

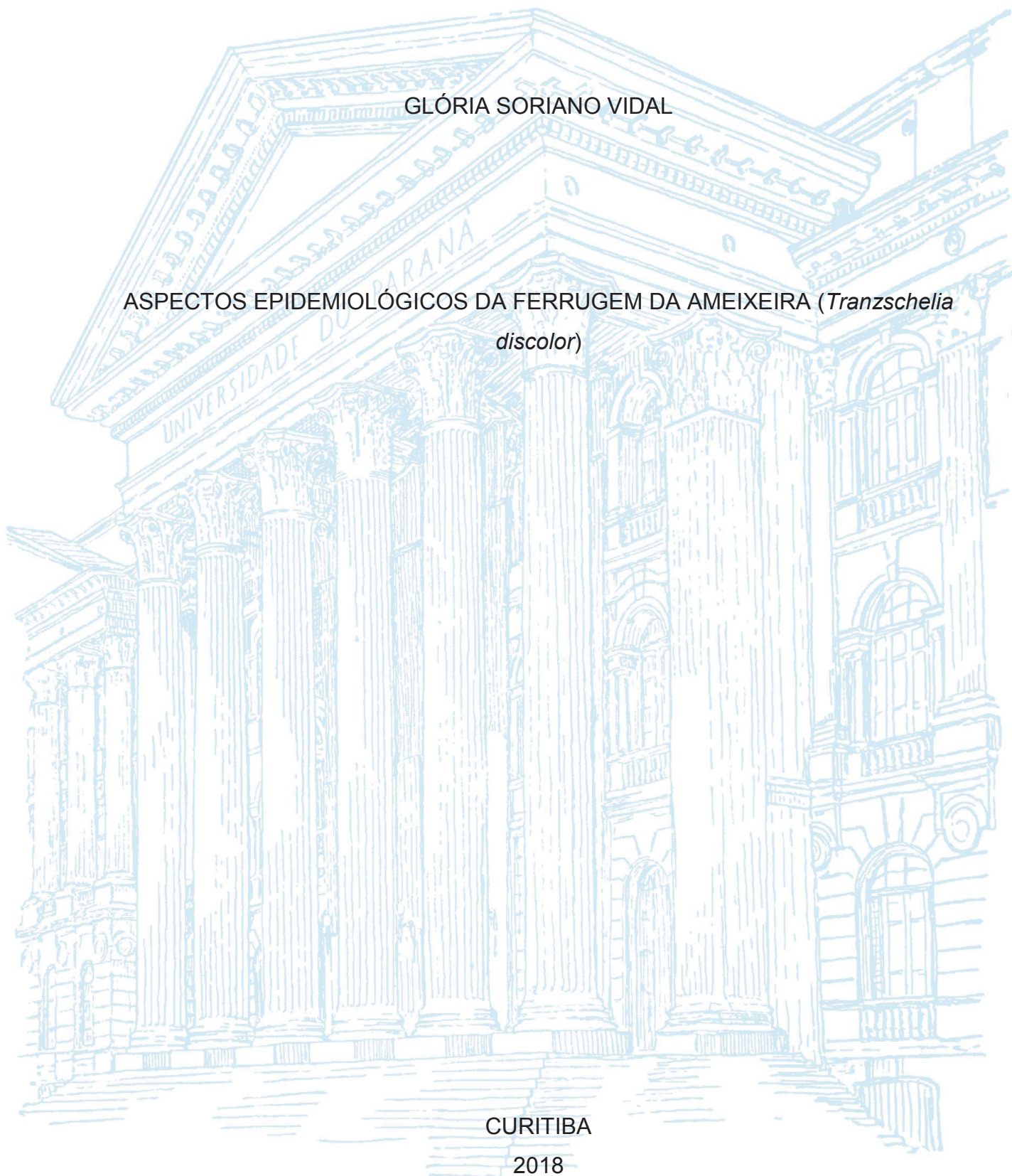
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GLÓRIA SORIANO VIDAL

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA (*Tranzschelia discolor*)

CURITIBA

2018



GLÓRIA SORIANO VIDAL

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA (*Tranzschelia
discolor*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte
Co-orientadora: Prof^a Dra. Louise Larissa May De Mio
Co-orientador: Prof^o Dr. Walmes Marques Zeviani

CURITIBA

2018

V648a Vidal, Glória Soriano
Aspectos epidemiológicos da ferrugem da ameixeira
(*Tranzschelia discolor*) / Glória Soriano Vidal. - Curitiba, 2018.
84 p.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia - (Produção Vegetal).

Orientador: Henrique da Silva Silveira Duarte

Coorientadora: Louise Larissa May De Mio

Coorientador: Walmes Marques Zeviani

1. Ameixa - Cultivo. 2. Ameixa - Doenças e pragas. 3. Fungos da ferrugem. I. Duarte, Henrique da Silva Silveira. II. May De Mio, Louise Larissa. III. Zeviani, Walmes Marques. IV. Título. V. Universidade Federal do Paraná.

CDU 634.22

Ao meu pai,
Pablo Vidal Torrado,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha família: Walkíria Vidal pelo suporte e apoio emocional, que mesmo a quilômetros de distância me ajudou a suportar tudo e um pouco mais, ao meu pai Pablo Vidal, sem seus conselhos nada seria possível, ao meu querido irmão pelas ajudas matutinas e noturnas em meus experimentos e pelas risadas, e finalmente a Conchita Vidal pelas horas de carinho sem nunca pedir nada em troca, meu amor por todos vocês é incondicional e imensurável.

