadas, respectivamente, de coloração parda na folha e na haste do crisântemo, diferenciando da *P. marginalis* que caracteriza-se por causar manchas escuras no bordo foliar e da *A. tumefaciens* que induz a formação de galha tanto na raiz como na parte aérea do crisântemo (IMENES & ALEXANDRE, 1995; FREITAS-ASTÚA et al., 2005).

Com relação aos vírus, o Tosspovirus é o principal grupo de vírus que ocorre em crisântemo no Brasil, destacando-se o Tomato spotted wilt virus (TSWV) e o Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV), ambos transmitidos por tripes do gênero *Frankliniella*. O TSMV pode causar manchas variando de cloróticas a necróticas em toda a planta e o CSNV causa a doença conhecida como “canela preta”, caracterizada por lesões cloróticas a necróticas nas folhas e necrose nas hastes. O crisântemo também é infectado pelo Chrysanthemum virus B, cujo sintoma principal é o mosqueamento, e o Cucumber mosaic virus (CMV) cujo sintoma é a formação de manchas cloróticas nas folhas (FREITAS-ASTÚA et al., 2005).

A maioria das doenças relatadas em crisântemos são de origem fúngica. Espécies de *Septoria*, *Alternaria*, *Ascochyta* e *Cercospora* que atacam a parte aérea da planta, causando sintoma de mancha. Os sintomas causados por *Septoria* caracterizam-se por manchas foliares amarelas com contornos circulares na região baixa da planta evoluindo para escura e podendo tomar todo o limbo da folha. As de *Alternaria* caracterizam-se por manchas circulares, pequenas e com círculos concêntricos na folha e nas brácteas do crisântemo. O oídio (*Erysiphe cichoracearum*), o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*), a ferrugem parda (*Puccinia tanacetii*) e a ferrugem branca (*Puccinia horiana*) são outras importantes doenças da cultura. O oídio caracteriza-se pelo crescimento branco pulverulento nas faces da folha, ocasionando secamento e queda das mesmas. Sua severidade é aumentada em ambiente de temperatura elevada e alta umidade. Dentre as ferrugens, a branca é a mais comum e das mais importantes doenças foliares do crisântemo, os sintomas iniciam-se na face adaxial da folha com pequenas manchas branco-amarelas levemente deprimidas, tornando-se a parte central marrom escura. Na parte abaxial são observadas pústulas salientes de coloração amarela que se torna esbranquiçada. Na ferrugem branca a disseminação é realizada pelos basidiosporos e da ferrugem parda pelos uredinosporos (VEGETTE, 2008).

A quantificação de doenças é imprescindível para o estudo das epidemias, sendo utilizada na previsão de doenças, avaliação da eficiência de determinado fungicida e/ou de outros

métodos de controle e a comparação de cultivares resistente a doenças ou susceptíveis a doenças.

### **2.3 Avaliação de doenças**

Para que se possa avaliar o aparecimento de doenças em plantas, devem-se levar em consideração, todos os fatores responsáveis pelo aparecimento da doença que formam o triângulo: hospedeiro, ambiente e patógeno.

Atualmente, o homem exerce grande influência na ocorrência das doenças em plantas, devido ao seu manejo na agricultura, tal como o tempo, logo alguns autores defendem a forma de um tetraedro de fatores responsáveis pelo aparecimento ou não de doenças, e não um triângulo formado por hospedeiro, ambiente e patógeno (CAROLLO & SANTOS FILHO, 2016).

Doença é o resultado da interação entre o patógeno virulento, hospedeiro suscetível e o ambiente favorável, sendo determinada como uma interferência em processos fisiológicos da planta causando desequilíbrio no seu balanço energético. Funções vitais ao crescimento e desenvolvimento da planta, como a translocação de água e nutrientes, e deste modo a produção de carboidratos para energia e estruturação, são afetadas negativamente (TRIGIANO et al., 2010).

As doenças são causadas de maneira direta por uma vasta diversidade de organismos, porém, os que se destacam pela ocorrência são os fungos, bactérias, vírus e nematoides. Os fungos estão entre os mais importantes, pois todas as plantas podem ser acometidas por algum tipo de fungo assim como um único fungo pode atacar vários hospedeiros (AGRIOS, 2005). A doença pode ser diagnosticada a partir da análise de sintomas e sinais. Sintomas são visualizados quando a planta expressa visivelmente sua reação ao ser atacada por um patógeno e sinal é a exteriorização das estruturas deste patógeno no tecido doente da planta (AMORIM et al., 2011).

Dentro da classificação de sintomas morfológicos, os sintomas podem ser subdivididos em necróticos e plásticos. A deterioração do protoplasma define um sintoma necrótico, que antecede a morte das células, tecido e órgãos. Como exemplo o que ocorre com as manchas foliares e as pústulas (AMORIM et al., 2011).

Os métodos de avaliação de doença podem ser diretos, sendo realizados diretamente através dos sintomas e sinais; e indiretos, estimados pela população do patógeno, como por exemplo, a contagem de nematoides. Na quantificação de doenças, os métodos mais utilizados são diretos, pelas escalas descritivas, escalas diagramáticas, contagem de número e diâmetro de lesões e análise de imagens (VALE et al., 2004).

As doenças em plantas podem ser avaliadas ou quantificadas através da aplicação de métodos diretos e métodos indiretos de acordo com o que se deseja apurar, estudar, quantificar e avaliar o avanço de uma doença sobre uma planta.

Tal quantificação pode ser feita a partir da incidência e da severidade. A incidência é caracterizada como a quantidade de plantas ou órgãos doentes em uma amostra, por outro lado a severidade determina a porcentagem de tecido lesionado pelo patógeno na planta (AMORIM et al., 2011).

As principais formas de avaliação de doenças são a incidência e a severidade. A primeira refere-se à proporção (%) do número de plantas doentes, ou de suas partes como folhas e frutos, em relação ao total de plantas avaliadas; e a segunda está relacionada com a proporção de área ou quantidade de tecido vegetal doente em relação ao total de área analisada (AGRIOS, 2005).

A utilização da incidência é rápida e fácil, sendo bastante empregada em estudos epidemiológicos de disseminação de doenças em casa de vegetação e quando uma lesão representa perda financeira no preço final do produto, principalmente quando se trata de plantas como o crisântemo, cujo preço final depende do binômio aparência e classificação comercial.

Em algumas doenças, a incidência está diretamente relacionada com a severidade, como em murchas e podridões. Para doenças foliares, a incidência de doença pode apresentar pouca relação com a severidade, uma vez que na folha pode ter uma ou dezenas de lesões. A severidade é geralmente expressa como a porcentagem ou proporção de área afetada pelo patógeno, sendo uma medida mais laboriosa e que exige maior conhecimento da doença (VALE et al., 2004; AGRIOS, 2005).

A severidade é o valor que melhor demonstra a quantidade de tecido lesionado na planta, e os principais métodos utilizados para a sua determinação são a escala descritiva, que determina a intensidade da doença por meio de graus ou notas, a escala diagramática, que é uma ilustração da planta ou parte dela com os sintomas típicos da doença em diferentes níveis



de severidade, e a análise de imagens computacionais (BERGAMIN FILHO & LOPES, 1995).

Segundo Amorim (1995) o parâmetro severidade é o mais apropriado para quantificar doenças foliares como ferrugens, oídios, míldios e manchas.

As escalas diagramáticas, atualmente, são a principal ferramenta de avaliação da severidade para muitas doenças, sendo uma metodologia usual as representações ilustradas de uma série de plantas, ou partes dela com sintomas em diferentes níveis de severidade (BERGAMIN FILHO & AMORIN, 1996).

## 2.4 Sistemas de avaliação de doenças

Os métodos mais frequentemente utilizados para a quantificação de doenças são: escalas descritivas, escalas diagramáticas, contagem de número e diâmetro de lesões e análise de imagens (VALE et al., 2004).

As escalas descritivas classificam a intensidade da doença a partir de graus ou notas e são muito utilizadas principalmente para avaliar a resistência de plantas a doenças. Algumas escalas são imprecisas e subjetivas, por utilizarem termos como, por exemplo, leve, moderado ou severo sem a devida descrição de cada grau (VALE et al., 2004).

**TABELA 1** - Escala de notas utilizada para avaliação de sintomas do vírus do endurecimento dos frutos nas folhas, frutos e plantas de maracujazeiro, com adaptações de Novaes e Rezende (1999).

Notas	Sintomatologia visual		
	Folhas	Fruto	Planta
1	Folha sem sintoma de mosaico	Fruto normal, sem deformação	Planta pouco infectada, com sintomas leves de mosaico, com pouco enrugamento das folhas
2	Folha apresentando mosaico leve e sem deformações foliares	Fruto ligeiramente deformado, com ou sem manchas	Planta medianamente infectada, com sintomas de mosaico e enrugamento das folhas
3	Folha apresentando mosaico leve, bolhas e deformações foliares	Fruto totalmente deformado com manchas e forte endurecimento dos frutos	Planta severamente infectada, com sintomas de mosaico e enrugamento severo das folhas
4	Folha apresentando mosaico severo, bolhas e deformações foliares	—	—

Tabela 2. Escala descritiva utilizada na avaliação da severidade de doenças em maracujazeiro.

Fonte: OLIVEIRA et al., 2013

As escalas descritivas ou as classes de severidade da doença são escalas arbitrárias com certo número de graus ou notas para quantificar as doenças. Cada nota da escala representa uma descrição do progresso dos sintomas da doença na planta. As avaliações realizadas com escalas descritivas são muito subjetivas, pois dependem da experiência do avaliador e, por isso, podem resultar em baixa precisão da avaliação (LIBRELON, 2013).

Escalas diagramáticas são facilmente interpretadas, pois são ilustrações que representam plantas ou partes da planta com os sintomas típicos das doenças em diferentes níveis de severidade, podendo mostrar a distribuição proporcional do órgão da planta (Figura 1). A primeira escala diagramática descrita foi elaborada em 1892 por Cobb, avaliando a ferrugem no trigo (TRIGIANO et al., 2010) que posteriormente sofreu adaptações para outras plantas fazendo com que surgisse escalas diagramáticas para um grande número de famílias de plantas .

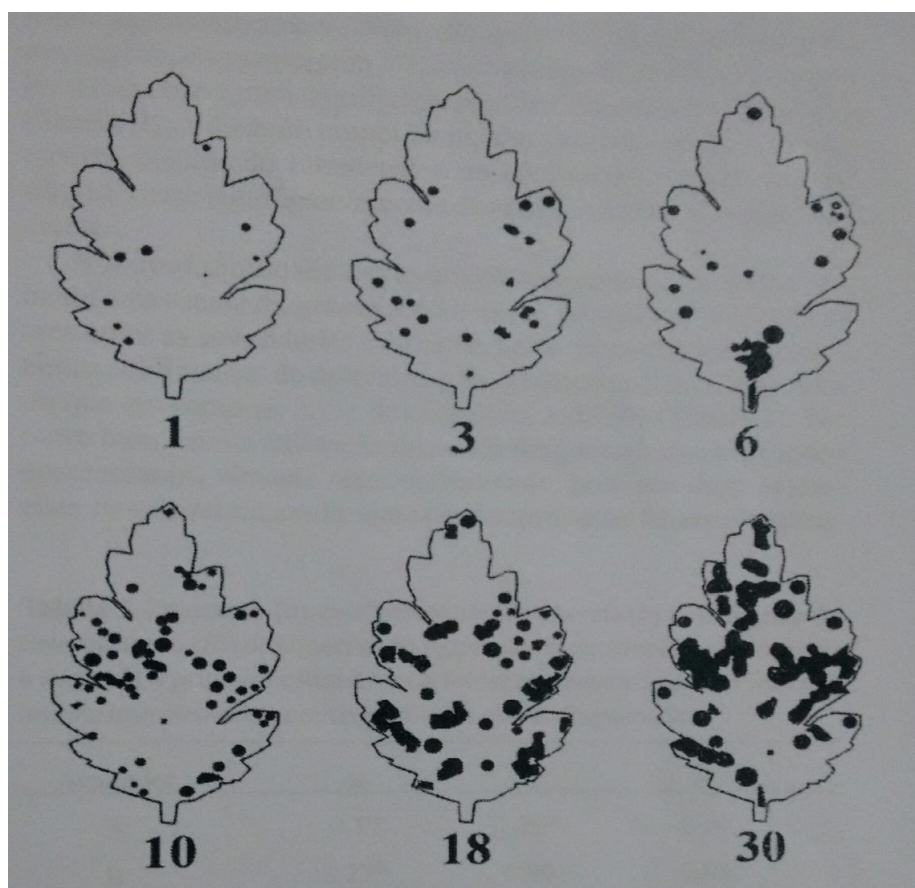


Figura 1. Escala diagramática proposta por Barbosa et al (2006) para avaliação da ferrugem branca do crisântemo. Indicando os níveis de 1, 3, 6, 10, 18 e 30% de severidade na superfície das folhas mensurando o dano provocado pela ferrugem branca.

As escalas diagramáticas possuem problemas que causam subjetividade na avaliação como, por exemplo, o tamanho da folha, onde na maioria das vezes, as escalas diagramáticas utilizam folhas que atingiram o pleno desenvolvimento, mas muitas doenças ocorrem em diferentes estádios de desenvolvimento das folhas (VALE et al., 2004).

A severidade de doenças pode variar de 0 a 100%, porém a total amplitude é difícil de ser diferenciada com precisão, principalmente quando os níveis são moderados ou estiverem entre 20 a 80%. A lei de Weber-Fechner de discriminação visual determina que a capacidade do homem em ver diferenças diminui em função do logaritmo da intensidade do estímulo, ou seja, quando o estímulo for uma lesão em uma folha em meio a um tecido sadio é mais fácil distinguir entre 1 e 5% de severidade da doença do que distinguir entre 20 e 40% de severidade. Já quando uma folha estiver quase completamente doente é mais fácil distinguir entre 95 e 99% e mais difícil entre 65 e 85% (TRIGIANO et al., 2010).

### **Imagens computacionais**

Atualmente vários software podem ser utilizados para avaliar a severidade de doenças de plantas como *ImageJ*<sup>3</sup>, *ImageTool*, *Siarcs*, etc., assim como há vários softwares criados especificamente com essa função e para treinamento de avaliação, como o *Quant*, *Asses*, *Dispro*, *Distrain*, entre outros (AMORIM, 2011; MORAES, 2007; AQUINO et al., 2008; SPÓSITO, 2004; SUSSEL, 2009).

A utilização deste método de quantificação não está sujeito a erros que seriam cometidos pela visão humana, logo, nos oferece precisão elevada. Porém esse sistema ainda depende da interferência humana, para determinar, por exemplo, a cor correspondente a lesão, além de confundir lesões que não são causadas por doenças e subestimar a severidade devido a não interpretação correta dos matizes que representam o tecido doente (AMORIM et al., 2011).

Para avaliar a severidade da ferrugem branca do crisântemo, utiliza-se com frequência escalas diagramáticas e escalas descritivas. Essas metodologias baseiam-se na lei de *Weber Fechner*, segundo a qual a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo, ou seja, quanto maior o estímulo recebido, menor a capacidade de discriminação. De acordo com o estímulo, o olho tende a ler tecido doente abaixo de 50% de área lesionada e tecido sadio, acima de 50% (LIBRELON, 2013; HORSFALL; BARRAT, 1945).

Há alguns problemas nesses métodos subjetivos de quantificação da severidade: a) a falta de padronização dos métodos e das chaves descritivas utilizadas em diferentes estudos, o que preocupa até mesmo a indústria de fungicidas (Watson et al., 1990) pois resultados obtidos de diferentes estudos não podem ser comparados; b) muitas escalas diagramáticas são criadas sem considerar alguns requisitos básicos, citados por Amorim & Bergamin Filho (1999), nem tem sua adequabilidade avaliada, conforme descrito por Godoy et al. (1997); c) reduzidas acurácia e precisão na estimação visual da severidade de doenças, mesmo por avaliadores experimentados, têm sido relatados por Sherwood et al. (1983).

Segundo Shewood et al, (1983), em estimativas visuais de severidade, é comum o avaliador superestimar duas a três vezes o valor real. Isto é mais proeminente em baixos valores de severidade. Beresford & Royle (1991) constataram que, para folhas de cevada com severidade de ferrugem, os avaliadores superestimaram até 70x, quando a severidade foi menor que 0,2%, e superestimaram oito a dez vezes, quando as folhas apresentaram 0,6 a 20% de severidade. Segundo Carmo et al. (1991), somente 10% dos avaliadores foram acurados e precisos. Parker et al (1995) constataram que os avaliadores apresentaram precisão variando entre 8% e 95%.

Barbosa, (2006) afirma que, sem a utilização da escala diagramática, os avaliadores superestimaram consistentemente a severidade, indicando a presença de desvios positivos constantes para todos os níveis de severidade da doença. As avaliações realizadas com a escala diagramática foram mais acuradas nas estimativas da maioria dos avaliadores e mais precisas para todos os avaliadores, além de proporcionar boa repetibilidade e elevada reprodutibilidade entre avaliações de diferentes avaliadores. O principal objetivo deste tipo de escala é padronizar as avaliações e eliminar a subjetividade dos avaliadores, sendo que o desenvolvimento de programas computacionais possibilita que as escalas formuladas sejam mais acuradas e precisas (VALE et al., 2004).

## **2.5 – Aspectos gerais da Ferrugem Branca do Crisântemo**

O Crisântemo é suscetível a várias doenças, que podem afetar as folhas, hastes, raízes e inflorescências, constituindo-se no maior problema para a cultura do crisântemo (BARBOSA, 2003). Dos quais posso destacar alguns agentes patogênicos como o *Fusarium oxysporum*, causador de murcha, *Rhizoctonia solani*, causador de tombamento, *Puccinia Chrysanthemi*, causador de ferrugem parda e *Puccinia horiana*, causador da ferrugem branca.

A ferrugem branca é a doença de maior importância na cultura do Crisântemo (JACINTHO, 2004). Os sintomas da ferrugem branca apresentam-se na forma de pequenas manchas branco-amareladas na face superior das folhas assumindo posteriormente coloração marrom-escura na parte central das lesões. À medida que a infecção progride, surgem na face inferior das folhas, nas áreas correspondentes às manchas amareladas, pústulas salientes, esbranquiçadas a rosadas, cerosas, circulares e proeminentes que coalescem tomando quase toda a área total das folhas que murcham, secam e podem cair (Figura 2). Em ataques extremamente severos, pústulas podem se formar sobre o pedúnculo, hastes e brácteas. Até mesmo as flores poderão ser infectadas (PITTA et al., 1989).



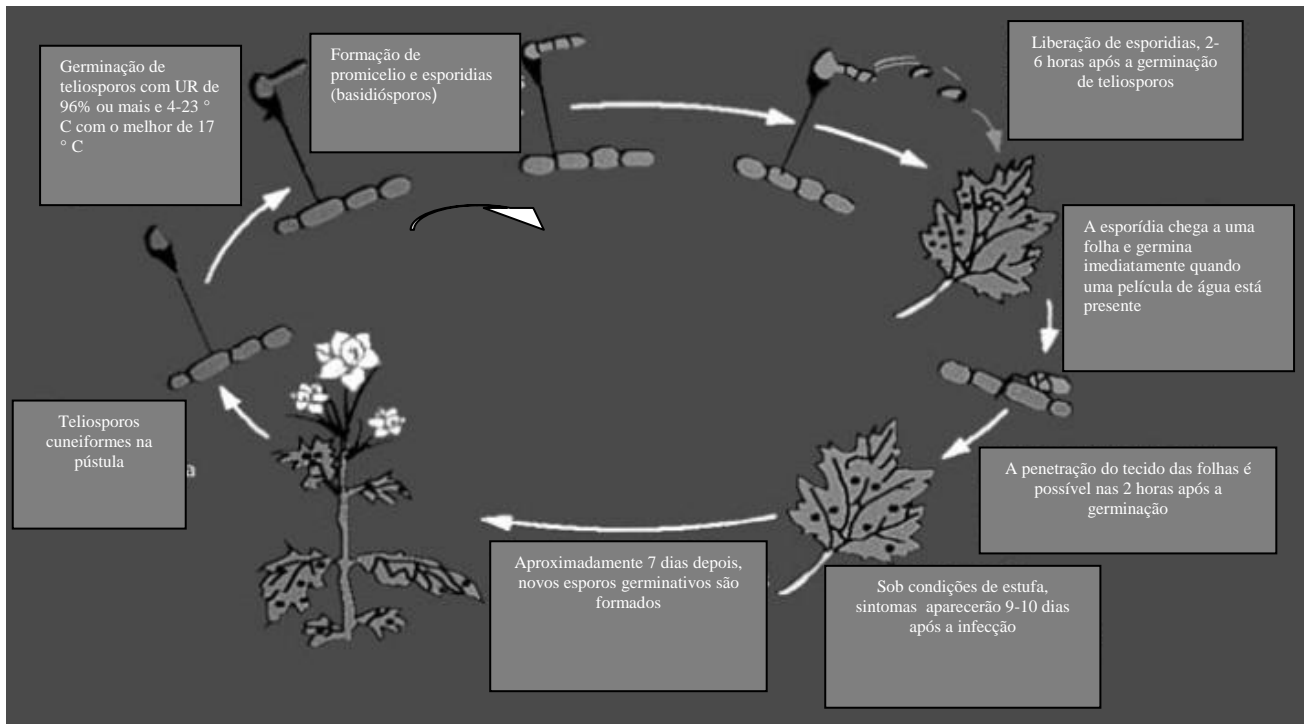
Figura 2. Sintomas foliares das pústulas causadas pela ferrugem branca nas faces inferior (esq.) e superior (dir.) da folha.

Os fungos causadores de ferrugem são parasitas obrigatórios, muitos com tal nível de especialização que chegam a atacar somente certas espécies ou variedades de plantas (AGRIOS, 2005).

A ferrugem branca do crisântemo é tipicamente uma ferrugem microcíclica (produz essencialmente teliosporos), com a infecção se iniciando através dos basidiosporos produzidos após a germinação dos teliosporos (FREIRE et al., 2002).

Esses teliosporos encontrando condições ambientais favoráveis, com temperaturas amenas entre 6° a 26°C, com ótima temperatura entre 17° e 24°C e elevada umidade conseguem germinar no local onde se depositam na presença de filme d água, penetrando o

tecido foliar para que após alguns dias os sinais da infecção estejam visíveis na folha, conforme demonstrado na Figura2.



**Fonte:** Adaptado de Roya Blanca del Crisântemo - Boletín de Sanidad Vegetal 43 – Instituto Colombiano Agropecuario - ICA

Figura 3. Ciclo de vida da ferrugem branca do crisântemo: *Puccinia horiana* P. Henn

A disseminação de esporos infectivos de *Puccinia horiana* é feita através da água de chuva, irrigação e por meio do ar tornando a circulação de pessoas em ambiente protegido uma das principais formas de disseminação da doença através da contaminação de mudas e plantas adultas presentes nesses ambientes.

Dessa forma, a *Puccinia horiana* é facilmente encontrada em todas as regiões que produzem crisântemos para corte ou vaso no Brasil. A doença foi considerada pelo Programa Oficial de Controle do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, como endêmica em partes da Europa e da América do Sul e outras zonas do mundo, embora não esteja

estabelecida nos Estados Unidos, sendo classificada como quarentenária neste país e na Austrália, com ação regulatória em âmbito federal e estadual .

Segundo Alai et al, (2007) a ferrugem branca do crisântemo é uma das mais importantes doenças foliares da cultura, sendo um patógeno quarentenário em muitos países, com potencial para destruir completamente cultivares suscetíveis.

## **2.6 - Qualidade do crisântemo**

Quando se fala em qualidade, encontramos, entre outras, a seguinte definição: “conjunto de características, das propriedades das coisas, capaz de distingui-las das demais”. Entre os significados da palavra padrão, um deles refere-se a algo “que serve de base ou referência para avaliação de quantidade ou de qualidade” ( LEME et al.; 2004).

No mercado consumidor de flores, a aceitabilidade de uma flor é avaliada através de características visuais como forma, tamanho, maturidade, turgescência e condições de sanidade. Segundo Farias (2006), essa qualidade pode ser avaliada através do tamanho da inflorescência, comprimento, sanidade da haste e grau de abertura das flores.

O Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2000) oficializou as normas de qualidade para comercialização visando atender os aspectos fitossanitários, características da folhagem, ponto de abertura das flores, apresentação dos produtos, comprimento e características das hastes. Essas normas de qualidade transformaram-se no padrão nacional de comercialização de flores com base nos padrões Veiling. O Veiling-Holambra, principal centro de comercialização de flores do Brasil, fundado em 1989, submete os produtores a um sistema de classificação através de parâmetros estabelecidos em função da necessidade do mercado, após reuniões com produtores de crisântemo de corte.

Essa classificação é realizada tanto nas propriedades, durante a colheita, como no momento da comercialização, onde técnicos do Veiling-Holambra realizam vistoria nos lotes, quando as hastes de crisântemo são agrupadas em dois grupos: A1 e A2.

- A1: Hastes de ótima qualidade, firmes, com boa sustentação e bem formadas, livres de pragas e doenças, florescimento uniforme, com inflorescências sem danos mecânicos e com coloração uniforme.

- A2: Hastes de boa qualidade, que podem apresentar leve infestação por pragas e doenças, desde que não comprometa sua durabilidade, as folhas podem apresentar poucos resíduos químicos, o lote pode apresentar-se levemente desuniforme e fora dos tamanhos exigidos para a classificação A1.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e delineamento experimental**

O trabalho foi conduzido no Setor de Horticultura no Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia (IA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), sob condições de casa de vegetação automaticamente climatizada de filme plástico de polietileno modelo capela, no período de 01 de Maio a 10 de Agosto de 2017.

O experimento foi conduzido em vasos de plantas com volume de 415 ml dentro de estufa no Campo Experimental da Olericultura da UFRRJ, no município de Seropédica- RJ. O local está situado nas coordenadas geográficas de 22°45' S Latitude e 43°41' W Longitude, a altitude entre 34-40 m, sendo o clima da região do tipo Aw, da classificação de Köppen.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Com sete tratamentos com 33 plantas/unidade por tratamento totalizando uma população de 231 plantas numeradas em vasos de plantas, sendo que cada tratamento foi correspondente a uma determinada variedade.

O experimento obteve no total seis conjuntos de avaliações que se iniciaram em junho conforme calendário de avaliações realizadas nos crisântemos.



Tabela 3- Calendário de avaliações realizadas nos crisântemos

<b>Observações:</b>	<b>Data</b>	<b>(dias após o plantio)</b>
Avaliação I	01/06	30
Avaliação II	06/06	35
Avaliação III	12/06	41
Avaliação IV	16/06	45
Avaliação V	22/06	51
Avaliação VI	30/06	59

### **3.2 – Condições de cultivo e descrição das variedades**

A origem desse material foi a partir do sítio do produtor comercial Hiroshi Buda que enfrenta problemas com a ferrugem branca do crisântemo em sua propriedade rural localizada no município de Duas Barras/RJ, região produtora de plantas ornamentais que possui tradição de escoar sua produção nos grandes mercados do Rio de Janeiro como a CADEG.

O material vegetal testado consistiu de plantio de estacas assintomáticas de sete variedades de crisântemo: Rihanna, Stylist Pink, crisântemo bola, Neymar Jr, Yellow Snowdon, White Snowdon e a Lynx, oriundas do matrizeiro do produtor rural Hiroshi Buda que foram transportadas para UFRRJ (Seropédica/RJ) para serem acondicionadas em bandejas de polietileno de 150 células para a realização de enraizamento de estacas em arroz carbonizado medindo 10cm de altura cujo enraizamento foi bem sucedido (figura 4).



Figura 4 – Padrão das mudas de crisântemo enraizadas. A-evidência da formação de raízes no caule e na base da folha. B- Técnica dos produtores de enraizamento de crisântemos sobre palha de arroz semicarbonizado.

No experimento desenvolvido com o material vegetal oriundo do Sr. Hiroshi nas instalações da UFRRJ, não foi realizada inoculação artificial da *Puccinia horiana*. A epidemiologia das mudas se dá totalmente nas instalações da UFRRJ, para que isso fosse possível: O planejamento do experimento incluía a ideia de fazer a condução das plantas da mesma forma feita pelo Hiroshi. Dessa forma, a pressão do inoculo sobre as plantas seria a mesma do viveiro do sítio do Hiroshi. As variedades são descritas a seguir.

- Rihanna: ciclo precoce (até 7 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo margarida , cor rosa, flor de corte.

- Stylist Pink: ciclo médio (até 7,5 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo precoce, cor branco-roxo, flor de corte.

- Neymar Jr: ciclo precoce (até 8 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo margarida , cor branco, flor de corte.

- Yellow Snowdon: ciclo precoce (até 9 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo decorativo , cor amarelo, flor de corte.
- White Snowdon: ciclo precoce (até 9 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo decorativo , cor branco, flor de corte.
- Lynx: ciclo precoce (até 8 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo decorativo , cor laranja, flor de corte.
- Bola: ciclo médio (até 10 semanas para o florescimento a partir dos dias curtos), inflorescência do tipo globosa , cor amarelo, flor de vaso.

As mudas foram acondicionadas em vasos de plantas contendo substrato comercial Tropstrato HA, armazenadas em estufa de polietileno anti uv de 150 micra de espessura sobre bancada de aço de 1,0 x 1,0 x 8,0 metros correspondendo às medidas de altura x largura x comprimento. A nebulização das estacas foi feito com sistema automático ligado diariamente das 07h00min às 16h00min horas acionado em intervalo de 15 minutos com duração de 10 segundos.

### **3.3 Determinação da área foliar lesionada**

O progresso da doença foi acompanhado ao longo do ciclo, concomitante à fenologia da espécie, situando as avaliações no terço inferior, médio e superior conforme o estágio de desenvolvimento em intervalos semanais iniciados aos 30 dias após o plantio (DAP) até o final do ciclo. O período de avaliação iniciou-se no estágio vegetativo, continuou durante a formação do botão floral e encerrou no florescimento pleno.

O procedimento foi realizado da seguinte forma: Foram analisadas a cada semana as folhas de dez vasos das sete variedades de crisântemos, através de um sorteio tanto para a numeração dos vasos quanto para a subdivisão das plantas em terço (inferior, superior ou mediano), retirando-se a primeira folha de cada uma dessas plantas das regiões citadas acima para serem submetidas às análises. Através das análises, foi possível atribuir às folhas os percentuais de severidade baseado na severidade visual e severidade computacional levando em consideração a área foliar sadia e a área foliar danificada pela *Puccinia horiana*.

Logo que colhidas, as folhas foram armazenadas em garrafas plásticas contendo uma lâmina de 10 cm de água no seu interior para preservar a integridade da folha, evitando-se o enrolamento da mesma para posterior análise no laboratório.

### 3.4 Incidência da ferrugem branca

A incidência da ferrugem branca do crisântemo foi avaliada semanalmente a partir do surgimento dos primeiros sintomas e em intervalos de sete dias. Nessas avaliações dez folhas de crisântemo foram escolhidas através de sorteio ao acaso para serem submetidas à contagem do número de pústulas presentes em cada folha nos terços inferior, médio e superior de plantas infectadas pertencentes a uma amostra de 10 plantas.

A avaliação foi feita através da leitura de imagens digitais das folhas lesionadas obtidas através de um scanner de mesa com o auxílio do software ImageJ.

Essas pústulas representam o sintoma da doença presente no tecido vegetal da planta.

De acordo com Moraes et al, (2007), existe algumas maneiras de se fazer a avaliação da ferrugem. Uma delas é dar notas de 1 até 4 sobre a folha com ferrugem levando em consideração o número de pústulas de ferrugem /folha ou folíolo(fig.5).

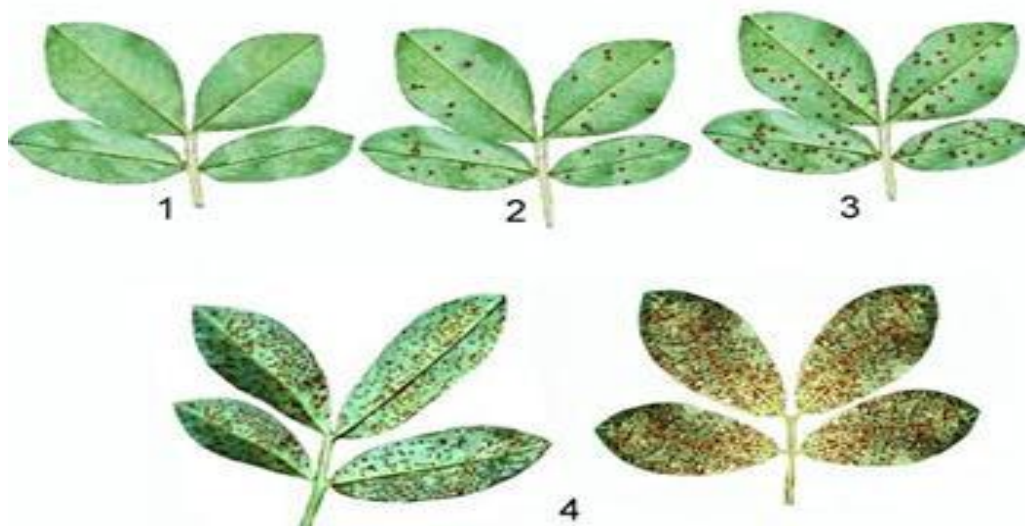


Foto adaptada de Sérgio A. Moraes et al., (2006).

Figura 5 - Escala de notas para avaliação da ferrugem do amendoim

### **Notas para avaliação da ferrugem do amendoim, onde:**

1= ausência de ferrugem

2= baixa severidade ( 1 a 10 pústulas de ferrugem/folíolo);

3= severidade regular (10 a 40 pústulas de ferrugem/folíolo);

4= severidade alta ( mais de 40 pústulas de ferrugem/folíolo)

As diversas avaliações de incidência da doença ao longo do tempo permitiram estabelecer para cada variedade o uso da fórmula matemática abaixo, assim como fazer uma adaptação da metodologia proposta por Moraes et al (2006) demonstrada acima para a determinação da incidência da ferrugem e a partir dessa fórmula foram plotadas curvas de progresso da doença com os dados obtidos das avaliações.

$$\text{Índice de doença (\%)} = (n1 \times 0 + n2 \times 25 + n3 \times 50 + n4 \times 100) / N$$

Onde: n1, n2, n3, n4 = número de folhas da amostra com as notas 1, 2,3 e 4 .

N = total de folíolos da amostra

$$\text{Nota média} = n1 \times 1 + n2 \times 2 + n3 \times 3 + n4 \times 4 / N$$

### **3.5 Severidade visual**

A escolha de uma estratégia ou modo de avaliação de uma doença é muito importante, o avaliador deve considerar o estágio de desenvolvimento da cultura e o órgão da planta afetado pela doença. Quantificar uma doença exige uma metodologia universal de avaliação que possa ser reproduzida em qualquer situação e local para que o comportamento da doença se revele na planta hospedeira ao longo do tempo.

Para avaliação da severidade visual da ferrugem branca do crisântemo e classificação das variedades de acordo com os níveis de severidade, a área foliar lesionada foi quantificada utilizando a escala diagramática, variando percentuais de 1, 3, 6, 10,18 e 30% de área foliar afetada pela doença conforme metodologia proposta por Barbosa et al,(2006), (figura 6).

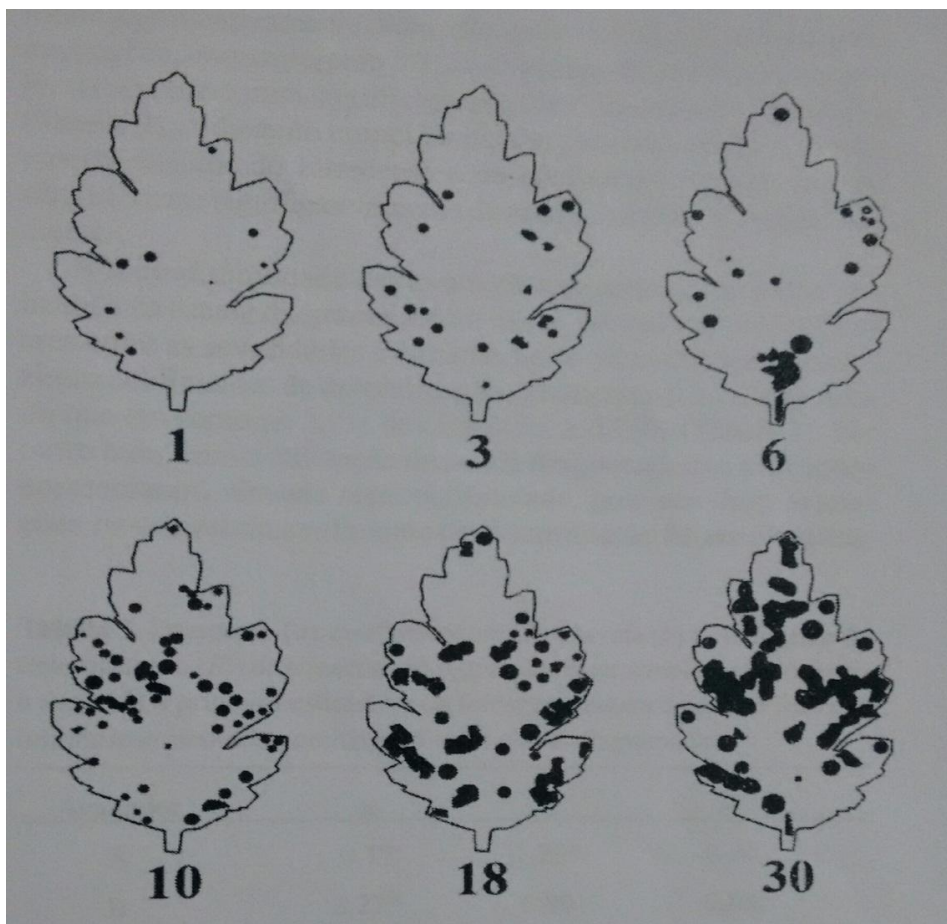


Figura 6. Escala diagramática proposta por Barbosa et al (2006) para avaliação da ferrugem branca do crisântemo.

Indicando os níveis de 1, 3, 6, 10, 18 e 30% de severidade na superfície das folhas mensurando o dano provocado pela ferrugem branca.

Para sua elaboração, alguns aspectos devem ser priorizados, tais como: os limites superiores e inferiores da escala, os quais devem corresponder, respectivamente, à quantidade máxima e mínima da doença encontrada no campo, a representação dos sintomas, devendo estar tão próxima quanto possível àqueles observados na planta; e os níveis intermediários da doença, considerando as limitações de acuidade da visão humana, definidas pela lei de estímulo visual de Weber-Fechner (HORSFALL & BARRAT,1945; NUTTER JR. &SCHUL, 1995), a qual afirma que a percepção da distância entre dois níveis, pela visão humana (acuidade), é aumentada quando a distribuição desses níveis for regulada por incrementos logarítmicos.



Além disso, a validação da escala diagramática se faz necessário antes de ser proposta como método padrão de quantificação de doenças, sendo que a obtenção de resultado insatisfatório, durante esse procedimento, deve ser corrigido com a reformulação da escala, ampliando-se, na medida do possível, o número de níveis de severidade (LAZAROTO et al, 2012).

### 3.6 Severidade computacional

Nessa etapa do experimento, as folhas foram submetidas a um processo de delimitação das áreas foliares sadias das áreas foliares lesionadas destacando os danos provocados pela ferrugem branca e quantificação da severidade no software ImageJ<sup>1</sup>.

As folhas foram digitalizadas com auxílio de escâner modelo (HP Deskjet 1510 series) em até 10 horas após as coletas na resolução de 600 d.p.i. (dots per inch = pontos por polegada quadrada). Cada folha digitalizada pelo escâner foi armazenada como arquivo de imagem do tipo JPG.

Posteriormente, cada arquivo de folha foi “aberto” no programa Image J (versão 1,50i), (Figura 7) para o preparo da imagem para que fosse realizada a análise da severidade computacional da doença.