Ao orientador prof. Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte pelos conselhos, conhecimentos e ensinamentos transmitidos, paciência, orientação e por depositar sua confiança em mim e neste trabalho, muito obrigada.

À Coorientadora profa. Dra. Louise Larissa May De Mio, por demonstrar sua confiança em mim e no meu trabalho durante estes quatro anos de Lemid, sempre com conselhos, aprendizados e incentivos aos estudos no maravilhoso mundo da Fitopatologia.

Ao Coorientador prof. Dr. Walmes Marques Zeviani pela colaboração, paciência e auxílio na elaboração de análises deste trabalho.

Ao Pesquisador da Epagri (Videira-SC) Marco Dalbó pela disponibilidade em realizar as colaborações e troca de informações sempre que necessárias.

Aos funcionários e professores do departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo pelo auxílio e dedicação.

Aos meus queridos amigos e companheiros de laboratório, Carlos Eduardo, Eliane Rogovski, Pamela Dutra, Camilla Castellar, Heloisa Thomazi, Mônica Muller, Giselda Alves, Jhulia Gelain, Wagner Vicente, Felipe Rodrigues, Pamela Padilha, Pablo Vidal, Victoria Corrêa pela amizade, apoio e conselhos durante este trajeto. As minhas estagiárias Barbara de Souza Lima e Giovana Beger pelo auxílio e determinação na condução dos experimentos e pela amizade.

A minha amiga e colega de estudos Bruna Paluna, que com o seu mínimo me ajudou o máximo possível, te devo muito.

Em especial um agradecimento ao meu amigo e companheiro de estudo/trabalho Marlon Hahn, que através de sua parceria, ajuda e troca de conhecimento unido a risadas e trabalho duro, transformou o meu ambiente de trabalho em algo extremamente produtivo e prazeroso. Sem você este trabalho não seria especial.

“Cada “tic-tac” es un segundo de la vida que pasa, huye, y no se repite. Y hay en ella tanta intensidad, tanto interés, que el problema es sólo saberla vivir. Que cada uno lo resuelva como pueda.”

(FRIDA KAHLO)

RESUMO

A cultura da ameixeira japonesa (*Prunus salicina* Lindl.) é produzida no Brasil em regiões desde o Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais, sendo uns dos principais estados produtores os de Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Assim como várias culturas de clima temperado, a ameixeira se depara com obstáculos para uma boa produção, sendo os problemas com doenças fúngicas um dos principais. Uma das principais doenças da cultura é a ferrugem ocasionada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzs. e Litv, o mesmo agente causal para a mesma enfermidade na cultura do pessegueiro, que afeta as folhas da planta e pode resultar em prejuízos para a produtividade de pomares. O fato da cultura do pessegueiro ser mais disseminada pelo país, remete a maiores relatos e estudos realizados com o patógeno na cultura. Com estudos escassos sobre este patossistema para a cultura da ameixeira envolvendo quantificação dos danos causados e condições ambientais como temperatura e umidade que podem favorecer uma epidemia desta doença, o objetivo deste trabalho se dividiu em duas partes. Na primeira parte foi elaborada e validada uma escala diagramática (ED) para quantificação da severidade de *T. discolor* em folhas de ameixeira (*P. salicina*). Após a elaboração foi realizado o processo de validação da ED por avaliadores sem experiência na quantificação de doenças. Os dados foram submetidos à análise de correlação concordante de Lin's, que combinando os dados reais de severidade com os estimados pelos avaliadores geraram resultados para avaliação de parâmetros como acurácia, precisão e reprodutibilidade dos resultados validação. A ED elaborada foi validada e é indicada para estudos auxiliares para quantificação a severidade da ferrugem da ameixeira de forma acurada, precisa e reprodutível. Na segunda parte foram estudados os efeitos de condições ambientais como diferentes temperaturas (°C) e duração de períodos de molhamento (horas) em componentes do monociclo de *T. discolor* como germinação de urediniosporos, duração de período latente e número de pústulas/cm² de três isolados populacionais de origens distintas (PR –Paraná, SC- Santa Catarina e SP- São Paulo). A germinação dos urediniosporos ocorreu para os três isolados populacionais na faixa de temperatura de 10 a 35°C a partir do menor período de molhamento de 3 horas, sendo os valores máximos encontrados para os três isolados populacionais (PR, SC e SP) na duração de período de molhamento de 48 horas. A temperatura ótima para a máxima germinação estimada pelo modelo linear ajustado não se diferiu estatisticamente para os três isolados e foi na faixa de 24°C no período de molhamento de 48 horas. Em relação ao período latente e número de pústulas/cm² o isolado SC se mostrou mais agressivo em relação a PR e SP, apresentando o menor valor (8,9 dias) e maior valor (158,5 pústulas/cm). Estas informações servem auxílio na quantificação de danos que *T. discolor* pode ocasionar e servir como estudo de base para entender melhor como podem ocorrer as epidemias da doença no campo, além de incentivar mais pesquisas sobre o comportamento do patógeno em condições de campo.

Palavras – chave: Epidemia ; Quantificação de doenças ; *Prunus salicina*.
Condições Ambientais.