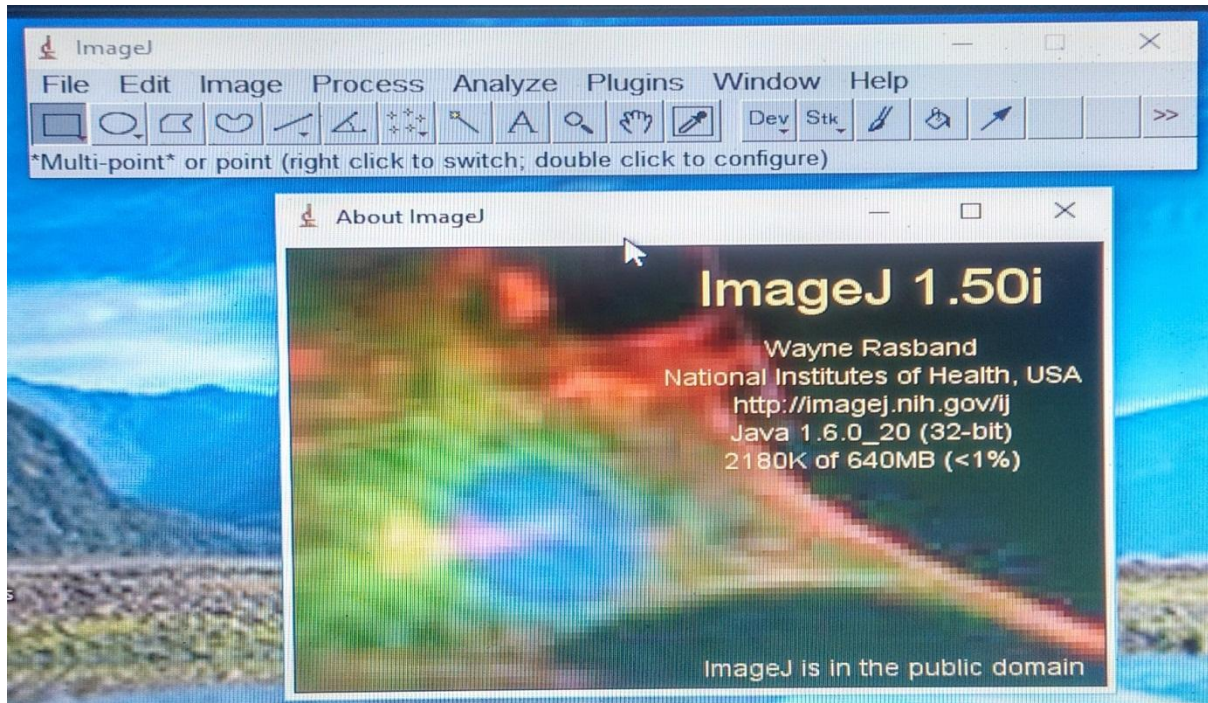


Figura 7. Tela inicial do Image J inicializando a tarefa de preparo de imagens para uma análise computacional.

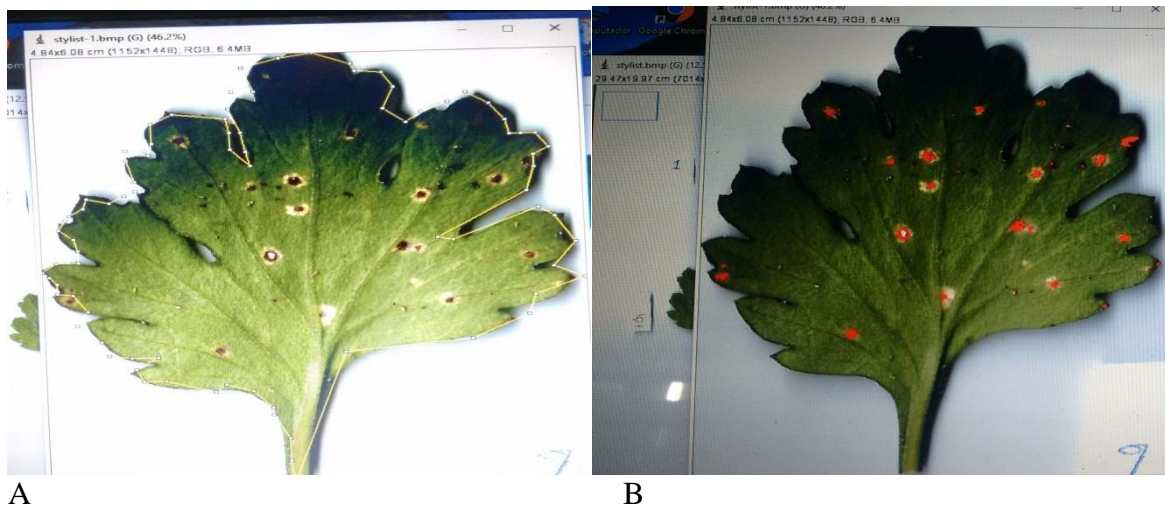
<sup>1</sup> [imagej.nih.gov/ij/download.html](http://imagej.nih.gov/ij/download.html)

O comprimento de cada folha foi mensurado pela comparação da imagem da folha com a imagem de uma régua milimétrica, digitalizada na mesma resolução (600 d.p.i.) permitindo assim a calibração da escala do programa ImageJ. (figura 8)



Figura 8. Digitalização das folhas para posterior tomada de medidas de área foliar e contagem de pústulas.

Após a abertura da imagem no programa ImageJ, o processo de análise constou da abertura da imagem com fundo em vermelho com o comando color threshold, para destacar as regiões saudias e regiões lesionadas da folha, após , usar comando MEASURE para medir .



A

B

Figura 9. Preparação das imagens foliares.

A- Definição dos limites da área da imagem, através de traçado do perímetro da área foliar (amarelo).

B- Identificação das pústulas presentes na superfície foliar (em vermelho).



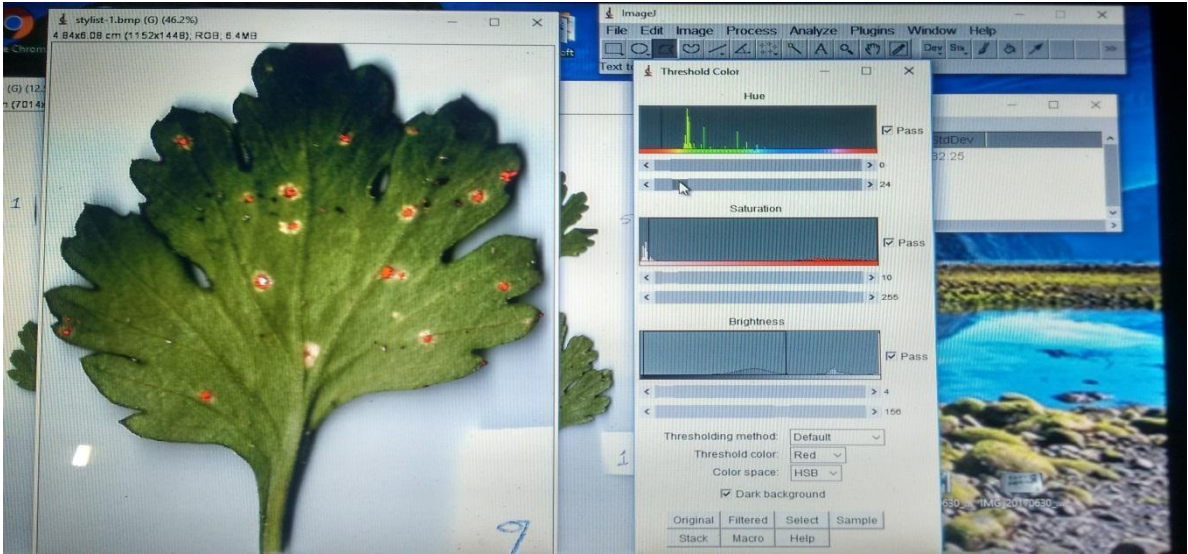


Figura 10. Segmentação de imagem (threshold color) para avaliação da área foliar lesionada em vermelho.

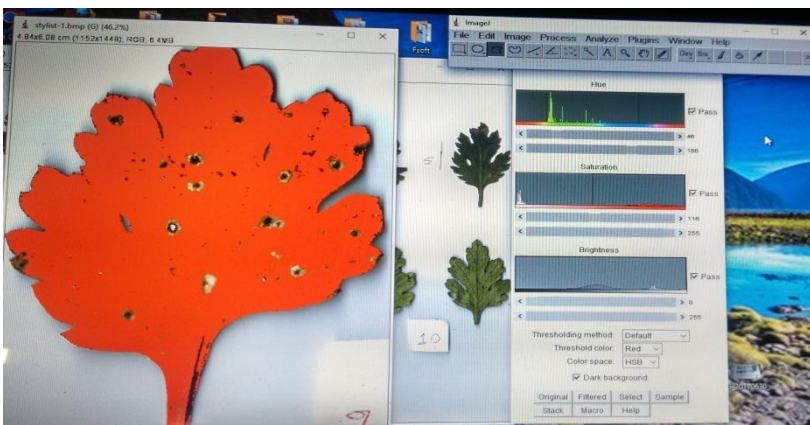


Figura 11. Segmentação de imagem (threshold color) para avaliação da área foliar sadia em vermelho

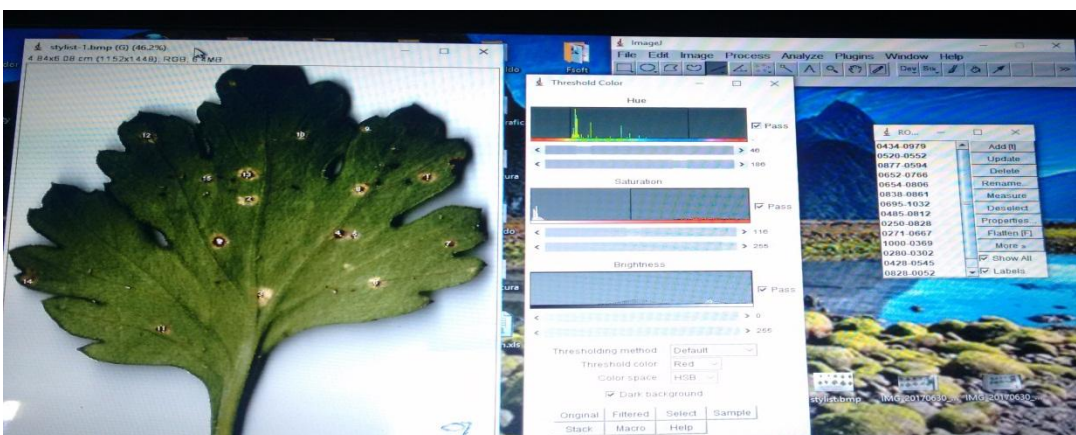


Figura 12. Procedimento de contagem de pústulas presente na lâmina foliar com intenção de avaliar a severidade da ferrugem branca.

	Label	Area	StdDev	Angle	Length
1	stylist-1.bmp	13.34	32.25	0.00	0.00
2	stylist-1.bmp	0.14	30.13	0.00	0.00
3	stylist-1.bmp	15.64	20.61	0.00	0.00
4	stylist-1.bmp	14.83	19.26	0.00	0.00
5	stylist-1.bmp:0443-0451	2.824E-4	67.37	7.13	0.06
6	stylist-1.bmp:0434-0979	4.413E-4	20.89	-99.46	0.10
7	stylist-1.bmp:0520-0552	4.237E-4	31.05	-55.62	0.10
8	stylist-1.bmp:0877-0594	5.649E-4	43.01	-100.95	0.13
9	stylist-1.bmp:0652-0766	4.237E-4	22.55	-55.62	0.10
10	stylist-1.bmp:0654-0806	4.766E-4	41.04	-90.00	0.11
11	stylist-1.bmp:0838-0861	6.708E-4	50.78	-110.38	0.16
12	stylist-1.bmp:0695-1032	4.237E-4	26.33	-108.43	0.09
13	stylist-1.bmp:0485-0812	4.060E-4	28.99	-90.00	0.09
14	stylist-1.bmp:0250-0828	2.118E-4	20.96	169.70	0.05
15	stylist-1.bmp:0271-0667	4.060E-4	22.16	90.00	0.09
16	stylist-1.bmp:1000-0369	4.943E-4	15.32	105.07	0.11
17	stylist-1.bmp:0280-0302	2.118E-4	9.47	-169.70	0.05
18	stylist-1.bmp:0428-0545	5.119E-4	55.46	94.09	0.12
19	stylist-1.bmp:0828-0052	2.824E-4	14.47	-172.41	0.06
20	stylist-1.bmp:0443-0451	2.824E-4	67.37	7.13	0.06
21	Mean	2.20	31.97	-28.97	0.07
22	SD	5.36	16.97	93.20	0.05
23	Min	2.118E-4	9.47	-172.41	0.00
24	Max	15.64	67.37	169.70	0.16

Figura 13. Demonstração de resultado calculado pelo programa em folha contendo 20 pústulas.

### 3.7 Estatística

Os dados obtidos dos resultados das avaliações da severidade visual, severidade computacional, área foliar sadia e área foliar lesionada foram submetidos à análise de variância e de regressão lineares sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, permitindo inferir nível de suscetibilidade das variedades frente ao patógeno, cultivadas durante a estação do verão e colhidas no outono. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa Sisvar 5.6.

O experimento utilizou-se do delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos (variedades), 33 plantas por tratamento, totalizando uma população de 231 plantas, numeradas em vasos de plantas. Foram analisadas a cada semana as folhas de dez vasos das sete variedades de crisântemos, através de um sorteio tanto para a numeração dos vasos quanto para a subdivisão das plantas em terço (inferior, superior ou mediano), retirando-se a primeira folha de cada uma dessas plantas das regiões citadas acima para serem submetidas às análises.

Os dados foram compilados para o Microsoft Excel 2007 de modo a permitir a geração de médias finais por tratamento e com os resultados foi possível classificar as variedades em nível de resistência.

## 4 - Resultados e discussão

### 4.1 Escala diagramática para avaliação da ferrugem branca do crisântemo

A escala diagramática proposta por Barbosa et al (2006) com percentuais de 1%; 3%; 6%; 10%; 18% e 30% de severidade mostraram-se eficiente e com validade para a avaliação da severidade da ferrugem para todas as variedades.

#### Comportamento das variedades diante da doença

O comportamento entre as variedades plantadas no mesmo período de tempo apresentou diferença significativa pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Esse comportamento diferenciado entre as variedades sofreu influência do ambiente pelos fatores temperatura e umidade.

Aos 30 dias após o plantio os sintomas e os sinais da ferrugem branca começaram a ser tornar visíveis, a partir desse momento, estabeleceu-se como ponto de partida para a realização do primeiro dia de avaliação, servindo, portanto de data base de leitura para as demais avaliações.

Considerado esse período, também foram solicitados ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os dados climatológicos do mês de junho para o ano de 2017 da cidade de Itaguaí /RJ, estação meteorológica mais próxima do local do experimento, com informações que serviram de suporte para as discussões dos resultados.

As condições ambientais no período do experimento foram: temperatura mínima de 16,5°C, médias de 20,74°C e máximas de 26,16°C. A umidade relativa do ar teve valores mínimos de 57,95%, Média superior a 76% e máximas de 89,41 % possibilitando boas condições para infestação do fungo.

Segundo Freire et al. (2002), para desenvolver sua patogênese, *P. horiana* prefere condições amenas de temperatura (6 a 26°C), com o ponto ótimo entre 17 e 24°C e elevada umidade. Sérias epifitias têm sido constatadas em ambiente de elevada umidade, no interior de estufas.

Além disso, a irrigação por aspersão foi utilizada na área experimental diariamente facilitando e favorecendo o molhamento foliar para termos a germinação e penetração dos basidiósporos; além disso, essa prática de irrigação eleva a umidade relativa do ar local, este parâmetro meteorológico ajuda a promover a disseminação do fungo acentuando e intensificando o processo de infecção.

## 4.2 Severidade das variedades diante da doença

Durante a condução do experimento iniciado em 01 de maio de 2017 foi constatado que todas as variedades apresentaram danos na superfície abaxial e adaxial das folhas. O fungo *Puccinia horiana* é capaz de penetrar diretamente no tecido foliar e/ou aproveitar qualquer abertura natural existente na folha como os estômatos para dar início à infecção.

Os sintomas da ferrugem branca se apresentam na forma de pequenas manchas branco-amareladas na face superior das folhas, assumindo posteriormente uma coloração marrom-escura na parte central das lesões. À medida que a infecção progride, surgem na face inferior das folhas, nas áreas correspondentes às manchas amareladas, pústulas salientes, esbranquiçadas a rosadas, cerosas, circulares e proeminentes, principalmente de Basidiósporos e Teliósporos.

Essa infecção atingiu níveis que prejudicariam o comércio das plantas, uma vez que as mesmas perderam o padrão comercial por apresentar danos nas folhas que afetaram a qualidade das inflorescências.

Analisando os resultados obtidos, todas as variedades demonstraram variáveis níveis de suscetibilidade à ferrugem branca. A alta sensibilidade à ferrugem branca se manifestou com intensidade provocando uma enorme quantidade de danos na variedade Lynx, enquanto que a variedade Rihanna apresentou baixos níveis de dano por ter baixa sensibilidade a ferrugem sugerindo a possibilidade de essa variedade possuir algum mecanismo de resistência genética ao patógeno (Figuras 14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27).

Dentre as variedades, as que apresentaram menores índices de severidade foram: Rihanna, Stylist Pink, Neymar Jr, White Snowdon, Bola, Yellow Snowdon e Lynx nas condições climáticas de Seropédica.





Figura 14 – Sintomatologia da incidência da ferrugem branca em plantas da variedade Rihanna, em fase de floração com botão floral totalmente fechada -30DAP. Variedade cuja folhagem desenvolveu menor índice de severidade.



Figura 15 – Sintomatologia da incidência da ferrugem branca em plantas da variedade Rihanna, em fase de floração com flor totalmente aberta com folhagem apresentando sintomas de severidade provocada pela ferrugem branca - 59DAP. Variedade cuja folhagem desenvolveu menor índice de severidade.





Figura 16. – fotografia da variedade Stylist Pink com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com botão floral totalmente fechada -35 DAP.



Figura 17. – fotografia da variedade Stylist Pink com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com flor totalmente aberta - 59DAP.





Figura 18. Fotografia da variedade Neymar Jr. com folhagem apresentando baixo índice de severidade com botão floral totalmente fechada -35DAP



Figura 19. Fotografia da variedade Neymar Jr. com folhagem apresentando baixo índice de severidade com flor totalmente aberta - 59DAP.





Figura 20. – fotografia da variedade Yellow Snowdon com folhagem apresentando sintomas da ferrugem branca com botão floral totalmente fechada -30DAP.



Figura 21. – fotografia da variedade Yellow Snowdon com folhagem apresentando sintomas da ferrugem branca com botão floral totalmente aberta -59 DAP.





Figura 22 – fotografia da variedade White Snowdon com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com botão floral totalmente fechada -30DAP.



Figura 23 – fotografia da variedade White Snowdon com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com flor totalmente aberta -59DAP.





Figura 24 – fotografia da variedade Lynx com folhagem apresentando alto índice de severidade com botão floral totalmente fechada -30DAP.



Figura 25 – fotografia da variedade Lynx com folhagem apresentando alto índice de severidade com flor totalmente aberta com 59DAP.





Figura 26 – fotografia da variedade Bola com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com 30 DAP.



Figura 27 – fotografia da variedade Bola com folhagem apresentando pústulas de ferrugem branca com flor totalmente aberta com 59 DAP.

Observando a Tabela 4, as variedades Rihanna, Stylist Pink e Neymar Jr. apresentaram os menores valores individuais de severidade durante o período das seis avaliações. Com valores de médias totais durante as avaliações de 1,51, 1,91 e 2,18 respectivamente. Que se compararmos com a escala diagramática, esses valores correspondem ao nível de dano inferior a folha de escala que sinaliza 3% de dano em sua superfície.

**Tabela 4. Severidade da ferrugem branca causada por *P. horiana* utilizando-se escala diagramática em seis avaliações em crisântemos cultivados em casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ, 2017.**

Genótipo	Avaliação I	Avaliação II	Avaliação III	Avaliação IV	Avaliação V	Avaliação VI	Média
Rihanna	1	1	2,1	1	2,1	1,8	1,51
Stylist Pink	1,8	2,1	0,9	1,8	3	1,9	1,91
Neymar Jr.	1	2,9	2,9	2,2	2,5	1,6	2,18
Yellow Snowdon	1,2	9,7	5,8	8,9	14	11,7	8,55
White Snowdon	5,3	13,8	2,7	5,2	10,5	13	8,42
Bola	1,6	3,4	2,5	3,4	9	8,4	4,71
Lynx	2	17,6	8,2	12,8	14	14	11,43

A variedade Bola apresentou nível de severidade intermediária com média total das seis avaliações de 4,71 que corresponde a um valor de escala intermediário entre nota 3 e nota 6 na escala utilizada na experimentação agrônômica.

As variedades Lynx, Yellow Snowdon e White Snowdon apresentaram os maiores valores de escala, conseqüentemente por apresentarem níveis de dano nas superfícies foliares mais severos. Atingindo médias totais de 11,43, 8,55 e 8,42 de severidade durante o período das seis avaliações, que de acordo com a escala, Lynx estariam com nota de escala acima da quarta folha de nota enquanto que Y. Snowdon e W. Snowdon estariam com nota de transição entre a terceira folha e a quarta folha da escala diagramática. A seguir, o gráfico 3 demonstra flutuações no índice de severidade nas variedades durante o experimento no qual podemos observar a relação patógeno – hospedeiro nas variedades de crisântemo.

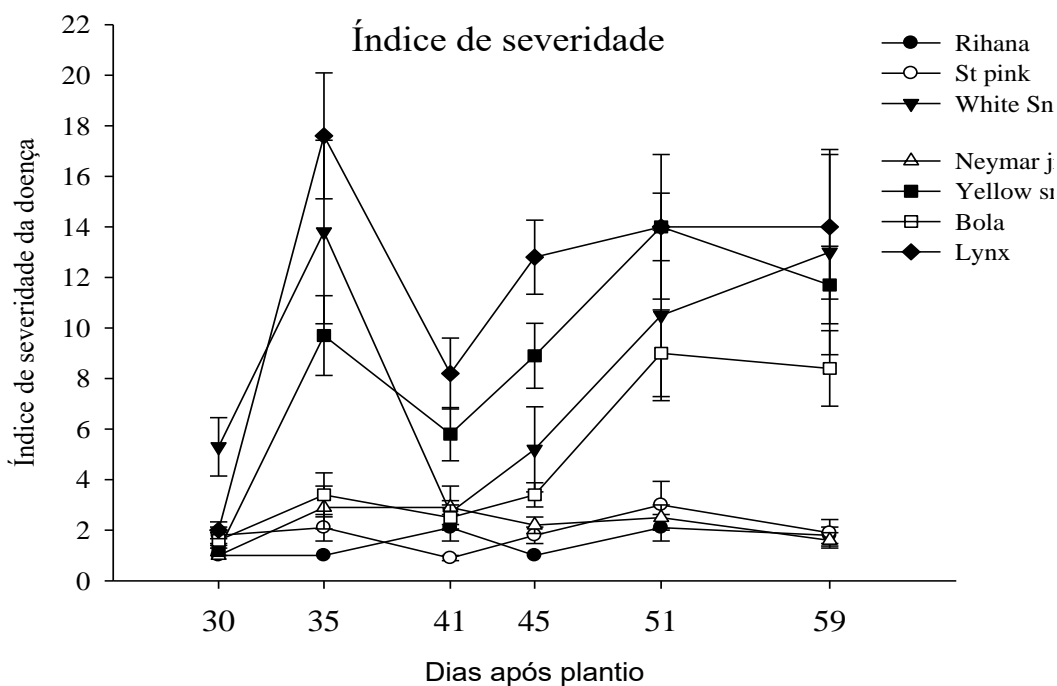


Gráfico 3 – Curvas do progresso da severidade da ferrugem branca, avaliados aos 30,35, 41, 45,51 e 59 dias após o plantio em 7 variedades de crisântemos.

De acordo com o gráfico, o fungo *P. horiana* encontrou ótimas condições para infestar e colonizar com mais facilidade a variedade Lynx que chegou a apresentar índice de severidade máxima de 17,6 % na tabela 4 com 35 DAP e a variedade Rihanna com índice de severidade de 1% na tabela acima no mesmo período.

O índice de severidade apresentou uma queda de percentual aos 41 DAP onde se alcançou as médias de severidade mais baixas durante as observações, no qual as condições climáticas não criaram condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo.

A partir dos 45 DAP os percentuais de índices de severidade sofreram um pequeno aumento de intensidade, enquanto as demais variedades estavam apresentando valores intermediários de severidade entre os valores mínimos e máximos anteriormente citados. Padrão de comportamento entre as variedades que se repetiu durante o ciclo de avaliações da severidade do experimento que pode ser observado nos valores das leituras de severidade aos 59 DAP onde variedade Lynx destacada em vermelho apresenta o maior valor de severidade e a variedade Rihanna apresenta o valor mais baixo de severidade destacado em amarelo.

Embora tenham ocorrido coeficientes de variação altos no experimento, a análise da variância para severidade obteve resultado altamente significativo pelo teste Tukey para variedade e para folha avaliada. Contudo, interações significativas afirmam que o comportamento relativo das cultivares com relação à severidade, nas diferentes avaliações, não foi consistente.

Isso confirma o fato de que o grau de tolerância das variedades a essa doença não é o mesmo, existindo uma diferenciação da resposta no tempo.

### 4.3 Severidade avaliada por imagem computacional

Posteriormente à obtenção das imagens digitais, as mesmas foram submetidas ao processo de avaliação no ImageJ para a quantificação da severidade da ferrugem branca, fazendo a mensuração da área total, área sadia e área defeituosa, a porcentagem de área lesionada e fazendo a contagem de pústulas presentes nas folhas.

Observando as tabelas 5 e 6. Temos:

**Tabela 5 Valores de média da Área foliar total das variedades Rihanna, Stylist Pink, Bola, Neymar jr., Yellow Snowdon, White Snowdon, Lynx (cm<sup>2</sup>)- software Image J**

	Rihanna	Erro padrão	stylist pink	Erro padrão	Bola	Erro padrão	Neymar jr.	Erro padrão	Yellow snowdon	Erro padrão	White snowdon	Erro padrão	Lynx	Erro padrão
<b>01/jun</b>	8,946	0,845	10,758	0,768	7,785	0,614	8,28	0,903	9,963	1,249	6,64	0,714	10,571	0,603
<b>06/jun</b>	6,655	0,592	7,98	0,730	4,184	0,995	5,20	0,429	6,204	0,308	4,175	0,561	6,193	0,693
<b>12/jun</b>	6,746	0,614	2,138	0,308	2,444	0,207	5,61	0,429	2,522	0,285	2,036	0,113	2,425	0,424
<b>16/jun</b>	7,501	0,864	9,109	0,828	3,925	0,529	5,9	0,599	5,141	0,425	3,521	0,416	3,39	0,489
<b>22/jun</b>	8,758	0,768	8,678	0,887	2,906	0,316	3,82	0,270	5,365	0,507	3,528	0,631	4,042	0,893
<b>30/jun</b>	10,498	0,787	10,053	1,468	6,199	1,608	4,98	0,626	5,672	0,337	4,165	0,537	4,131	0,758
$\bar{x}$ total	8,184		8,119		4,573		5,636		5,811		4,010		5,125	

A razão pela qual se percebe a diminuição da área foliar no experimento se deve ao fato de que a avaliação da área total foi feita através da colheita de folhas do terço inferior, médio e superior de cada planta escolhidas de forma aleatória por sorteio em dias diferentes onde cada folha dessas regiões possuíam tamanhos de área diferentes em relação às folhas das outras regiões da planta.

**Tabela 6- Médias da Porcentagem de área lesionada nas folhas das variedades Rihanna, Stylist Pink, Bola, Neymar jr., Yellow Snowdon, White Snowdon, Lynx. – software Image J**

	Erro Rihanna	Stylist padrão	pink padrão	Erro Bola	padrão	Erro Neymar jr.	padrão	Erro Yellow snowdon	padrão	Erro White snowdon	padrão	Erro Lynx	padrão	
<b>01/jun</b>	1,72	0,77	0,95	0,28	17,72	4,57	2,87	0,66	2,42	0,59	3,97	1,51	5,6	3,6
<b>06/jun</b>	3,00	1,58	5,49	1,18	26,66	5,98	7,21	2,28	26,63	3,17	24,21	4,58	28,63	4,74
<b>12/jun</b>	7,16	1,83	3,22	0,66	21,08	5,08	6,72	2,09	25,74	5,59	22,69	4,27	29,94	6,57
<b>16/jun</b>	2,01	0,88	1,19	0,33	16,37	1,99	4,75	0,9	31,18	3,61	26,82	3,86	29,3	3,71
<b>22/jun</b>	1,14	0,38	3,85	0,75	16,59	3,89	19,75	3,32	23,14	3,04	22,14	4,21	30,1	4,66
<b>30/jun</b>	1,99	1,19	9,59	3,02	15,64	2,66	6,61	1,97	17,61	2,96	26,86	3,12	29,78	1,2
<b><math>\bar{x}</math> total</b>	2,84		4,05		19,01		7,99		21,12		21,11		25,56	

A utilização deste método de quantificação de doenças não está sujeito a erros que seriam cometidos pela visão humana, logo, nos oferece precisão elevada. Porém esse sistema ainda depende da interferência humana, para determinar, por exemplo, a cor correspondente a lesão, além de confundir lesões que não são causadas por doenças e subestimar a severidade devido a não interpretação correta dos matizes que representam o tecido doente (AMORIM et al., 2011).

A severidade de doenças pode variar de 0 a 100%, porém a total amplitude é difícil de ser diferenciada com precisão, principalmente quando os níveis são moderados ou estiverem entre 20 a 80%.

A lei de Weber-Fechner de discriminação visual determina que a capacidade do homem em ver diferenças diminui em função do logaritmo da intensidade do estímulo, ou seja, quando o estímulo for uma lesão em uma folha em meio a um tecido sadio é mais fácil distinguir entre 1 e 5% de severidade da doença do que distinguir entre 20 e 40% de severidade.

Já quando uma folha estiver quase completamente doente é mais fácil distinguir entre 95 e 99% e mais difícil entre 65 e 85% (TRIGIANO et al., 2010). Essa dificuldade de distinção de danos em níveis moderados são geralmente fontes geradoras de erros de leitura e avaliação de danos em tecidos foliares podendo levar a subestimação ou superestimação de danos aos tecidos vegetais.

Avaliações procedidas através do programa ImageJ resultou na coleta de medições da área total da folha, área sadia e área infectada pelo patógeno (Tabela 5 e 6). Essas informações serviram como base para que o diagnóstico da severidade pudesse ser feito através do software ImageJ.

Nós percebemos com a observação dos dados que seria possível inferir que a variedade Lynx, com 29,56%, apresentou os maiores valores de média de porcentagem de área foliar lesionadas ilustrando a capacidade de causar danos que a *P. horiana* possui sobre essa cultivar de crisântemo.

Em seguida, as variedades Yellow Snowdon com 24,87%, White snowdon com 24,55% e Bola com 17,48% apresentaram médias de severidade bastante altas, tanto quanto a Lynx. Por outro lado, a variedade Rihana com 1,98% apresentou a menor área lesionada pela ação fúngica, seguido por Stylist Pink com 2,95%. Desse ponto em diante, foi possível observar que a variedade Neymar Jr com 5,64% apresentou uma quantidade de área lesionada em nível intermediário de danos.

Esses resultados são semelhantes em termos de classificação a aqueles obtidos com somente o uso da escala diagramática, embora possuam valores, resultados, diferentes uns dos outros. Dessa forma, constatou-se que a classificação obtida em relação à severidade através da escala diagramática equivale-se a classificação realizada com o uso do software ImageJ.

A seguir, temos um gráfico que demonstra o avanço da doença nas folhas.

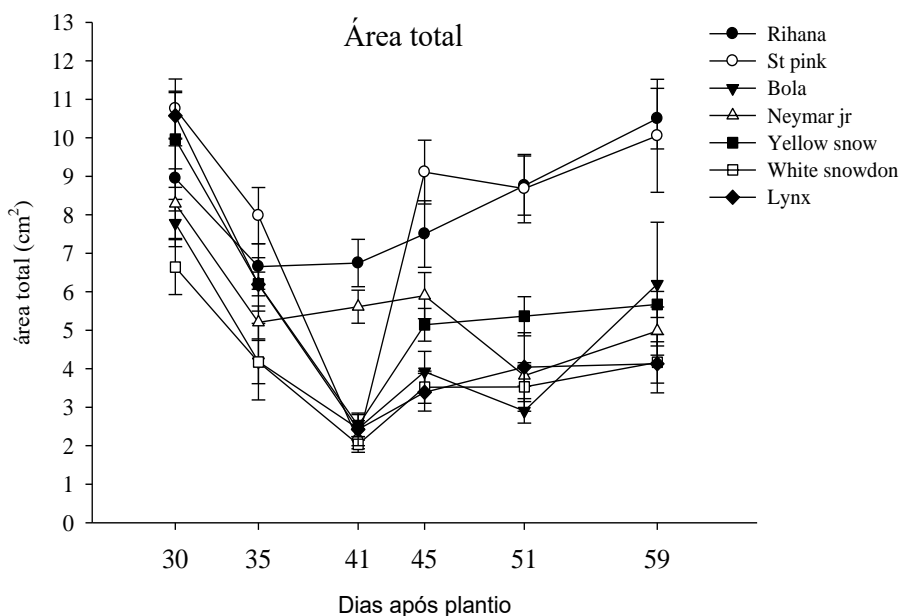


Gráfico 4 – Avanço da ferrugem branca nas folhas provocando a redução da área foliar total



No começo do experimento, até a chegada dos 41 DAP o fungo encontra boas condições para se desenvolver e dar início ao ciclo da doença fazendo com que a área da lâmina foliar total diminua em todas as variedades com o desenvolvimento e expansão do processo de colonização do fungo que é bastante intensificado quando o fungo encontra ótimas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar para seu desenvolvimento.

Segundo Freire et al. (2002), para desenvolver sua patogênese, *P. horiana* prefere condições amenas de temperatura (6 a 26°C), com o ponto ótimo entre 17 e 24°C e elevada umidade. Sérias epifitias têm sido constatadas em ambiente de elevada umidade, no interior de estufas.

Após os 41DAP, o fungo encontra diversos tipos de dificuldades que interferiram no aumento da área lesionada. Alguns fatores podem ser citados como o aumento da temperatura para uma faixa em que o fungo não consegue ter um bom desempenho metabólico, baixa umidade, seja ela proveniente da irrigação ou a baixa umidade relativa do ar, foram fatores que interferiram na capacidade de fixação e penetração do fungo ou em outros casos, a própria sobrevivência do fungo. Baixa umidade foi capaz de provocar a dessecação do fungo.

A falta de boas condições ambientais para desenvolvimento do fungo aliado a mecanismos de defesa da planta interferiram na relação patógeno – hospedeiro ao ponto de dificultar a diminuição da área total fotossintetizante da planta provocada pela *P. horiana*. Vejamos o gráfico abaixo.

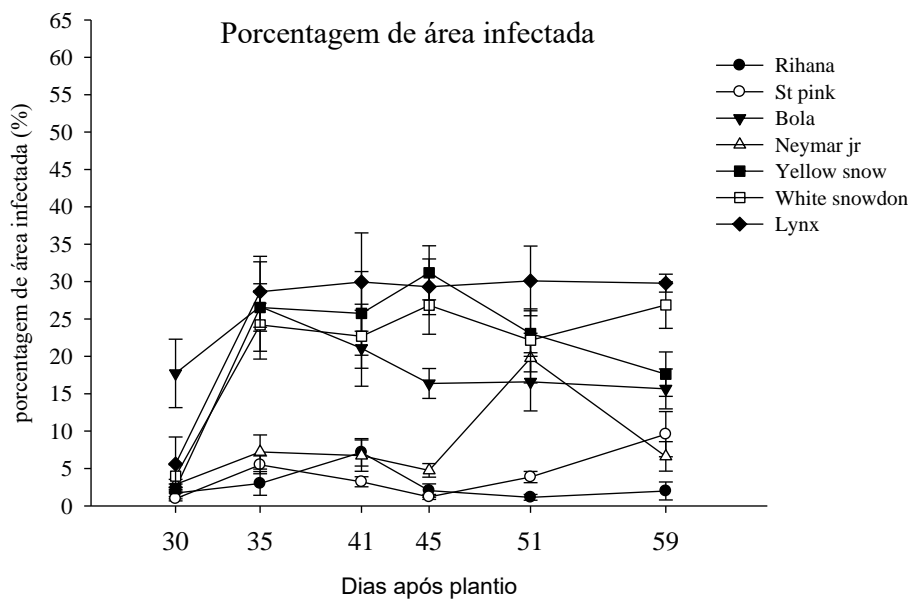


Gráfico 5 – Porcentagem de área infectada pela ferrugem branca nas folhas provocando aumento da área foliar total infectada

A área infectada pelo fungo é uma área fotossinteticamente inativa, que a medida que a infecção se expande, temos menor área total ativa e maior área inativa para realização de fotossíntese.

Análise detida das tabelas e gráficos acima apresentados indicam que a avaliação obtida através do software sugerem que a severidade da ferrugem branca ocorreu de forma mais intensa nas variedades Lynx, Yellow Snowdon, White Snowdon que tiveram as maiores médias percentuais seguidos pelas variedades Bola, Neymar Jr., Stylist Pink e Rihanna.

Essas médias de valores obtidas no software são diferentes das encontradas pela avaliação feita utilizando a escala diagramática. Contudo, através do software, a severidade apareceu ser mais intensa nas variedades Lynx, Yellow Snowdon, White Snowdon, Bola, Neymar Jr., Stylist Pink e Rihanna pelo fato de que o programa de computador possuir mais precisão para executar as avaliações. Na tabela a seguir, observaremos alguns resultados.

**Tabela 7 – Severidade média da ferrugem branca em crisântemos utilizando duas metodologias.**

Cultivar	Severidade Média (%)			
	Image J		Escala Diagramática	
Lynx	29,56	Aa	13,32	Ab
Yellow Snowdon	24,87	ABa	10,02	Ab
White Snowdon	24,55	ABa	9,04	ABb
Bola	17,48	Ba	4,98	BCb
Neymar Jr.	5,64	Ca	2,12	CDb
Stylist Pink	2,95	CDa	1,92	CDa
Rihanna	1,98	Da	1,38	Da

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).

Analisando os resultados, foi identificada diferença nos resultados das avaliações para o parâmetro severidade, a diferença mencionada está na intensidade com que os dois sistemas de avaliação mensuraram a severidade.

O software foi muito mais sensível a pequenas variações de danos sejam eles físicos ou provocados por insetos, tonalidade de clorofila, quantidade, tamanho e forma de pústulas presentes na lâmina foliar do que a escala diagramática; instrumento de avaliação de doenças que depende muito da acuidade visual do avaliador.

Constatou-se que os números de pústulas presentes na face inferior das folhas se apresentaram com distribuição variada na lâmina foliar. As pústulas tinham em média 6 mm de diâmetro. Resultados bem semelhantes à descrição encontrada na literatura acadêmica de 5 mm de diâmetro feita por (Dikens, 1960; WHIPPS, 1993; CABI/EPPO, 2017).

Uma característica que pôde ser observada no experimento foi a densidade das lesões presentes nas folhas (gráficos 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 e 19) representada pela relação existente entre o número de lesões presentes nos tecidos vegetais e a área total ocupada nas folhas lesionadas.

O maior número de lesões observadas por folha e a maior densidade de pústulas encontradas nas folhas avaliadas foram atestadas na variedade Lynx (gráfico 18 e 19); obtendo médias de 27,51 lesões por folha em média e densidade de 9,37 lesões/cm<sup>2</sup>, Seguida pelas variedades Yellow snowdon com médias de 21,65 lesões por folha em média e densidade de 4,41 lesões/cm<sup>2</sup> e Bola apresentando médias de 17,43 lesões por folha e densidade de 4,57 lesões/cm<sup>2</sup> durante o período de realização do experimento.

Observando esses dados acima, o nível de dano nos tecidos representando a severidade, nos permitiu classificar a variedade Lynx como a mais susceptível ao fungo da ferrugem branca e a variedade Rihanna ser classificada como a menos susceptível à ferrugem branca apresentando médias de 2,15 lesões por folha com densidade média 0,33 lesões/cm<sup>2</sup>.

Dentre as variedades, as que apresentaram maiores densidades de pústulas por área foliar útil foram: Lynx, White Snowdon, Bola, Yellow Snowdon, Neymar Jr, Stylist Pink e Rihanna nas condições climáticas de Seropédica.