ABSTRACT

The Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) is produced in Brazil in regions that spread from Rio Grande do Sul to southern Minas Gerais, one of the main producing states it's Santa Catarina, Paraná and São Paulo. Like many temperate climate crops, the plum is faced with obstacles to good production quality, with problems like fungal diseases being a major concern. One of the main diseases that affect the culture, is the rust caused by the fungus *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzs. and Litv, the same causal agent for the same disease in the peach tree crop, which affects the leaves of the plant and may result in damage to orchard productivity. The fact that the peach tree is more widely disseminated throughout the country, leads to greater reports and studies carried out with the pathogen in the crop. With the scarce studies about this patosystem for the plum culture involving quantification of the damages caused and environmental conditions like temperature and humidity that can further an epidemic of this disease, the objective of this work was divided in two parts. At first part, a standard area diagram (SAD) for the quantification of the severity of *T. discolor* on plum leaves was elaborated and validated. After the elaboration, the validation process of the SAD was carried out by evaluators with no experience in the quantification of diseases. The data were submitted to Lin's concordant correlation analysis, which combined the actual severity data with those estimated by the evaluators generated results for the evaluation of parameters such as accuracy, precision and reproducibility of the validation results. The elaborated SAD was validated and is indicated for ancillary studies to quantify the severity of plum rust accurately, accurately and reproducibly. In the second part, the effects of environmental conditions such as different temperatures and duration of wet periods (hours) on *T. discolor* monocycle components such as uredinióspores germination, latent period duration and number of pustules/cm² of three population isolates of different origins (PR- Paraná, SC- Santa Catarina and SP- São Paulo). The germination of the uredinióspores occurred for the three population isolates in the temperature range of 10 to 35°C from the shortest wetting period of 3 hours, and the maximum values were found for the three population isolates (PR, SC and SP) wetting time of 48 hrs. The optimum temperature for the maximum germination estimated by the adjusted linear model was not statistically different for the three isolates and was in the range of 24 ° C in the wetting period of 48 hrs. In relation to the latent period and number of pustules /cm² the SC isolate showed a major greater aggressiveness in relation to PR and SP, with the lowest value (8.9 days) being the highest value (158.5 pustules/cm²). This information serves as an aid in the quantification of damages that *T. discolor* can cause and serve as a base study to better understand how epidemics of the disease can occur in the field, besides encouraging further research on the behavior of the pathogen under field conditions.

Key – words: *Tranzschelia discolor* ; Epidemic ; Quantification of diseases ; *Prunus salicina* ; Environmental conditions.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DIFERENTES NÍVEIS DE SEVERIDADE DA FERRUGEM CAUSADA PELO FUNGO <i>Tranzschelia discolor</i> NA FACE ABAXIAL DE FOLHAS DE AMEIXEIRA (<i>Prunus salicina</i> LINDL). OS NÚMEROS REPRESENTAM A (%) DE DA ÁREA FOLIAR DOENTE.....	22
FIGURA 2. ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA A AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM (<i>Tranzschelia discolor</i>) DA AMEIXEIRA (<i>Prunus salicina</i>). OS NÚMEROS REPRESENTAM A PERCENTAGEM DE ÁREA FOLIAR COM SINTOMA DA DOENÇA (REPRESENTADA EM VERMELHO NOS DIAGRAMAS).....	39
FIGURA 3. RELAÇÃO ENTRE A SEVERIDADE REAL E A ESTIMADA PARA FERRUGEM (<i>Tranzschelia discolor</i>) DA AMEIXEIRA (<i>Prunus salicina</i>), SEM (A) E COM (B) O USO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED) PARA 50 FOLHAS DOENTES. A LINHA SÓLIDA REPRESENTA A LINHA DE MELHOR AJUSTE, ENQUANTO A LINHA PONTILHADA É A LINHA DE CONCORDÂNCIA, O QUE REPRESENTA PERFEITA RELAÇÃO ENTRE A SEVERIDADE REAL E A ESTIMADA. ERRO ABSOLUTO (SEVERIDADE ESTIMADA MENOS A SEVERIDADE REAL), SEM (C) E COM (D) O USO DA ED PARA 50 FOLHAS DOENTES.....	40
FIGURA 4. INCLINAÇÃO (γ) (A), DESLOCAMENTO (U) (B), FATOR DE CORREÇÃO (C_B) (C), COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R) (D) E CCCL (P_C) (E) DAS ESTIMATIVAS PARA FERRUGEM (<i>Tranzschelia discolor</i>) DA AMEIXEIRA (<i>Prunus salicina</i>), REALIZADAS PELOS 10 AVALIADORES COM (CÍRCULOS BRANCOS) E SEM O USO DA ED (CÍRCULOS PRETOS).....	42
FIGURA 5. REPRODUTIBILIDADE ENTRE 10 AVALIADORES, CONFORME DETERMINADO PELO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2), SEM E COM O USO DA ED COMO UM AUXÍLIO PARA AVALIAR A SEVERIDADE DA FERRUGEM EM 50 FOLHAS DOENTES DE AMEIXEIRA.....	43
FIGURA 6. GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS NAS DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE MOLHAMENTO.....	58
FIGURA 7. GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS NAS DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE MOLHAMENTO.....	59
FIGURA 8. SUPERFÍCIE DE RESPOSTA COM DADOS ESTIMADOS PELO MODELO LINEAR COM RESPOSTA GAUSSIANA DA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DOS ISOLADOS POPULACIONAIS DE <i>Tranzschelia discolor</i> EM FUNÇÃO DE TEMPERATURA E DO PERÍODO DE MOLHAMENTO.....	60
FIGURA 9. INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A TEMPERATURA ÓTIMA NO PERÍODO DE 48 HORAS DE MOLHAMENTO PARA OS DIFERENTES ISOLADOS.....	61
FIGURA 10. PERÍODO LATENTE (DIAS) DOS ISOLADOS DE DIFERENTES ESTADOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES TEMPERATURAS ($^{\circ}\text{C}$).....	63
FIGURA 11. PERÍODO LATENTE ESTIMADO PELO MODELO POLINÔMIO DE GRAU 3 PARA AS DIFERENTES ORIGENS. A BARRA REPRESENTA O INTERVALO DE CONFIANÇA.....	64
FIGURA 12. VALORES DE Log_{10} DO NÚMERO DE PÚSTULAS/ cm^2 DOS ISOLADOS DE DIFERENTES ESTADOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES TEMPERATURAS ($^{\circ}\text{C}$).....	65
FIGURA 13. NÚMERO DE PÚSTULAS/ cm^2 ESTIMADO PELO MODELO POLINÔMIO DE GRAU 3 PARA AS DIFERENTES ORIGENS. A BARRA REPRESENTA O INTERVALO DE CONFIANÇA.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED) PARA MELHORAR A AVALIAÇÃO SOBRE A PRECISÃO, ACURÁCIA E REPRODUTIBILIDADE DAS AVALIAÇÕES DA SEVERIDADE DA FERRUGEM EM 50 FOLHAS DE AMEIXEIRA, ESTIMADAS	POR	10
AVALIADORES.....		43