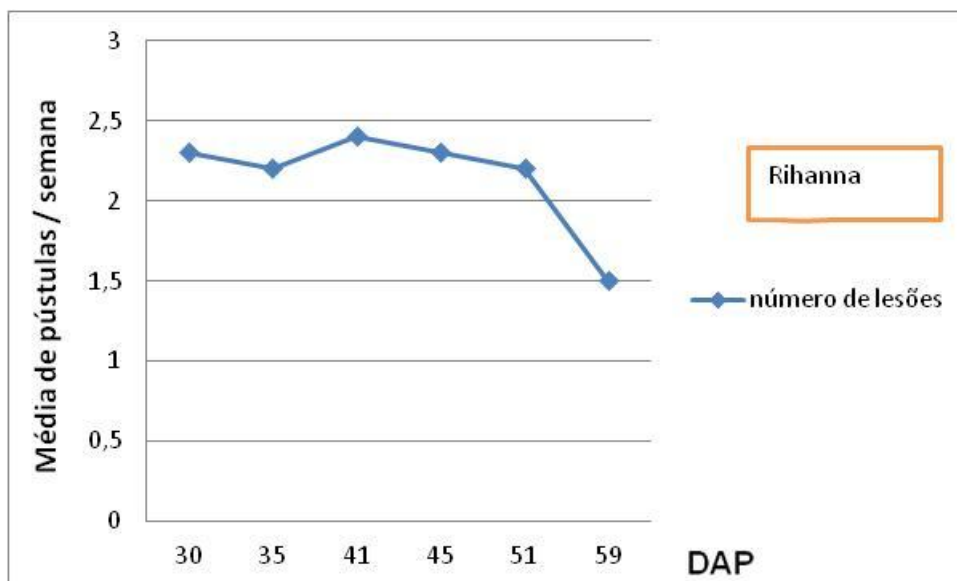


Gráfico 6.- Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

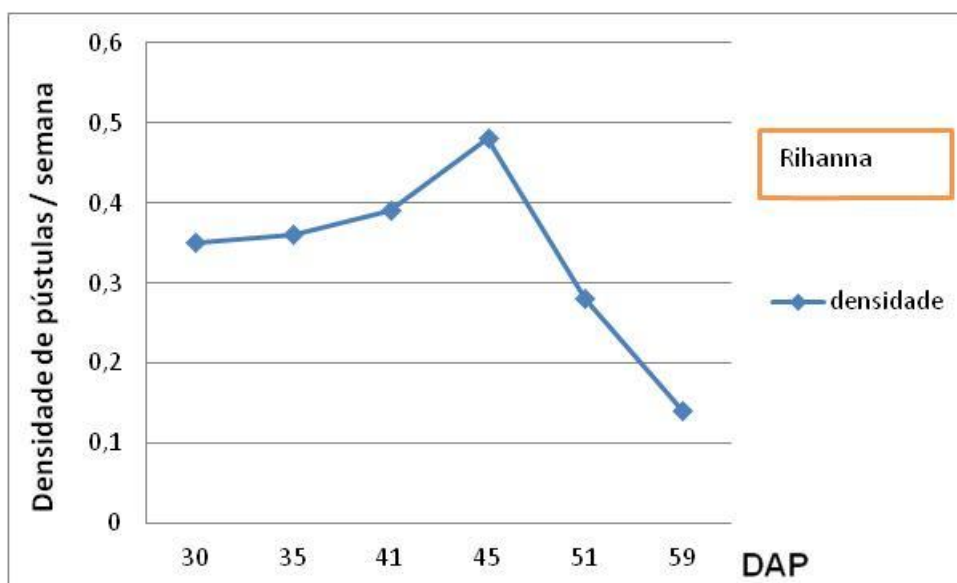


Gráfico 7.- Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

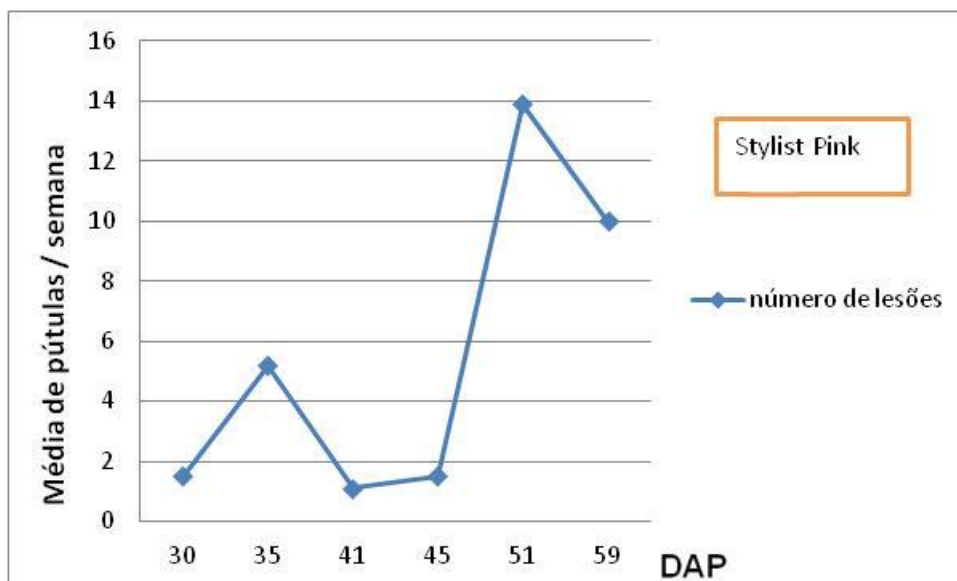


Gráfico 8.- Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

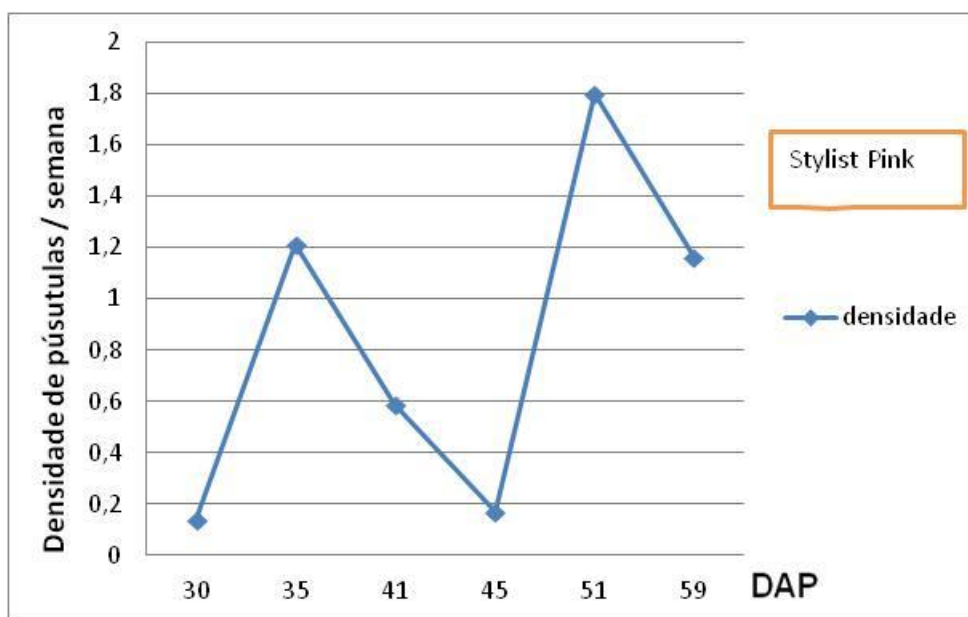


Gráfico 9.- Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

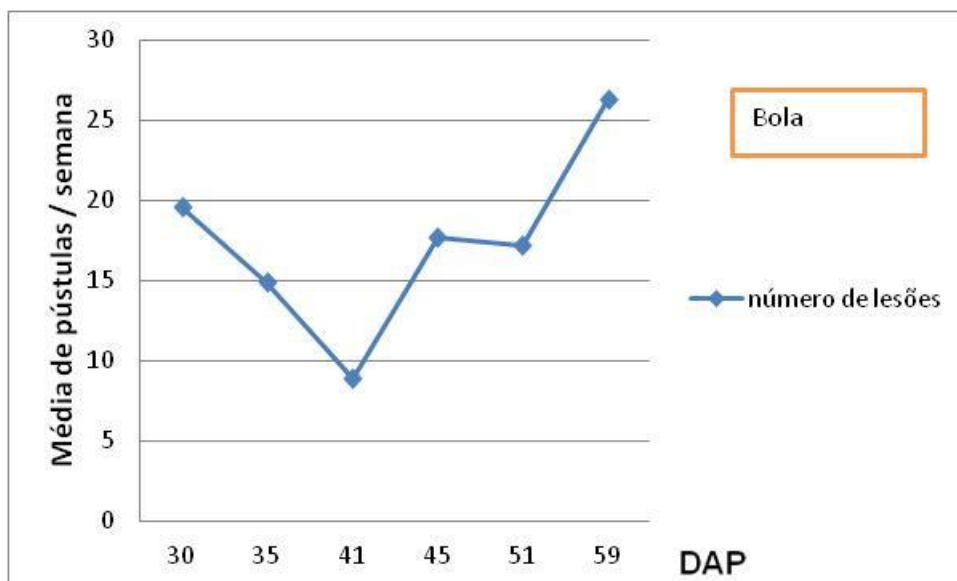


Gráfico 10. - Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

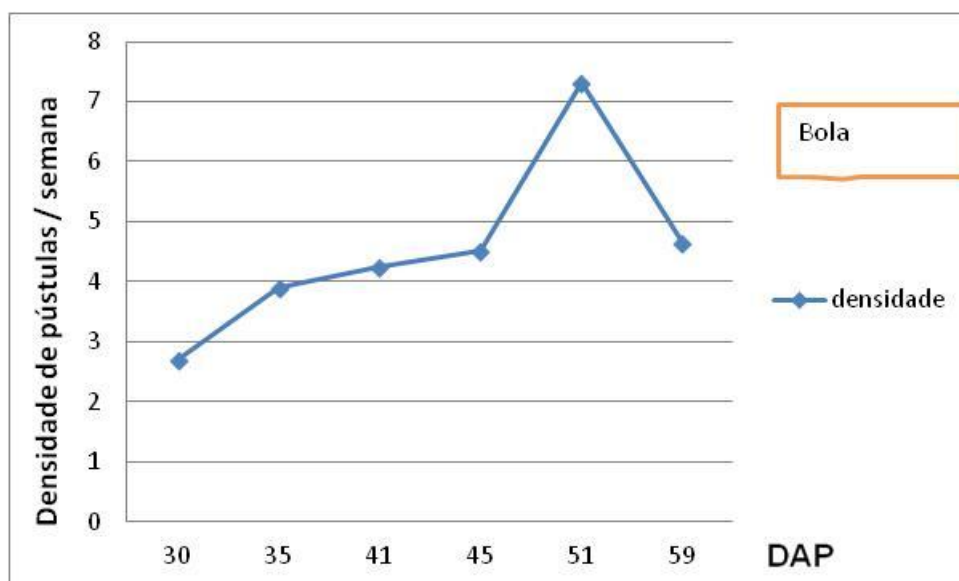


Gráfico 11. - Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

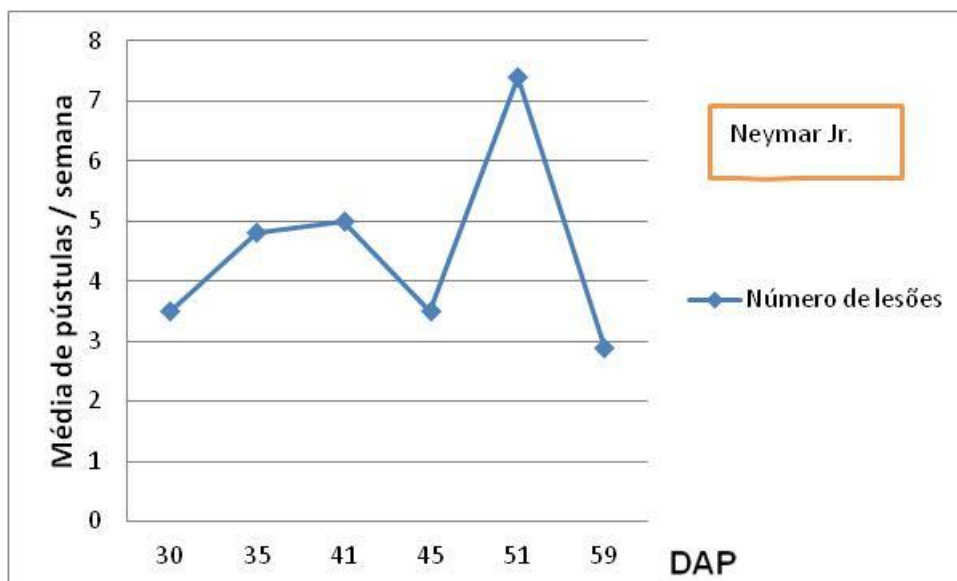


Gráfico 12. - Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

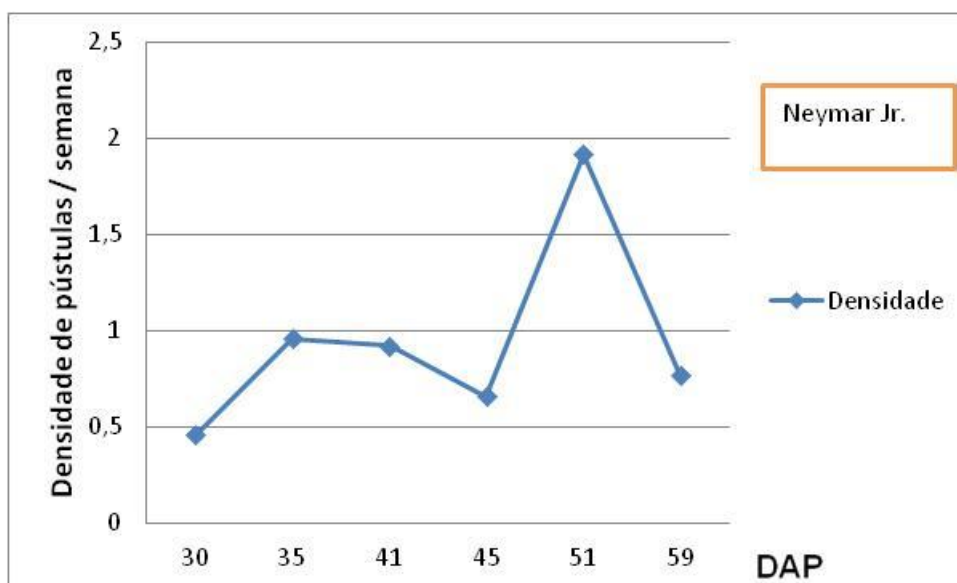


Gráfico 13. - Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

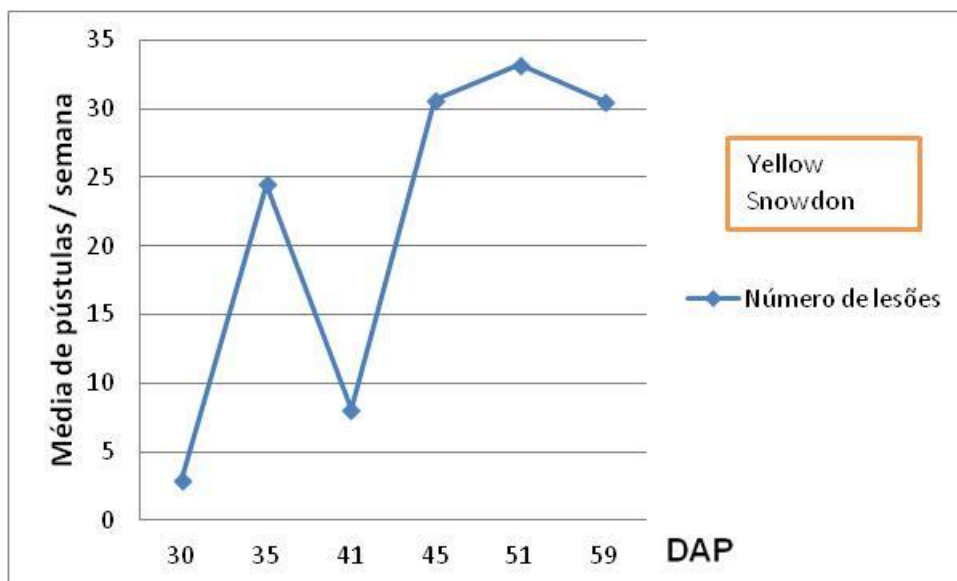


Gráfico 14. - Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

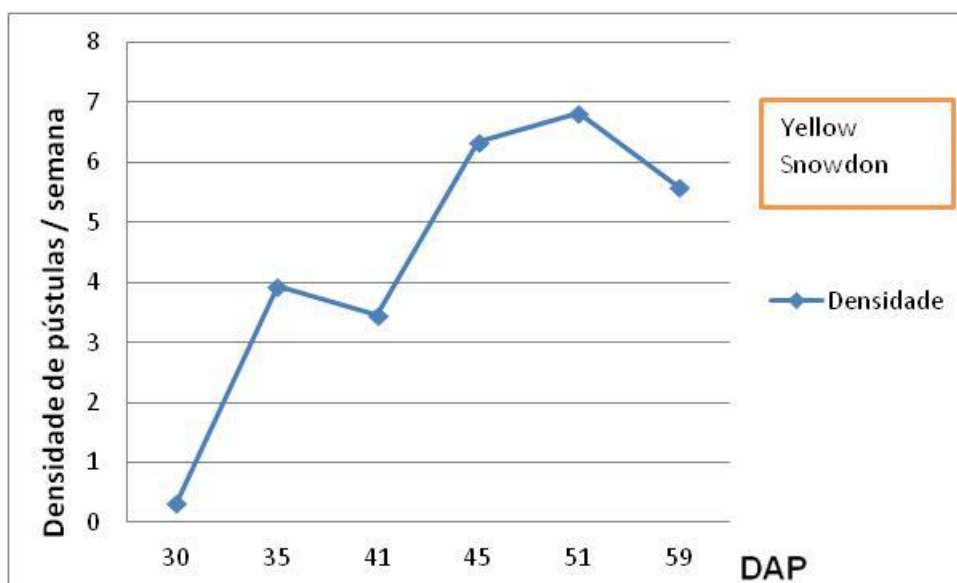


Gráfico 15. - Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.



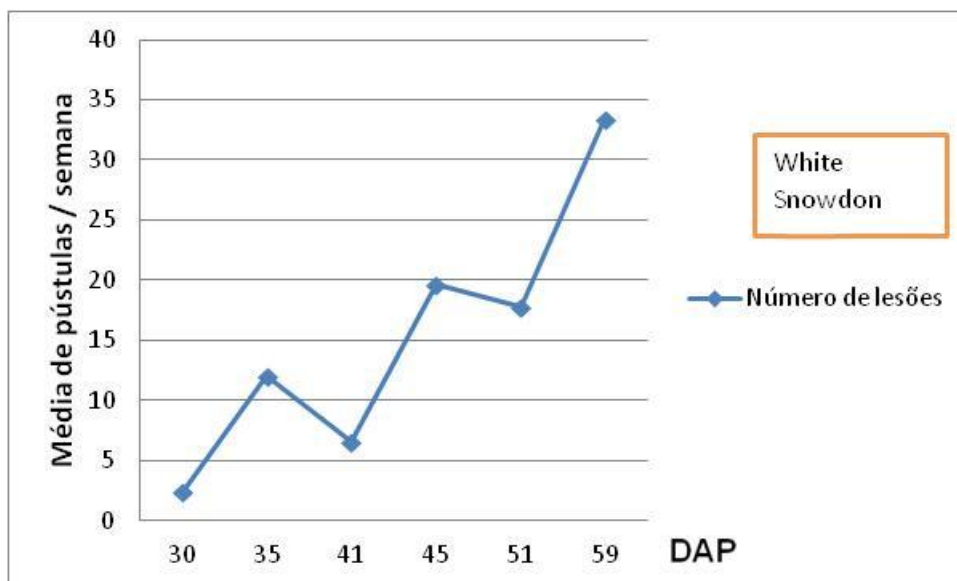


Gráfico 16. - Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

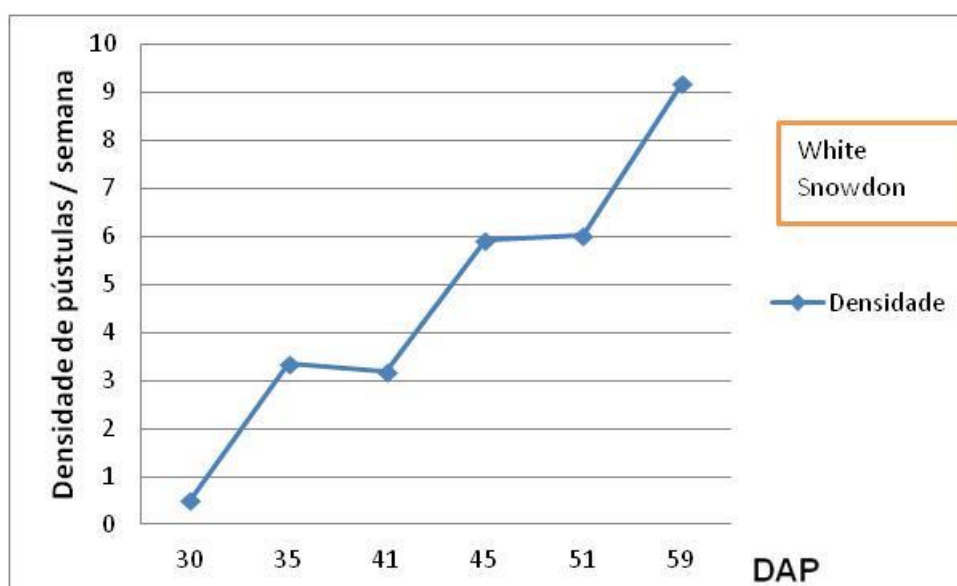


Gráfico 17. - Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

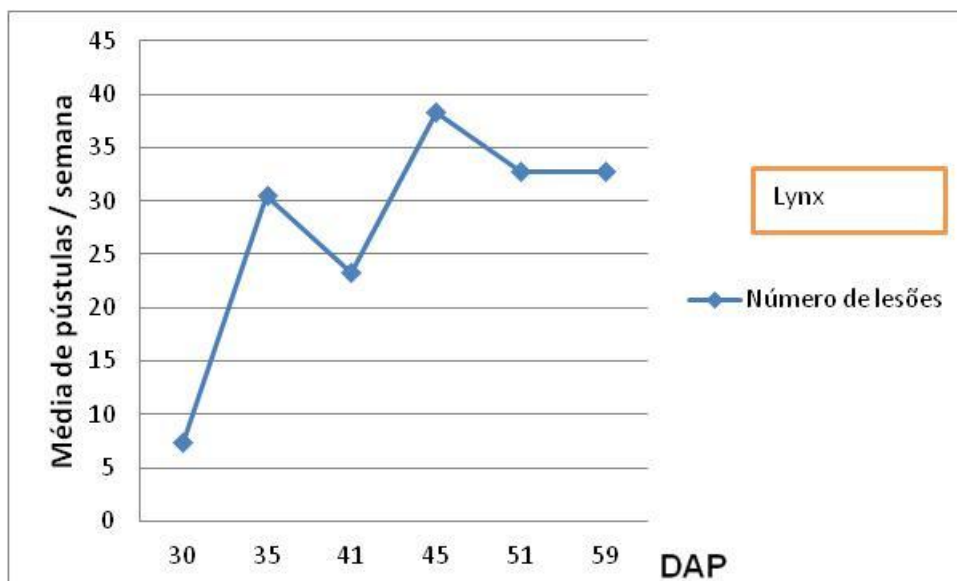


Gráfico 18. - Número de lesões presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

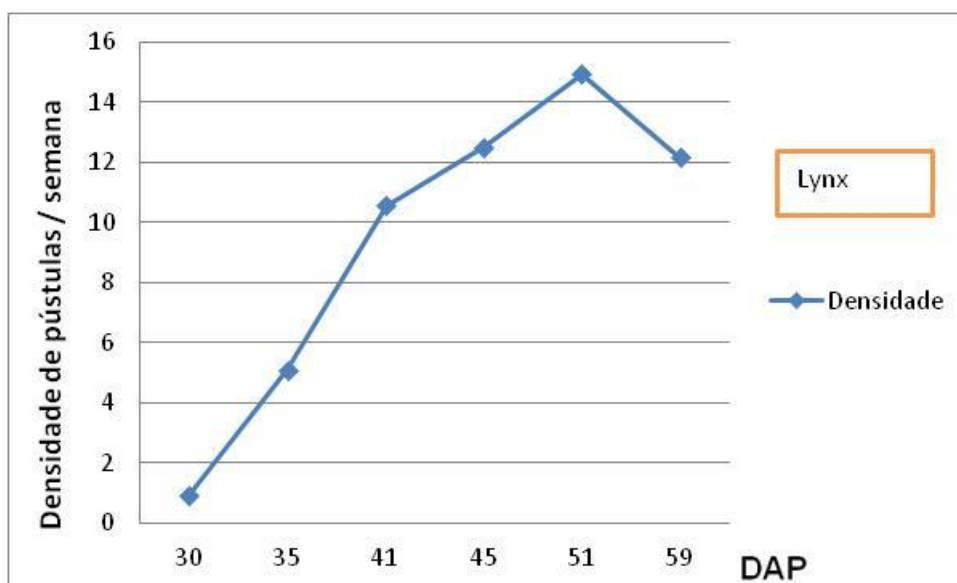


Gráfico 19. - Densidade (Número de lesões/área foliar) presentes em seis avaliações nas folhas de crisântemo cultivados em casa de vegetação, UFRRJ, 2017.

As primeiras leituras individuais das folhas na avaliação da severidade para quase todas as variedades, foi possível perceber que as avaliações de severidade utilizando-se a escala diagramática possuíam valores próximos as avaliações feitas pelo software ImageJ.

À medida que os dias foram passando, os valores de severidade entre os sistemas de avaliação com escala diagramática e avaliação via software começaram a apresentar resultados diferentes e distintos.

Acreditamos que os resultados das leituras do ImageJ tenham ficado diferentes da escala diagramática por causa da sensibilidade do programa em perceber danos que o olho humano não consegue perceber por conta de suas próprias limitações.

Além disso, outro fator que pode explicar esse comportamento está explicado na lei de Weber-Fechner de discriminação visual. De fato, na prática de avaliação de severidade, é muito mais fácil perceber a diferença entre uma folha doente com até 5% de dano do que reconhecer os danos provocados especificamente pelo patógeno entre folhas com danos na sua superfície com 20 a 40% de dano. Mesmo raciocínio pode ser aplicado a identificar danos em folhas com mais de 95% de dano na lâmina foliar, são mais fáceis de avaliar o dano do que avaliar danos em folhas com danos entre 55 a 80% de dano.

Outro ponto importante no processo de avaliação da severidade das folhas através do programa ImageJ, foi a obtenção de leitura de severidade acima de 30%. Valor acima do limite da escala diagramática utilizado.

Essa leitura foi obtida na variedade Lynx em uma planta que alcançou 39,02% de severidade em uma amostra de plantas avaliadas a partir 59 DAP's que apresentaram níveis de severidade média de 29,78% que não inviabilizou o uso da escala diagramática sugerida por Barbosa et al (2006) que mensura danos de severidade até 30% .

### **Validação do método de avaliação de severidade**

Após a extração das propriedades das imagens foi realizado as análises de correlação e regressão entre a área foliar lesionada medida pela escala diagramática e a porcentagem de área foliar lesionada medida pelo ImageJ.

Utilizou-se o modelo  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ , onde Y e X são os valores estimados pelos dois métodos (Escala diagramática e ImageJ) e  $\varepsilon$ , o erro associado ao modelo. Sendo X as mensurações realizadas com o método do software, (ImageJ), Y mensurações realizadas com o método da escala diagramática e o valor estimado de  $\beta_1$ , multiplicado por 100, é indicativo da concordância entre as mensurações. Isto permite que a acurácia seja representada por somente um parâmetro da equação da reta.

Tivemos uma correlação negativa forte entre a área defeituosa encontrada na folha e a porcentagem de área lesionada avaliada pelo software. Quando os dados são observados através da escala diagramática, tivemos uma correlação negativa moderada entre a área defeituosa encontrada na folha e a área defeituosa avaliada pela escala diagramática nas

cultivares testada. É fato real, que existe uma diferença na capacidade de avaliação dos dois sistemas. Essa diferença é representada pelo fator acurácia que se refere à proximidade de uma estimativa a um valor real de uma quantidade de doença avaliada, representada nesse estudo pela severidade. As estimativas de severidade da escala diagramática não apresentaram boa concordância com as leituras de severidade com o ImageJ.

A avaliação feita pelo software apresentou melhores resultados do que os obtidos pela escala diagramática, pois a avaliação feita pela escala diagramática apresentou uma menor acurácia do que a avaliação feita com o uso de software. A avaliação feita com o auxílio da escala é dependente da interpretação e capacidade visual da pessoa que irá avaliar a doença. Está sujeita a subjetividade e pode induzir a grave erros de acurácia, precisão e reprodutibilidade (BARBOSA et al, 2006).

A precisão refere-se à repetibilidade associada com uma estimativa de severidade e a reprodutibilidade está relacionada com a ausência de variação estatística significativa nas estimativas quando uma amostra de tecido foliar doente é avaliada por outro avaliador. Sua precisão quando avaliada por escala diagramática entre diferentes avaliadores possui uma maior tendência a ter maiores valores de variação na medição de uma severidade justificada pela lei de Weber-Fechner.

Por outro lado a avaliação via software está sujeita a menos valores de variação na medição de uma severidade. É dependente de ter uma imagem com boa resolução gráfica (600dpi). Quanto maior a resolução, maior será a definição e os detalhes presentes na imagem.

Uma imagem com resolução alta não ficará borrada e terá mais detalhes visuais aparentes. Melhor será o procedimento de avaliação de severidade na imagem, que estará sujeita a menos erros de acurácia, precisão e reprodutibilidade, pois a imagem a ser trabalhada será mais nítida, dessa forma contribuindo ainda mais para a eliminação ou diminuição de erros no momento da determinação da severidade.

**Tabela 8. Matriz de correlação Pearson comparando área foliar lesionada e severidade em folhas de crisântemo**

Matriz de correlação (Pearson):

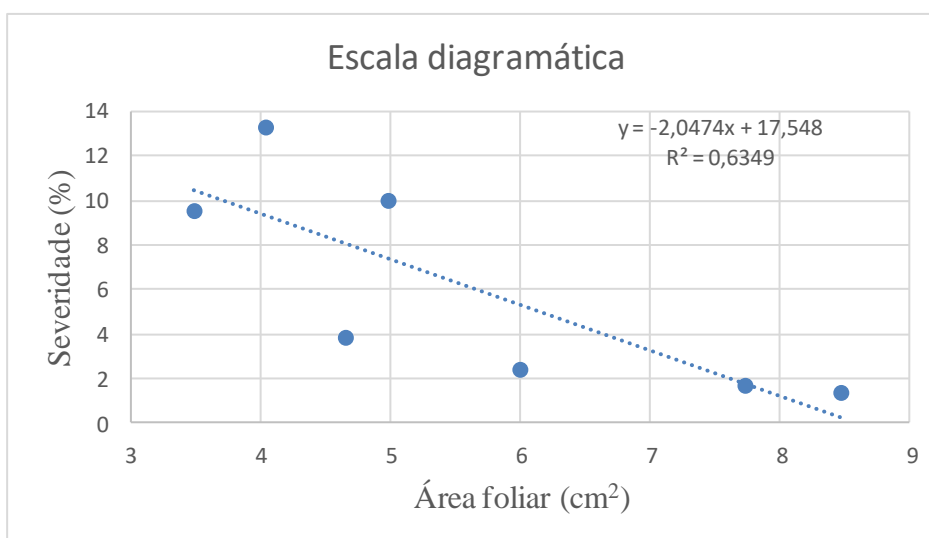
Variáveis	Escala		
	Área	Image J	Diagramática
Área	<b>1</b>	<b>-0,905</b>	<b>-0,797</b>
Image J	<b>-0,905</b>	<b>1</b>	<b>0,953</b>
Escala Diagramática	<b>-0,797</b>	<b>0,953</b>	<b>1</b>

*Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância  $\alpha=0,05$*

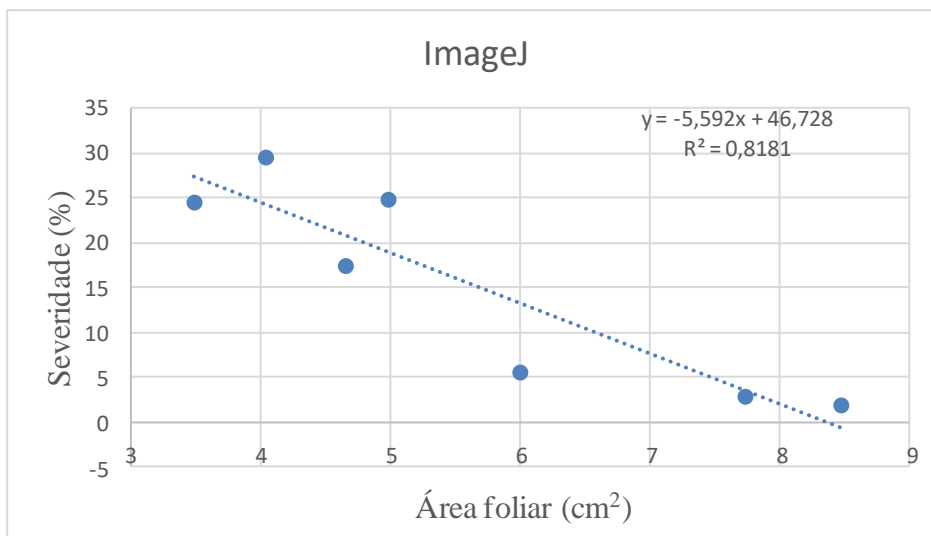
p-valores:

Variáveis	Escala		
	Área	Image J	Diagramática
Área	<b>0</b>	<b>0,005</b>	<b>0,032</b>
Image J	<b>0,005</b>	<b>0</b>	<b>0,001</b>
Escala Diagramática	<b>0,032</b>	<b>0,001</b>	<b>0</b>

*Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância  $\alpha=0,05$*



**A**



**B**

Gráfico20. Comparação entre as estimativas de área foliar lesionada X Severidade com o uso de dois procedimentos. A- Escala diagramática

B- Software ImageJ.

Observando os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) presentes nos gráficos 20 A e 20 B, foi possível escolher o modelo de curva que possui melhor potencial para a predição da porcentagem de área lesionada e a severidade presente nos gráficos acima. O gráfico 20 B apresentou melhor correlação entre a severidade e a área foliar com  $R^2 = 0,81$  representado pelas avaliações feitas com o software ImageJ contra o  $R^2 = 0,63$  demonstrado nas avaliações realizadas pela escala diagramática. Dessa forma, as avaliações procedidas pelo software estão indicando uma maior confiabilidade dos resultados do que os resultados obtidos com o uso da escala diagramática.

É possível observar também no gráfico 20 A, que a medida que a área foliar lesionada é menor no início do gráfico, a severidade avaliada pela escala diagramática é maior e mais intensa até atingir um valor máximo que diminui com o crescimento da área foliar. De maneira semelhante ocorre o mesmo fenômeno com a severidade quando as folhas das plantas são mensuradas pelo software ImageJ. Folhas mais jovens apresentam pouco desenvolvimento de seus conteúdos celulares e pouco desenvolvimento anatômico, características essas que fazem com que as folhas possam apresentar pouca resistência ao patógeno facilitando o início de infecção do agente patogênico da doença.



Quanto maior foi a área foliar no presente estudo, percebeu-se que menor era o valor obtido na severidade. Isto se deve a um estado de desenvolvimento foliar mais completo. Folhas maduras possuem melhor desenvolvimento de sua anatomia foliar e podem apresentar espessura foliar mais grossa ou estruturas como tricomas e cutículas que são capazes de atrapalhar a fixação e o desenvolvimento de fungos.

**Tabela 9. Estatística de regressão**

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,95335
R-Quadrado	0,9089
R-quadrado ajustado	0,89065
Erro padrão	1,59528
Observações	7

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	126,91249	126,912	49,8688	0,000880391
Resíduo	5	12,72465	2,54493		
Total	6	139,63714			

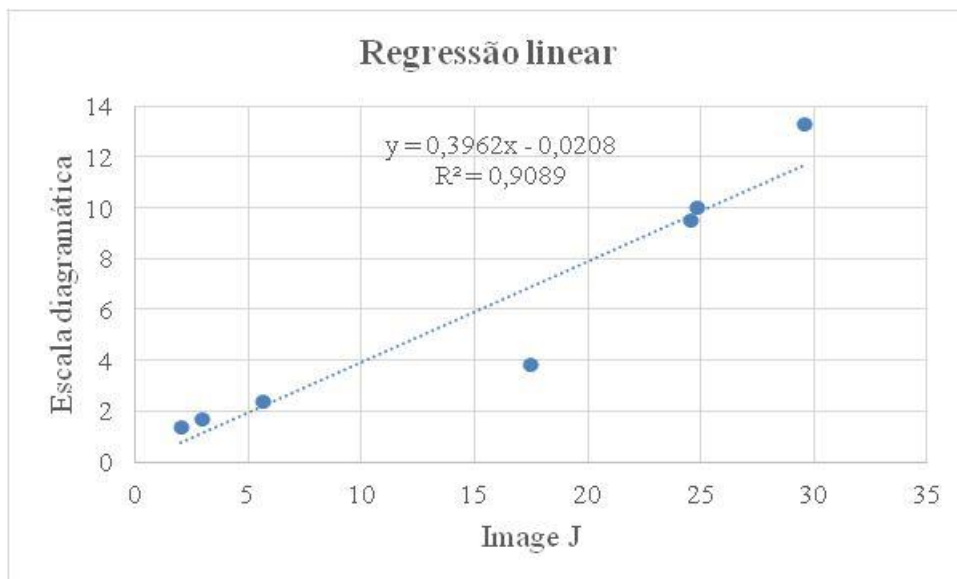


Gráfico 21. Comparação entre as estimativas de severidade com o uso de escala diagramática e do software ImageJ

O valor de  $\beta_1 = 0,3962$ . Temos então que:

A regressão é significativa. Há um indicativo de concordância nas mensurações entre os dois métodos de avaliação (Escala diagramática e Image J) de 39,62 %.

As estimativas de severidade da escala diagramática não apresentaram boa concordância com as leituras de severidade com o ImageJ. Valores de médias de leituras que podem ser vistos na tabela 7 desse estudo científico. Isto reflete nos valores de acurácia. A acurácia entre os dois métodos é de 39,62%. É muito baixa. Não há um acordo tão grande nas medições entre as medições.

O coeficiente de determinação  $R^2$  entre a escala diagramática e o ImageJ da Matriz de correlação (Pearson) representa a precisão das mensurações do método que teve melhor coeficiente de correlação. Nesse estudo, temos o  $R^2 = 0,9083$ . Há um indicativo de que a precisão nas mensurações em um dos métodos de avaliação foi de 90,83%. Isso significa que a confiabilidade e repetibilidade da estimativa de um valor para a severidade de uma folha lesionada é melhor estimada no método do software, utilizando-se do ImageJ.

A baixa acurácia das estimativas visuais de severidade no presente estudo científico com a escala diagramática são justificadas pela natureza do olho humano ter capacidade limitada em interpretar pequenas diferenças na severidade, sendo muito difícil a determinação visual da mesma, e o que ocorre normalmente é a subjetividade da percepção da quantidade da doença pelo avaliador, ocorrendo variações entre diferentes avaliadores, levando a uma superestimação ou subestimação da doença (VALE et al., 2004). Fato este que é comprovado pela de Weber-Fechner onde a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo.

Além disso, as escalas diagramáticas possuem problemas que causam a subjetividade na avaliação, como exemplo, o tamanho da folha, onde na maioria das vezes, as escalas diagramáticas utilizam folhas que atingiram o pleno desenvolvimento, mas muitas doenças ocorrem em diferentes estádios de desenvolvimento das folhas (VALE et al., 2004).

Existe vários softwares que podem ser utilizados para avaliar a severidade de doenças em plantas como o ImageJ, Siarcs, o Quant, Dispro, etc. A utilização desse método de quantificação de doença não está sujeito a erros que seriam cometidos pela visão humana, logo nos oferece precisão elevada. Porém esse sistema ainda depende da interferência humana, para determinar, por exemplo, a cor correspondente à lesão, além de confundir lesões

que não são causadas por doenças e subestimar a severidade devido a não interpretação correta das matrizes que representam o tecido doente (AMORIM et al .,2011).