TABELA 2. REPRODUTIBILIDADE DA AVALIAÇÃO DE 10 AVALIADORES PARA A FERRUGEM EM 50 FOLHAS DE AMEIXEIRA, AMBÓS SEM E COM O USO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED). A REPRODUTIBILIDADE ENTRE OS AVALIADORES É MEDIDA PELO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) E COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRA-CLASS		
(P).....		44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 A CULTURA DA AMEIXEIRA.....	18
2.1.1 Origem e classificação botânica.....	18
2.1.2 A cultura da ameixeira no Brasil.....	19
2.1.3 A ferrugem da ameixeira	20
2.1.4 Quantificação de doenças de plantas	23
2.1.5 Monociclo da ferrugem da ameixeira	24
2.2 . REFERÊNCIAS.....	27
3 CAPÍTULO I: ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA A AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA	34
3.1 RESUMO.....	34
3.2 INTRODUÇÃO	36
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.3.1 Elaboração da ED	37
3.3.2 Validação da ED.....	38
3.4 RESULTADOS	40
3.5 DISCUSSÃO	45
3.6 CONCLUSÃO.....	47
3.7 REFERÊNCIAS.....	48
4 CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO MONOCICLO DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA	54
4.1 RESUMO.....	54
4.2 INTRODUÇÃO	56
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	57
4.3.1 Hospedeiro e inoculo de <i>T. discolor</i>	57
4.3.2 Temperatura e período de molhamento na germinação dos esporos <i>in vitro</i> ..	57
4.3.3 Temperatura no período latente e número de pústulas cm ⁻² <i>ex vivo</i>	58
4.4 RESULTADOS	58
4.4.1 Temperatura e período de molhamento na germinação dos esporos <i>in vitro</i> ..	58
4.4.2 Temperatura no período latente e número de pústulas cm ⁻² <i>ex vivo</i>	62

4.5 DISCUSSÃO	67
4.6 CONCLUSÃO.....	70
4.7 REFERENCIAS.....	70
5 REFERENCIAS GERAIS.....	75

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de ameixa (*Prunus salicina.*) no Brasil esta presente em regiões desde o Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais, equivalendo a áreas de pomares de pêssegos (FAO, 2014). Por se tratar de uma frutífera de clima temperado, apresenta limitações em sua adaptação a regiões mais quentes, ocasionando geralmente problemas fitossanitários. Entre as principais doenças fúngicas que afetam a cultura da ameixeira, destaca-se a ferrugem, causada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranz & Litv. Esta doença, assim como na cultura do pessegueiro, pode chegar a provocar a desfolha precoce induzindo a floração e brotação antecipadas, comprometendo diretamente a produção da planta, (MARTINS *et al.*, 2005; HORSFIELD & WICKS, 2010).

A produção de frutíferas, assim como outras culturas, está cada vez mais comprometida devido à interação de diversos fatores, sendo de grande importância as doenças causadas por fungos e bactérias. Na condição de pomares, além de tratos culturais objetivando o desenvolvimento pleno da planta, o completo monitoramento de uma doença se desempenha como uma ferramenta elementar para a previsão do comportamento de um patógeno (MADAIL, 1993; CASTRO *et al.*, 2008). Baseando-se nestes fatos se encontra a necessidade de um método efetivo e comprovado de quantificação da intensidade causada pela doença em nível de campo, com o intuito de se compreender e monitorar o desenvolvimento de uma epidemia no espaço e tempo (AMORIM, 1995).

Em relação à quantificação de doenças que causam sintomas em folhas, a forma mais adequada é por meio da severidade, a qual representa a porcentagem de tecido foliar doente em relação à área foliar (AMORIM, 1995). Dentre as estratégias que são sugeridas com o objetivo de quantificar a severidade de doenças, têm se destacado as escalas diagramáticas. As escalas diagramáticas são representações esquemáticas de folhas com diferentes níveis de severidade da doença. Estas escalas contêm diagramas com diferentes níveis de severidade da doença que são usados para o avaliador balizar suas avaliações, podendo o avaliador estimar valores de severidade diferentes daqueles contidos na escala (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

A utilização de escalas diagramáticas pode reduzir a subjetividade das estimativas de severidade entre os avaliadores, melhorando a acurácia, precisão e reprodutibilidade das avaliações (NUTTER *et al.*, 1991; BOCK, *et al.*, 2010).

Para que uma escala diagramática desenvolvida possa ser recomendada como um método padrão de quantificação para uma determinada doença, esta precisa ser validada. Somente dessa maneira, seria possível saber se a escala produz resultados satisfatórios, e caso não produza, esta deverá ser novamente elaborada e validada. Com a elaboração e validação das escalas diagramáticas proposta será possível quantificar a severidade das doenças de forma precisa, acurada e reprodutível.

Para se obter um maior conhecimento do ciclo da doença, componentes de monociclo são frequentemente estudados na literatura a fim de se obter informações sobre como os patógenos estabilizam seus processos de germinação, infecção e colonização em hospedeiros durante um determinado tempo. Temperatura, duração do período de molhamento foliar, dentre os diversos fatores ambientais, são os que mais influenciam nas etapas iniciais de uma doença. Para a ferrugem da ameixeira são escassos os estudos a respeito de como as condições ambientais afetam seu desenvolvimento (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996; MARTINS & AMORIM, 1999).

Aliando o estudo do monociclo a um método de quantificação da severidade de uma doença, é possível estudar o progresso das doenças, avaliar genótipos quanto a sua resistência às doenças, avaliar qual fungicida é mais eficiente no controle das doenças, determinar os danos causados pelas doenças e determinar quais as condições ambientais que favorecem as doenças dentre outras predições. Portanto, o objetivo deste trabalho foi elaborar um método de quantificação de severidade da ferrugem da ameixeira por meio do desenvolvimento de uma escala diagramática, e realizar experimentos sob condições controladas testando diferentes temperaturas e duração de períodos de molhamento, a fim de comparar se existem diferenças no desenvolvimento do ciclo de vida dos isolados populacionais de *T. discolor* de localidades distintas (PR, SC e SP) por meio da avaliação germinação de esporos, duração do período latente e número de pústulas/cm² em ensaios *in vitro* e *ex vivo*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA AMEIXEIRA

2.1.1 Origem e classificação botânica

O cultivo da ameixeira é realizado desde muito tempo atrás, inclusive antes da era cristã se disseminar pelo mundo. O centro de origem da ameixeira é a região do centro-oeste da Ásia de onde as primeiras cultivares são relatadas, sendo uma das frutíferas que mais se difundiu pelo globo, dispersando-se por todo o Hemisfério Norte e presente em todos os continentes, exceto em zonas contempladas com condições climáticas extremas como o frio da Zona Polar ou elevado calor dos trópicos (SCHNEIDER & AZEVEDO FILHO, 2014). É cultivada em várias condições climáticas e o consumo e comércio desta frutífera é apreciado até os dias atuais (BARBOSA *et al.*, 2003). Assim como demais frutíferas de clima temperado, apresenta um alto retorno econômico por área com grande demanda de mão-de-obra e empregando mão-de-obra familiar quando disponível (RASEIRA *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 2008).

A ameixeira pertence à família *Rosaceae*, à subfamília *Prunoidae* e ao gênero *Prunus*, que compreende mais de 20 espécies (WEINBERGER, 1975) incluindo os pessegueiros. Duas espécies compõem as principais cultivares: *Prunus domestica* (L.) e *Prunus salicina* Lindl. A espécie *Prunus domestica* (L.), conhecida como ameixeira europeia, possui árvores de forma piramidal que podem atingir até 12 metros de altura, apresentando raízes compridas e pouco profundas. É importante para a produção mundial, mas é pouco cultivada no Brasil por ser altamente exigente em frio (CASTRO *et al.*, 2008).

A outra é denominada *Prunus salicina* Lindl, e é conhecida como ameixeira japonesa, originária do extremo oriente da China, de onde foi, há mais de 400 anos, levada para o Japão e cultivada pela primeira vez com fins alimentares, daí a origem do seu nome (GRUMBERG, 1944; CASTRO *et al.*, 2008; OLIVEIRA, 2012). As cultivares do grupo das japonesas podem ser plantadas em regiões de clima mais ameno e suportam verões úmidos, e são em maioria utilizadas no Brasil, porém a ocorrência de problemas fitossanitários, e a falta de conhecimento do desenvolvimento e manejo da cultura se tornam obstáculos para a expansão da

frutífera em regiões de clima subtropical (BARBOSA *et al.*, 2003; GRELLMANN *et al.*, 2008).