#### **4.4 Incidência da ferrugem branca nas variedades**

Uma vez que a incidência refere-se à proporção (%) do número de plantas doentes, ou de suas partes como folhas e frutos, em relação ao total de plantas avaliadas. Para que essa avaliação de incidência pudesse ser feita, houve a necessidade da ocorrência de uma epidemia.

A epidemia representa um aumento na incidência e na severidade adicionado de um aumento na área geográfica ocupada pela doença. Segundo Kranz (1974): A epidemiologia é o estudo das populações de patógenos em populações de hospedeiros e da doença resultante desta interação sob a influência do ambiente e a interferência humana.

Segundo Vale & Zambolim (1996), para ocorrer uma epidemia de doença de planta é necessário ocorrência contínua de condições favoráveis. Os fatores atmosféricos influenciam as epidemias por intermédio dos seus efeitos nas várias fases do ciclo de vida dos patógenos, à medida que eles interagem com respostas específicas de plantas individuais.

Foi observado que a partir dos 30 dias após o plantio, as mudas começaram a manifestar sintomas e sinais da presença do patógeno. No período de tempo de 30 a 35 DAP o patógeno encontrou boas condições para se desenvolver nos crisântemos em todas as variedades com a variedade Lynx com maior intensidade de crescimento e a variedade Rihanna com menor intensidade de crescimento.

Aos 41DAP, as condições ambientais de temperatura entorno de 17°C e umidade relativa do ar de 62% não contribuíram para o crescimento da população de fungos para a maioria das variedades.

O destaque foi a população de fungos que manteve-se constante para Neymar Jr e um leve aumento no crescimento da população fúngica para a variedade Rihanna . Baixa umidade do ar contribuiu para a dessecação do fungo atrapalhando a infecção e o desenvolvimento da ferrugem na população de plantas.

Dos 45 aos 51 DAP a temperatura obteve média de 21,27°C, umidade relativa do ar de 79,42%. Com a irrigação complementar feita pelo sistema de aspersão, o patógeno

encontra boas condições para promover sua relação patógeno-hospedeiro em todas as variedades.

Percebemos que a epidemia ficou mais forte e intensa através do aumento do número de plantas infectadas. Aos 59 DAP as Temperaturas mantiveram-se por volta de 20,45°C, com queda da Umidade do Ar de 77% até 62,5%. Nessas condições o fungo encontrou dificuldades para continuar desenvolvendo a epidemia por conta das condições ambientais desfavoráveis sofrendo redução de sua população.

O comportamento do desenvolvimento da população fúngica é explicado através do relato de Takatsu e colaboradores. Segundo Takatsu et al. (2000), temperaturas entre 15 e 25°C, com ótimo a 17°C e umidade relativa do ar elevada (90-100%), são condições favoráveis para a ocorrência da doença, então, a menor temperatura e maior umidade relativa do ar proporcionam melhores condições para o desenvolvimento da ferrugem.

A manifestação da incidência da doença na população de plantas foi observada através da contagem do número de pústulas presentes nas folhas presentes nas amostras que foram submetidas ao imageJ para a devida contagem de pústulas para que se realizasse o cálculo da incidência e nota média de incidência seguindo a metodologia de Moraes nos permitindo fazer o estudo sobre a doença na população de plantas e fazermos umas considerações.

A incidência da ferrugem foi maior na variedade Lynx que obteve média de 62,5% de sua população afetada pela doença, em segundo lugar temos a Yellow snowdon com 50%, White Snowdon com 48,33%, Bola com 41,25%, Neymar Jr. com 27,08%, Stylist pink com 26,67% e Rihanna com 22,08%.

**Tabela 10. Incidência da ferrugem branca causada por *P horiana* nas variedades tais de crisântemo, mantidas em cultivo de casa de vegetação e avaliadas em seis épocas ( tantos dias do ano 2017) , município de Seropédica, RJ.**

Genótipo	Avaliação	Avaliação	Avaliação	Avaliação	Avaliação	Avaliação	Médias
	I	II	III	IV	V	VI	
Rihanna	20	20	27,5	20	25	20	22,08
Stylist Pink	20	27,5	22,5	20	37,5	32,5	26,66
Neymar Jr.	25	30	30	25	30	22,5	27,08
Yellow Snowdon	25	60	32,5	52,5	75	55	50
White Snowdon	47,5	52,5	37,5	47,5	50	55	48,33
Bola	22,5	40	30	37,5	67,5	50	41,25
Lynx	32,5	70	62,5	70	70	70	62,50

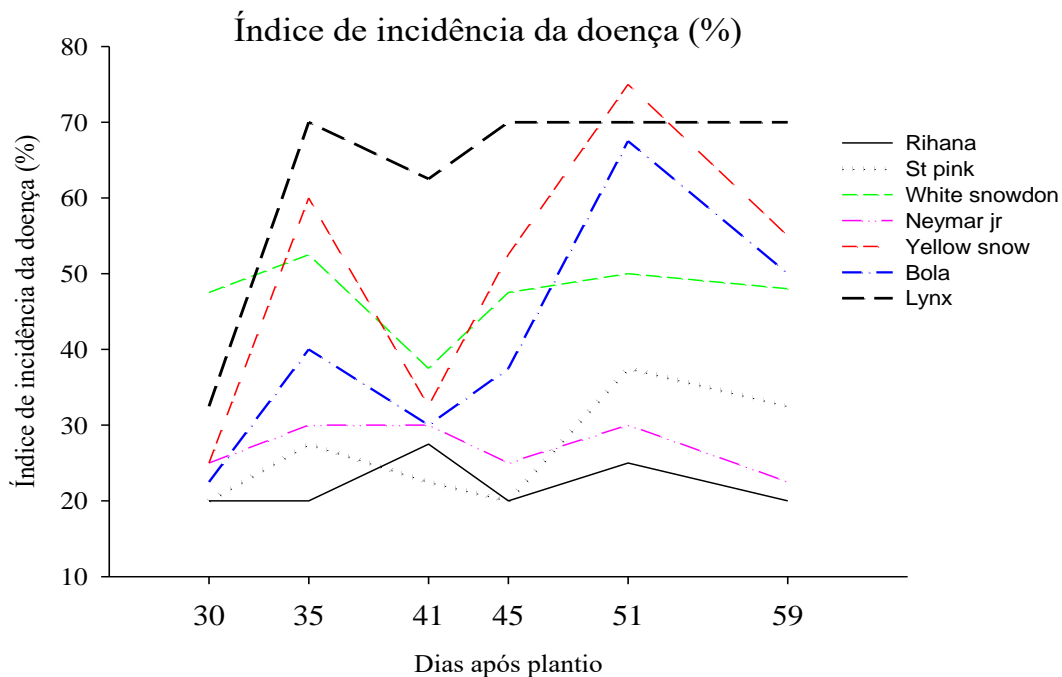


Gráfico 22. Índice de incidência da ferrugem branca causada por *P. horiana* em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação.

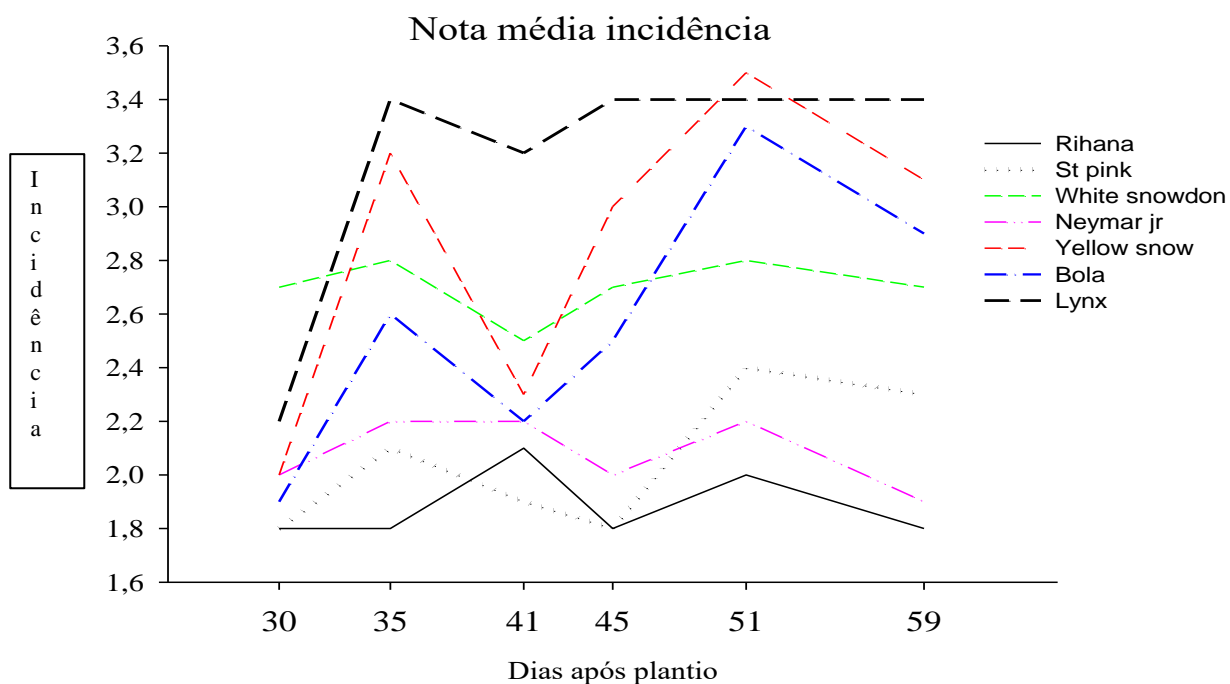


Gráfico 23. Incidência da ferrugem branca causada por *P. horiana* em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação.

**Tabela 11. Índice de Severidade, Índice de doença e Nota média da ferrugem branca causada por *P horiana* em seis avaliações em crisântemos com escala diagramática produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ, 2017.**

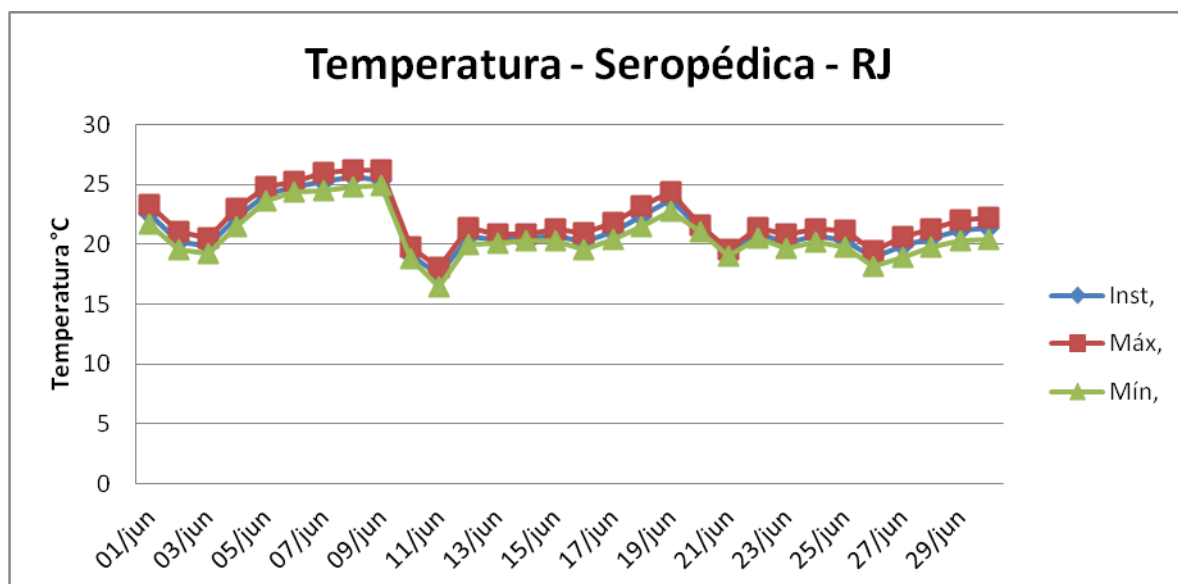
<b>Variedade</b>	<b>Índice de Severidade</b>	<b>Nota média</b>	<b>Índice de doença</b>
Rihanna	1,50 a	22,08 a	1,88 a
St Pink	1,92 a	26,67 a	2,05 a
Neymar Jr	2,18 a	27,08 a	2,08 a
Bola	4,72 b	41,25 b	2,57 b
White Snowdon	8,42 b	48,33 b	2,73 b
Yellow Snowdon	8,55 b	50,00 b	3,17 c
Lynx	11,43 b	62,50 c	3,17 c

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

CV severidade = 30,41

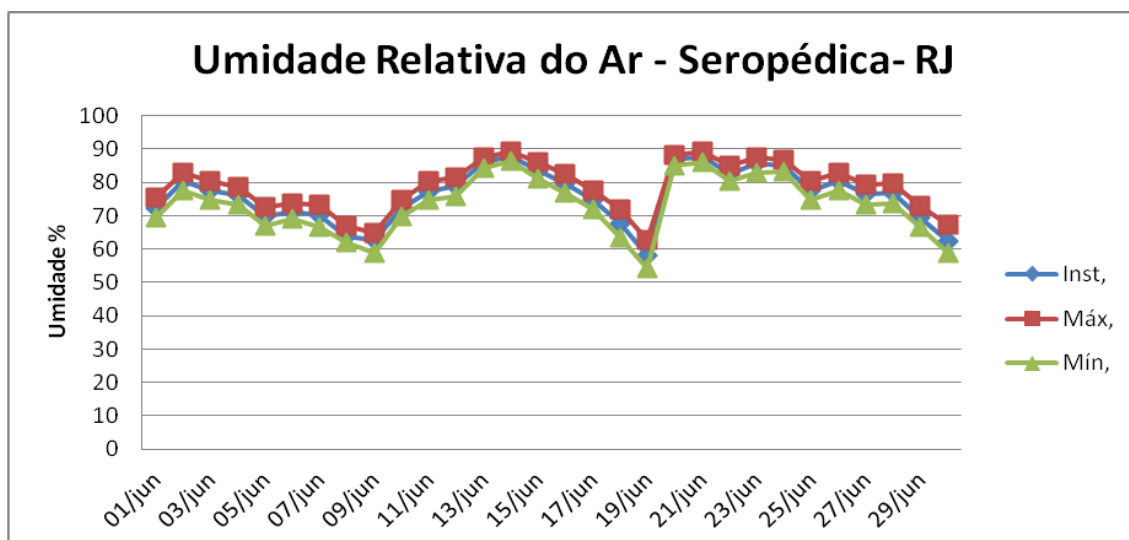
CV índice de doença = 31,41

CV nota média = 20,47



**Gráfico 24. Temperaturas no mês de Junho – Seropédica – 2017.**





**Gráfico25. Umidade Relativa do Ar no mês de Junho – Seropédica – 2017.**

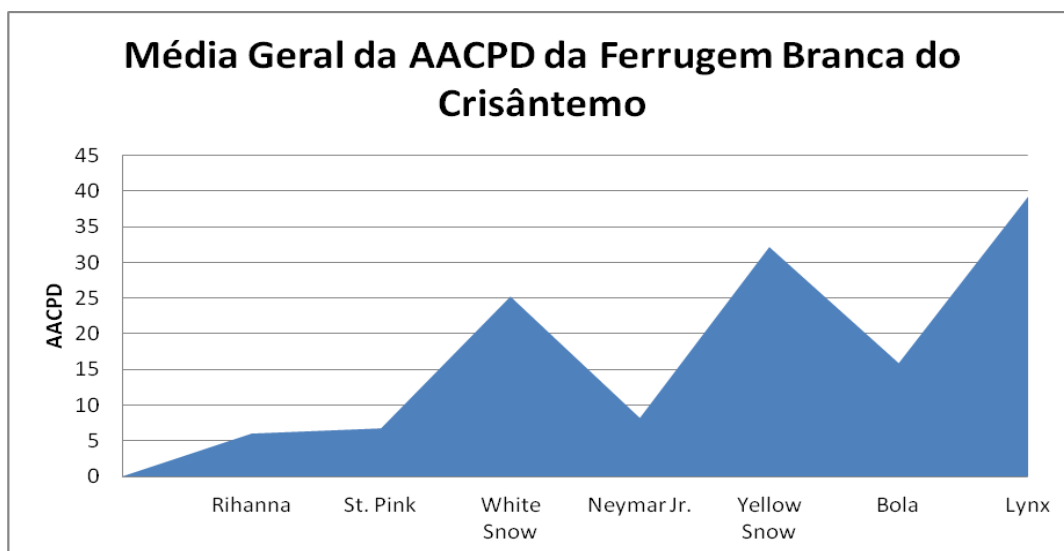
#### **4.5 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença - AACPD**

A severidade da ferrugem branca foi feita utilizando-se a escala simplificada composta de seis valores proposta por Barbosa et al,(2006), (figura 4). As avaliações foram feitas em dez plantas cujas folhas foram aleatoriamente sorteadas ao acaso em cada dia de observação do tratamento para atribuir às folhas os percentuais de severidade baseado na escala diagramática. Com os dados da severidade calcularam-se os valores da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), conforme a equação:

$$AACPD = \frac{\sum(Y_i + Y_{i+1})}{2} (T_{i+1} - T_i)$$

Onde  $Y_i$  é a severidade da doença no  $T_i$  dias após o transplântio, quando foi realizada a observação.

A ferrugem branca ocorreu em todas as variedades avaliadas no experimento. A análise das médias gerais da AACPD demonstraram quais variedades tiveram menor nível de resistência perante o patógeno e o comportamento do avanço da doença ao longo do experimento.



**Gráfico 26. Severidade da ferrugem branca determinada pela AACPD em 7 variedades de crisântemos.**

A menor área abaixo da curva de progresso da doença foi atestada na variedade Rihanna com 6,0 % que possui o menor acúmulo de doença ao longo do tempo, sendo considerada a variedade mais resistente a ferrugem branca do crisântemo entre as cultivares de crisântemo testadas no experimento.

A maior área abaixo da curva de progresso da doença foi observada na população de plantas formadas por Lynx com 39,2 % que foi a cultivar de crisântemo com o maior acúmulo de doença ao longo do tempo. Esta cultivar foi considerado mais susceptível a doença.

Como a ferrugem branca é a mais séria doença da parte aérea dos crisântemos, capaz de provocar grandes perdas de produção, é importante a escolha de cultivares mais resistentes, sempre levando em consideração a exigência do mercado consumidor.

O comportamento das cultivares de crisântemo utilizado no experimento apresentou diferença significativa pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Houve interação significativa entre folha e variedades em todas as plantas.

A análise dos plantios de forma independente permitiu definir a resistência que cada variedade possui contra o agente causador da ferrugem branca pelo nível de severidade considerando a AACPD.

Após observar e analisar as médias gerais de AACPD foi possível identificar quais cultivares são mais resistentes ou menos resistentes a ferrugem branca de acordo com as condições ambientais de Seropédica, nos permitindo a montagem da tabela abaixo.

**Tabela 12. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença da ferrugem branca causada por *P horiana* em seis avaliações em crisântemos produzido em cultivo de sistema de casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ, 2017.**

<b>Variedade</b>	<b>30 DAP</b>	<b>35 DAP</b>	<b>41 DAP</b>	<b>45 DAP</b>	<b>51 DAP</b>	<b>59 DAP</b>	<b>Total</b>	<b>Médias</b>
Lynx	14	440	324	320	534	720	2352	39,2 a
Yellow Snowdon	10,5	242,5	192	282	534	668	1929	32,1 ab
White Snowdon	35	392,5	120	130	315	520	1512,5	25,2 bc
Bola	10	120	106,5	110	270	336	952,5	15,8 cd
Neymar Jr.	10	100	120	72	102	88	492	8,2 d
ST Pink	15	65	55,6	60	105	104	404,6	6,7 d
Rihanna	10	52,5	81	40	81	96	360,5	6,0 d

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme as médias obtidas da AACPD por variedade, foi possível estabelecer os níveis de resistência, como classificados abaixo:

**Resistente (R)** – ausência de dano na planta, nível 0 da AACPD.

**Moderadamente Tolerante (MT)** - intervalos de 0,1 a 8,2 da AACPD.

**Tolerante (T)** – intervalos de 8,3 a 25,20 da AACPD.

**Susceptível (S)** – Valores maiores que 32,15 da AACPD.

A classificação das cultivares foi elaborada de acordo com a severidade da ferrugem branca, apresentada no período que foram cultivadas em casa de vegetação. As avaliações permitiram avaliar a susceptibilidade das cultivares identificando o nível de dano provocado pela doença durante a epidemia que ocorreria no experimento.