2.1.2 A cultura da ameixeira no Brasil

A ameixa é cultivada no Brasil há muitos anos, no entanto não se tem relatos concretos de quando foi introduzida ao país. Fatores como a falta de cultivares com boa adaptabilidade, problemas fitossanitários e produção de frutos com baixa qualidade diminuíram o potencial dessa frutífera em comparação com as frutas de clima temperado (MADAIL, 2007; IBGE, 2010). No Brasil, os maiores produtores são os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais com produção anual estimada de 12.200, 11.000, 7.000, 6.011 e 1.600 toneladas, respectivamente no ano de 2015 (SEAB/DERAL, 2017). As principais cultivares pertencem à espécie *Prunus salicina* (Lindl), dentre as quais se destacam Amarelinha, Pluma 7, América, Gulf Blaze, Irati, Reubennel, Harry Pickstone, Polli Rosa, Fortune e Letícia (MULLER, 2008).

A produção nacional de frutos não é suficiente para abastecer o mercado, levando a necessidade de importações. Em 2012, foram importados de países próximos ao Brasil cerca de 10.000 toneladas de ameixa, enquanto o valor de exportação nesse mesmo ano não passou de 400 kg. Problemas fitossanitários enfrentados pelas cultivares de baixa adaptabilidade para as regiões de clima subtropical onde a produção de frutos é de baixa qualidade, demonstram que o potencial de crescimento da cultura depende de avanços nessas áreas (EIDAM *et al.*, 2012).

Na fruticultura paranaense, a cultura da ameixa, em 2015, ocupou o total de 648 hectares plantados, obtendo uma produção de 10.228 toneladas e gerando R\$ 26.604.762 de valor bruto da produção e participando com 0,6% do total da produção regional de frutas no Estado (EIDAM *et al.*, 2012; SEAB/DERAL, 2017). No Paraná uma das principais cultivares utilizadas é a Reubennel, a qual possui uma epiderme amarelo-esverdeada com 10 a 20% de vermelho. A polpa é amarela, firme, doce levemente ácida e bom sabor. Amadurece em fins de janeiro e se trata de uma planta vigorosa, semiaberta e como aspecto negativo apresenta problemas como a bacteriose, escaldadura das folhas, ferrugem e viroses, que sempre interferiram no desenvolvimento da cultura da ameixeira (RASEIRA, *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2008).

Por se tratar de uma espécie adaptada a clima temperado, onde temperaturas amenas e horas de frio são necessárias para que complete seu ciclo, está sujeita a estresses devido às condições ambientais que o clima subtropical do Brasil oferece em suas regiões de cultivo. Sendo assim, ocorre uma baixa adaptabilidade de novas cultivares devido aos fatores ambientais a que são expostas as cultivares e o alto desenvolvimento de problemas fitossanitários. Fatores como zoneamento climático ideal, necessidades nutricionais, porta enxerto utilizado e adaptabilidade, são indispensáveis para a manutenção da qualidade e produtividade de um pomar (BARBOSA *et al.*, 2003; WREGGE *et al.*, 2005).

A cultura possui potencial de aumento de consumo pelos brasileiros, onde diversos estudos na área de produção alimentícia e agroindústria apontam qualidades como baixo teor calórico, fonte de potássio além de sabor e aparência convidativa a sua obtenção no mercado varejista, portanto, sendo necessário um maior investimento para que ocorra um crescimento na produção de ameixas no Brasil (FACHINELLO *et al.*, 2011).

2.1.3 A ferrugem da ameixeira

O agente causal da ferrugem das ameixeiras europeia (*Prunus domestica* L.) e japonesa (*Prunus salicina* Lindl.) é o fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litinov, também relatado como patógeno de culturas hospedeiras pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch), nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*), damasco (*Prunus armeniaca* L.), amêndoas (*Prunus dulcis* (Mill.) Webb), e cerejas (*Prunus avium* L.) (KABLE *et al.*, 1986).

O fungo pertencente ao Filo Basidiomycota, e na presença de condições climáticas ideais e hospedeiro alternativo *Anemone coronaria* (anêmona de jardim), é classificado como macrocíclico e heteróico e pode apresentar cinco tipos de esporos: picniósporos, aéciosporos, urediniósporos, teliósporos e basidiósporos (DUNEGAN, 1936; DUNEGAN, 1938; OGAWA & ENGLISH, 1991; ADASKAVEG *et al.*, 2000). Depois que os teliósporos germinam no final do ciclo da doença, formam basidiósporos que infectam o hospedeiro alternativo *A. coronaria* onde ocorrerá o estado aecial com produção de aéciosporos que infectam apenas as espécies do gênero *Prunus* (ADASKAVEG *et al.*, 2000).

Tranzschel (1905) relata que *T. discolor* é macrocíclica sob certas condições e que a passagem de um hospedeiro para outro é provavelmente necessária para sua sobrevivência em climas frios, e o estágio aecial produzido em *Anemona coronaria* ou em outros hospedeiros alternativos, aparentemente não é necessário para sua sobrevivência em regiões mais quentes, como a costa do Pacífico dos EUA (OGAWA & ENGLISH, 1991). Este fato pode explicar o ciclo de vida de *T. discolor* em regiões de clima subtropical como dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, onde na ameixeira geralmente são encontrados apenas urediniósporos. Teliósporos não foram relatados até o presente momento em ameixas no Brasil, e aliado à inexistência de *A. coronaria* no país, aumenta a relevância de urediniósporos em ocasionar as infecções nas folhas.

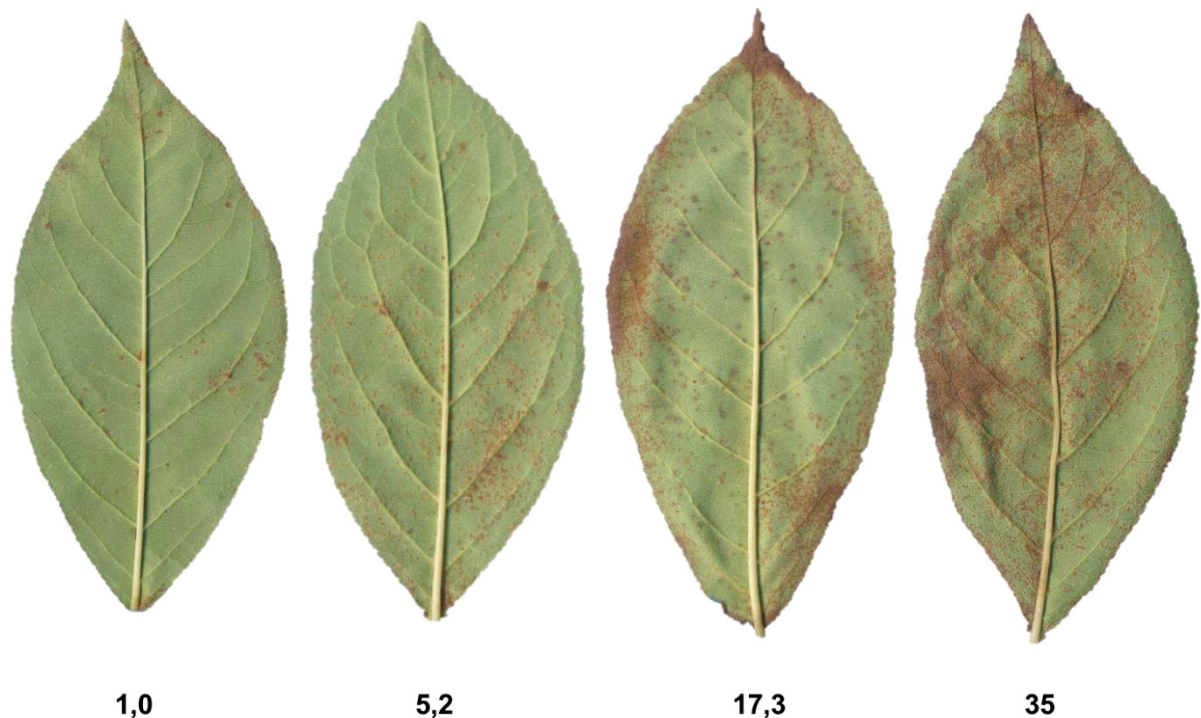
Ellison *et al.*, (1987) relatam que *T. discolor* é um patógeno exclusivo das folhas para a cultura da ameixeira e que os urediniósporos que apresentam maior viabilidade de causar novas infecções, são aqueles que sobrevivem em folhas que ficam presas na copa da árvore e podem causar infecções na estação subsequente quando germinam, afirmando em estudos realizados que estes esporos expostos dentro da estrutura da copa da árvore sobreviveram melhor (cerca de 20%) do que aqueles expostos no solo (menos de 5%), permanecendo viáveis pela primavera.

Em relação ao ciclo de vida de *T. discolor*, Barret, (1915) notou que o clima moderado do Sul da Califórnia favorece o fungo a sobreviver no inverno em folhas remanescentes nas árvores, sem ter sobrevivência em ramos ou frutos como na cultura do pessegueiro e ainda afirma que para a cultura da ameixeira os urediniósporos são predominantes se não o único inoculo para infecção no Vale do Sacramento (OGAWA & ENGLISH, 1991). Um dos primeiros relatos sobre o ciclo de vida do patógeno foi realizado por Pierce (1894), que afirma que pode haver uma série de períodos de infecção foliar, dependendo do tempo. Lesões nos frutos podem ocorrer em pêssegueiro, no entanto, não são observadas lesões em, outras espécies de *Prunus*. A infecção primária na primavera é provavelmente iniciada pelos urediniósporos que hibernaram nos ramos ou mesmo na folhagem, já que nessa localidade frequentemente permanece na árvore até a primavera e a infecção ocorre através da superfície inferior das folhas. Cunningham (1925), na Nova Zelândia e Perlberger (1943), na Palestina também desconsideraram a importância de hospedeiro alternativo e sobrevivência em ramos e frutos de *T. discolor* para o

desenvolvimento do ciclo de vida do fungo na cultura da ameixeira (OGAWA & ENGLISH, 1991).