Segundo Vale & Zambolim (1996), para ocorrer uma epidemia de doença de planta é necessário ocorrência contínua de condições favoráveis. Os fatores atmosféricos influenciam as epidemias por intermédio dos seus efeitos nas várias fases do ciclo de vida dos patógenos, à medida que eles interagem com respostas específicas de plantas individuais.

Segundo Takatsu et al. (2000), temperaturas entre 15 e 25°C, com ótimo a 17°C e umidade relativa do ar elevada (90-100%), são condições favoráveis para a ocorrência da doença, então, a menor temperatura e maior umidade relativa do ar proporcionam melhores condições para o desenvolvimento da ferrugem.

Os patógenos que atacam a parte aérea das plantas são muito influenciados pelas alterações das variáveis meteorológicas e esses patógenos se reproduzem abundantemente com a ocorrência de condições favoráveis e disseminam-se rapidamente a partir de pequena fonte de inoculo, Vale & Zambolim (1996).

Dessa forma, podemos classificar em ordem crescente de severidade representado na AACPD as seguintes cultivares: Rihanna, Stylist Pink, Neymar Jr., Bola, White Snowdon, Yellow Snowdon e Lynx reproduzindo a mesma classificação obtida pelo método de avaliação de doenças pela escala diagramática e o método de avaliação de imagem computacional.

## 5- Conclusão

1. A escala diagramática prática permitiu uma avaliação adequada da doença, podendo ser empregada na avaliação de material tolerante. A escala diagramática obteve 63,49% de precisão, é uma alternativa de avaliação de doenças mais simples e mais barata do que o uso de software;
2. O emprego do software ImageJ permitiu um aumento na precisão da quantificação da severidade da ferrugem branca, obtendo 90,83% de precisão na avaliação;
3. A avaliação das folhas sem a escala diagramática superestima o dano causado pela doença. Isso se deve ao fato que todos os danos presentes nas folhas são vistos pelos avaliadores como algum tipo de dano provocado pelo fungo. Dano esse, que pode ser de herbivoria, bacteriose e dano mecânico. Além disso, devemos levar em consideração o efeito da lei Weber-Fechner de discriminação visual;
4. A principal vantagem do uso de softwares e imagens digitais é que as mensurações podem ser feitas com acurácia, precisão, objetividade, reprodutibilidade e mais rapidamente do que pelo método de avaliação com escala diagramática quando se tem um grande número de plantas, adicionalmente alguns detalhes podem ser obtidos como número, forma e tamanho das lesões, o que pode ser útil na seleção de plantas resistentes a algumas doenças;
5. As cultivares Rihanna, Stylist Pink e Neymar Jr apresentaram comportamento de menor suscetibilidade, com diferentes níveis de infecção;
6. As cultivares Lynx, Yellow Snowdon, White Snowdon e Bola desenvolveram maiores áreas com pústulas da ferrugem, portanto, mais vulneráveis a doença.

## Considerações finais

A ferrugem branca provocada pela *P. horiana* é uma grande ameaça a todas as áreas de cultivo de flores ornamentais, principalmente para os crisântemos em todo mundo. As condições climáticas exercem influência sobre o patógeno do mesmo modo que a expressão da resistência à doença nas variedades testadas.

A quantificação de doenças é de suma importância, pois conhecer o grau de desenvolvimento da mesma e sua influência no desenvolvimento da planta é essencial para estabelecer uma estratégia de controle e manejo eficaz para se evitar ou minimizar prejuízos econômicos.

Essa mesma quantificação de doenças deve apresentar resultados precisos para a correta interpretação das variações na intensidade da doença assim como ser de fácil utilização. A utilização de software computacional permitiu um aumento na precisão da quantificação da ferrugem branca.

A severidade de doenças em plantas é de difícil determinação quando realizada por análise visual, demandando de um avaliador que, pode superestimar ou subestimar a doença, pois o olho humano possui limitações naturais e não é capaz de distinguir e diferenciar intervalos pequenos de graus de intensidade da doença que é comprovado pela lei de Weber-Fechner.

Esta pesquisa conseguiu identificar e classificar as variedades de crisântemo quanto ao nível de resistência à doença, infelizmente não encontrou alguma variedade que fosse resistente à ferrugem.

As informações que geramos a partir das variedades testadas podem ser úteis para o planejamento de plantio e deverão atender ao desejo do mercado consumidor.

A recomendação que fazemos aos produtores rurais que estavam tendo dificuldades de conseguir fazer com que mudas de sete cultivares de crisântemo produzissem mudas de qualidade comercial nas condições de cultivo protegido na presença do patógeno da ferrugem branca é fazer o plantio das variedades Rihanna, Stylist Pink e Neymar Jr por serem as variedades mais resistentes a *P. horiana* do ponto de vista da severidade nos tecidos vegetais.

Essas variedades acima são moderadamente tolerantes a ferrugem branca, permitindo uma redução na intensidade e no número de aplicações químicas de fungicidas nas plantas. Uma vez que a principal forma de controle da ferrugem branca é através do controle químico com princípios a base de ciproconazol, mancozeb, entre outros produtos químicos que



prometem o controle e a erradicação da doença. Com essas medidas, o produtor rural irá contaminar menos o meio ambiente, terá menor custo operacional da cultura e ainda protegerá a saúde humana.

A fonte de inoculo inicial deverá ser eliminada mantendo-se a compra de estacas de boa procedência, erradicação de plantas doentes ou partes de plantas contaminadas das variedades mais susceptíveis, combater plantas hospedeiras alternativas para a ferrugem completar o seu ciclo de vida, fazer rotação de culturas com plantas que não sejam hospedeiras alternativas a *P. horiana*, evitar fazer irrigação por sistema de aspersão substituindo-o por sistema de gotejamento e outra medida de proteção é o escape, que representa o plantio de cultivares mais sensíveis em épocas ou condições desfavoráveis ao crescimento do fungo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.
- Asocolflores, ICA. **Roya Blanca del Crisântemo**. Consultado em [www.ica.gov.co](http://www.ica.gov.co), em 1 de maio de 2016.
- ALAEI, H.; HOFTER, M.; MAES, M.; HEUNGENS, K. Molecular detection of *Puccinia horiana* Henn. The casual agent of Chrysanthemum White rust. *Crop. Protection*, V.72, PV72, p 3739-43,2007
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de variáveis-chave para o manejo integrado de doenças. In: ZAMBOLIN, L. (ed) *Manejo integrado de doenças e pragas*. Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 1999 p.30-41 .
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4. ed. v. 1. Piracicaba: Agronomica Ceres, 2011. 704 p.
- AMORIM, L. Avaliação de doenças. **Manual de Fitopatologia: princípios de conceitos**. Bergamin Filho, A; Kimati, H.; Amorim, L .V. 1. Cap. 32. São Paulo, 1995.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4. ed. v. 1. Piracicaba: Agronomica Ceres, 2011. 704 p.
- AQUINO, L. A., et al., Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramulária do algodoeiro. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 361-363, 2008.
- BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D. B. **Avaliação dos danos causados por doenças de plantas**. Revisão Anual de Patologia de Plantas. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres 1995. V.3,p. 133-184.
- BARBOSA, J. G. **Crisântemo**. Aprenda Fácil, Viçosa, 2003,234p.
- BARBOSA,J.G.; ZUIN, A. H. L. Cultivares para corte e produção em vaso. In: **Crisântemos – produção de mudas – cultivo para corte de flor – cultivo em vaso – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil,2003.p. 22.
- BARBOSA, J. G. **Crisântemos: Produção de mudas; Cultivo para corte de flor ; cultivo em vaso; cultivo hidropônico**. Viçosa, MG, Ed. Aprenda.a fácil,2003. 225p .
- Brackmann, A.; Bellé, R.A.; FREITAS, S.T .; MELLO, A.M. Qualidades pós-colheita de crisântemos (*Dendranthema grandiflora*) mantidos em solução de ácido giberélico. **Ciência Rural**, V.35, n.6, p. 1451 – 1455, 2005.
- BARBOSA,J.G. et al. Cultivo de crisântemo para corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte,v.26,n.227, p.36-43, set. 2005.
- BARBOSA, M. A. G.; MICHEREFF, S. J.; MORA-AGUILE, G. **Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo**. *Summa Phytopathologica*. Botucatu, V.32, n. 1, p. 57-62, 2006.
- BARBOSA,J.G. et al. **Crisântemo**. In: PAIVA, P.D de O.; ALMEIDA, E. F.A. **Produção de flores de corte**. 1. Ed. Lavras: UFLA, 2012. V.1, P. 245.

BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D. B. **Avaliação dos danos causados por doenças de plantas**. Revisão Anual de Patologia de Plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres 1995. v.3, p. 133-184.

BERESFORD, R.M.; ROYLE, D.J. The assessment of infectious disease for Brown rust (*Puccinia hordei*) of barley. *Plant pathology* 40: 374-381,1991.

CABI, EPPO. Data Sheets on Quarantine Pests. *Puccinia horiana*. EPPO Quarantine Pests. [www.eppo.int/QUARANTINE/data\\_sheets/fungi/PUCCHN\\_ds.pdf](http://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/fungi/PUCCHN_ds.pdf), acesso, 02/11/2017.

CARMO, M.G.F.; MAFFIA, L.A.; KATSURAYAMA, Y.; MILLAGRES JR., O.R. **Erros relacionados à quantificação da severidade de manchas foliares**. *Fitopatologia Brasileira* 16: 32,1991. (Resumo 81).

CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura BA, 2016.

CHRISTOPHER, E.P. Plant propagation. In \_\_\_\_\_, ed. *Introductory horticulture*. New York: Mc Graw- Hill, 1958, cap.5, p.107-40. (Mc Graw – Hill) Publications in the Agricultural Sciences).

DICKENS, J. S. W. **The Resistance of Varius Cultivars and species of Chrysanthemum to White Rust** (*Puccinia horiana* Henn. ) *Plant Pathology*, v. 17, n. 1, p. 19-22, 1968.

DOMINGUES, R.J. **Ferrugem branca do crisântemo**. *Revista Plasticultura* Ano VI, N°26, Ed.Set/Out 2012.

FAO. ONUBR. **Desenvolvimento Sustentável**. Reunião da FAO aborda combate a pragas que afetam plantas essenciais para alimentação, 2016. Disponível em: Acesso em: 27 abr. 2016

FARIAS, M.F. **Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Ramat Kitamura) de corte cultivado em ambiente protegido**. 2006. 93 p. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FERNANDES, E. P.; SOUZA, E.R.B.; LEANDRO, W.M.; PIRES, L.L.; VERA, R.; SOUZA, R.F. **Marcha de acúmulo de fitomassa em Crisântemo ( *Dendranthema grandiflorum* T.. var. SALMON REAGAN)**. *Pesquisa Agropecuária Tropical* . Goiânia. V.37(3), p.137-141, set. 2007.

FREIRE, F. das C.O.; VIANA, F.M.P.; LIMA, R.C. de A. **Ocorrência da Ferrugem Branca- do-Crisântemo no estado do Ceará**. Comunicado Técnico 75 – Embrapa Agroindústria Tropical, CE, dez 2002.

FREITAS-ASTÚA, J.; CALDARI JR., P.; GIÓRIA, R. Doenças em plantas ornamentais. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v.1, p.523-540.

GODOY, C.V CARNEIRO, S.M.T.P.G.; IAMAUTI, M.T.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L. BERGER, R.D.; BERGAMIM FILHO, A. **Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation**. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 104:336-345, 1997.

GRUSZYNSKI,C. **Produção comercial de Crisântemos: vaso ,corte e jardim**, Guaíba: Agropecuária, 2001.166 p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; F.T.D.; GENEVE, R.L. **Plant propagation:principles and practices**. 4° ed. New Jersey. Prentice Hall Inc.; 1983. 727p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; JUNIOR, F.T.D.; GENEVE, R.L. **Plant propagation:principles and practices**. 6° ed. New Jersey. Prentice Hall Inc.; 1997. 770p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; JUNIOR, F.T.D.; GENEVE, R.L. **Plant propagation:principles and practices**. 7° ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall.; 2002.

HORSFALL, J.C.; BARRAT, R.W. **Am improved grading system for measuring plant diseases**. Phytopathology, v.35, p 665, 1945.

IBRAFLOR, INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Padrão Ibraflor de qualidade. São Paulo, jun., 2000. 87 p.

IMENES, S.L.; ALEXANDRE, M.A.V. Aspectos fitossanitários do crisântemo. São Paulo: Instituto Biológico, 1995. p. 5-47. (IB. Boletim Técnico, 5).

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Produção brasileira de flores**. Disponível em HTTP:// [WWW.uesb.br/flower/IBRAFLOR.PDF](http://WWW.uesb.br/flower/IBRAFLOR.PDF)

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Brasil deixa de exportar flores e passa a importar. V. 5 , n. 41, 2014**. Disponível em [HTTP://www.ibraflor.com/publicações/vw.php?cod=216](http://www.ibraflor.com/publicações/vw.php?cod=216)

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Mapeamento e Quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/10/diagnostico-do-setor.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Mercado de Flores**. Disponível em <http://www.ibraflor.com/site/2017/11/04/mercado-de-flores-vera-longuini/>. Acessado em: Dezembro de 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **O Mercado de Flores no Brasil**. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-10-2017.pdf>

JACINTHO, A.T. A cultura do crisântemo de corte. Boletim técnico da Emater-Rio. Nova Friburgo, 2004. 42p.

JUNQUEIRA, A. H. ; PEETZ, M. S. **Crisântemos hoje e sempre: tecnologia de produção: HFF & Citrus** , 2004. p. 25- 27.

KAMPF, A.N. Substrato. In: KAMPF, A.N (coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2005. 254p.

Kranz, J. **Epidemics of Plant Diseases. Mathematical Analysis and Modeling**. Berlin, Springer-Verlag, 1974.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, A.V.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, C.R. **Escala diagramática para avaliação de severidade da Helminthosporiose comum em milho**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, p.2131 – 3137. Dezembro 2012

LEME, J.M. ; HONÓRIO, S.L. **Padronização e qualidade de antúrio**. 2004 . *Rev. Bras. Hort. Orn.*, Campinas, v.10, n.1/2, p.49-51, 2004.

LIBRELON, S. S. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-angular em folhas primárias do feijoeiro. Lavras, 2013. 65p.Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Lavras, 2013.

LOUZEIRO, K. B. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE CRISÂNTEMO DE CORTE NA CIDADE DE ANÁPOLIS – GOIÁS**, 2015. 39p . Monografia - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS, 2015.

MARQUES, R.W.C. **Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no estado de São Paulo**. 2002. 114p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MAINARDI, J.C.C.T.; BELLÉ, R.A.; MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) ‘Snowdon’ em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área foliar. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p. 1709 -1714, 2004.

MCMAHON, M. Development of Chrysanthemum meristems grown under fared absorbing filters and long or short photoperiods. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 5, p 483 – 487 , sept 1999.

MELLO, J. B. **Uso de ácido giberélico e dias curtos interrompidos em crisântemo de corte ( *Dendranthema grandiflora* Tzlev.) “Calábria” e “Lamet Bright”**. 2003 . 66f. dissertação de mestrado em Agronomia.UFSM,Santa Maria,2003.

MORAES, A.R.A ., MORAES, S.A., LOURENÇÃO,A.L., GODOY, I.J.& MARTINS,A.L.M. Efeito da aplicação de thiametoxam para controle do tripés na redução da severidade da verrugose do amendoim. *Fitopatologia Brasileira* 31:164-170. 2006.

NARDI, C. et al. Qualidade de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzlev) cv. Snowdon em diferentes populações e épocas de plantio. **Ciencia Rural**, Santa Maria S, V. 31, n. 6.p 957 – 961, nov./dez. 2001.

NEVES, M. F., AMARAL, M. O. Flores – Oportunidades e desafios. *Revista AgroAnalysis. Net*. São Paulo. Set. 2007. Disponível em: [HTTP://www.agroanalysis.com.br/index.php?area=conteudoemat\\_id=327efrom=mercadonegocios#envie](http://www.agroanalysis.com.br/index.php?area=conteudoemat_id=327efrom=mercadonegocios#envie).

NUTTER, JÚNIOR, F.W.; SCHULTZ, P.M . **Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer –aided training programs**. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v17, p. 174- 184, 1995.

OLIVEIRA, E. J. et al. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Rev. Bras. Frutic.** [online]. 2013, vol.35, n.2, pp.485-492.

PARKER, E.R.; SHAW, M.W.; ROYLE, D.J. The Reliability of visual estimates of disease severity on cereal leaves. *Plant Pathology* 44: 856-864, 1995.

PITTA, G.P.B.; CARDOSO, E.J.B.N.; CARDOSO, R.M.G. **Doenças das plantas ornamentais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Livro Científico, 1989. 174p.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Produção de flores e plantas ornamentais terá normas específicas**, 2009. Disponível em: [HTTP://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=28833](http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=28833)

REGINA, P. C. S. Dossiê técnico **Cultivo de crisântemo de corte no semiárido nordestino. Rede de tecnologia da Bahia- RETEC/IEL – BA. Agosto 2008.**

RODRIGUES, M.A. **Comportamento de duas cultivares de Crisântemo de jardim (Dentranthema indicum Tzvelev.) produzidas em vasos**, 2005. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SEBRAE. **Unidade produtora de flores de corte volume 1.** disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/caracteristicas-do-cultivo-de-crisantemos>. Acesso em: 09/01/2018

SEBRAE. **FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS DO BRASIL volume 1.** séries estudos mercadológicos. Sebrae , 2015. 44p.

SEBRAE. **FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS DO BRASIL volume 2.** séries estudos mercadológicos. Sebrae , 2015. 100p.

SHERWOOD, R.T.; BERG, C.C .; HOOVER, M.R.; ZEIDERS, K.E. **illusions in visual assessment of Stagonospora leaf spot of orchardgrass**. *Phytopathology* 73: 173-177, 1983.

SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; AQUINO, R. **Elaboração e Validação de Escala Diagramática para Avaliação da Severidade da Mancha Preta em Frutos Cítricos**. *Fitopatol. bras.* 29(1), jan - fev 2004

STRINGHETA, A. C. O.; CARNEIRO, T. F. ; TOMBOLATO, A .F. C.; COUTINHO, L. N.; IMENES, S. de L.; BERGMAN, E. C. **Crisântemo para flor de corte Dendranthema grandiflora (Ramat) Tzlev. In: TOMBOLATO. A. F. C. Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2004. P 95- 135.

SUSSEL, A. A. B.; POZZA, E. P.; CASTRO, H. **Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo cinzento em mamoneira**. *Tropical Plant Pathology*, vol. 34, 3, 186-191 (2009)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Armando Molina Divan Júnior [et al]. 5° Ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 918 p.

TAKATSU, Y.; OHISHI, K.; TOMITA, Y.; HAYASHI, M.; NAKAJIMA, M.; AKUTSU, K. Use of chrysanthemum plantlets grown in vitro to test cultivar susceptibility to White rust, *Puccinia horiana* P. Hennings. **Plant Breeding**, v. 119, p.528-530, 2000.

THOMAZ, L. D. **A cadeia produtiva da floricultura no estado do Espírito Santo**. Vitória: SEBRAE-ES, 2007. 42p.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

VALE, F. X. R. do ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, V. 4, 1996.

VALE, F. X. R.; JESUS JR., W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. 531p

VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil Editora, 2004. p. 89-124.

VEGETTE, Z. P. **Desenvolvimento de substrato supressivo à murcha do crisântemo causada por *Fusarium oxysporum***. 2008. 111 p. Tese – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Botucatu. SP.

WATSON, G.; MORTON, V.; WILLIAMS, R. **Standardization of disease assessment and product performance reporting: an industry perspective**. Plant Disease 74:401-402, 1990.

WHIPPS, J. M. A review of White rust ( *Puccinia horiana* Henn ) disease on Chrysanthemum and the potencial for its biological control with the *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. *Annals of Applied Biology*, v. 2, n. 1, febr., 1993.

YAMADA, D. Fitoreguladores . In: CASTRO, C. E. F. (ed.) **Manual de floricultura**. I simpósio Brasileiro de floricultura e plantas ornamentais. Maringá: SBF, 1992, 279p.