Os sintomas na ameixeira são observados nas folhas, com a presença de lesões angulares distribuídas irregularmente, no início verde-amareladas na face superior da folha, evoluindo para pústulas de coloração marrom cobertas de urediniósporos na face inferior (FIGURA 1). Na cultura do pessegueiro ao incidir sobre as folhas, a doença causa uma desfolha precoce da planta, que como defesa emite novas brotações que serão perdidas na desfolha natural desta espécie decídua (BLEICHER & TANAKA, 1982; KABLE *et al.*, 1986), mesmo não havendo relatos ou estudos que remetam esta informação diretamente a cultura da ameixeira, provavelmente é o mesmo processo que ocorre na espécie também pertencente ao gênero *Prunus* (MARTINS *et al.*, 2005; HORSFIELD & WICKS, 2010). Em relatos se referindo a fruteiras de caroço, tanto pessegueiro como ameixeira, *T. discolor* é associada ao fato e pode causar reduções significativas no rendimento e qualidade das frutas por meio da desfolha precoce, maturação incompleta e causar declínio a longo prazo no vigor das plantas (ELLISON, 1987; SOTO-ESTRADA *et al.*, 2005).

FIGURA 1. DIFERENTES NÍVEIS DE SEVERIDADE DA FERRUGEM CAUSADA PELO FUNGO *Tranzschelia discolor* NA FACE ABAXIAL DE FOLHAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina*). OS NÚMEROS REPRESENTAM A PERCENTAGEM (%) DE DA ÁREA FOLIAR DOENTE.



FONTE: O AUTOR (2016)

A doença está disseminada nas regiões produtoras de ameixeira e pode causar sérios problemas. Devido as condições climáticas favoráveis à doença, controle químico restrito sempre aos mesmos ingredientes ativos e falta de conhecimento dos produtores, essa doença se tornou uma das mais importantes em várias regiões produtoras de pêssego e ameixa do Brasil. As condições climáticas no país tendem a se comportar aos extremos, apresentando invernos muito rigorosos no sul do Paraná e Santa Catarina e verões muito quentes e com chuvas inesperadas ao longo do ano no sul de São Paulo (CITADIN *et al.*, 2005), podendo ser este um dos fatores que diferencia a intensidade epidêmica da ferrugem da ameixeira entre os estados (MAY DE MIO *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2005).

2.1.4 Quantificação de doenças de plantas

Para que seja possível avaliar quais são as melhores medidas de controle para a ferrugem da ameixeira, desenvolver modelos de dano, estudar quais as condições ambientais que favorecem a epidemia da doença, monitorar epidemias e entender a curva de progresso da doença, além de dominar os processos da biologia do patógeno precisamos ter métodos eficientes para quantificar a doença, uma vez que só pode ser determinada com confiabilidade quando expressada em números (LOPES *et al.*, 2014).

A intensidade de uma doença é muito importante para o estudo de seus aspectos epidemiológicos e pode ser determinada de três formas: incidência, severidade e prevalência. A quantificação da doença utilizando uma das três medidas citadas depende do patossistema e dos objetivos do estudo (AMORIM & BERGAMIM FILHO, 2011). Como os sintomas da ferrugem da ameixeira ocorre nas folhas, a intensidade da doença deve ser expressa pela determinação da severidade, ou seja, a proporção ou percentagem de tecido doente (área ou volume) em relação ao tecido total (área ou volume). A estimativa da severidade é uma tarefa difícil e demorada, por isso está sujeita a diversos tipos de erros, levantando a sub ou superestimativas dos valores estimados de severidade (CAMPBELL & MADDEN, 1990; AMORIM & BERGAMIM FILHO, 2011; DUARTE *et al.*, 2014).

Com o objetivo de se quantificar a severidade de doenças, várias estratégias têm sido sugeridas e entre estas, tem se destacado as escalas diagramáticas (ED), que são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas, ou partes de

plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade e auxiliam na minimização dos erros nas estimativas realizadas (NUTTER *et al.*, 1991; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996; LOPES *et al.*, 2014). Estas escalas contêm diagramas com diferentes níveis de severidade da doença que são usados para o avaliador balizar suas avaliações, podendo o avaliador estimar valores de severidade diferentes daqueles contidos na escala (LOPES *et al.*, 2014).

Na elaboração da ED vários aspectos devem ser considerados, como o maior valor de severidade da escala deve corresponder à intensidade máxima de doença observada no campo, os intervalos entre os diagramas devem ser linearmente distribuídos como já comprovado por vários autores (NUTTER & ESKER, 2006; BOCK *et al.*, 2009) e os sintomas devem ser representados o mais próximo possível da distribuição do patógeno no hospedeiro.

Para que uma ED possa ser recomendada como um método padrão de quantificação para uma determinada doença, esta deve ser validada. Para isso, folhas com sintomas da doença são estimadas por avaliadores sem, e, posteriormente com o uso da escala, para que se compare o desempenho dos mesmos determinando se suas estimativas obtiveram melhorias na acurácia, precisão e reprodutibilidade. Somente assim, seria possível saber se a escala produz resultados satisfatórios e comprova sua eficiência na estimativa da severidade, e caso não seja validada, a ED deverá ser novamente elaborada e validada (KRANZ, 1988; BERGAMIM FILHO, 2010; DUARTE *et al.*, 2014).

Acurácia refere-se à proximidade dos valores estimados de uma determinada amostra em relação ao valor real (VALE *et al.*, 2004). Portanto, em um método acurado, os valores das estimativas são muito próximos aos valores reais, havendo baixa tendência de superestimativas e subestimativas. A precisão refere-se à repetibilidade, ou seja, um método repetitivo é aquele que apresenta uma baixa variação associada com a estimativa da quantidade da doença (BOCK *et al.*, 2010). Tanto a acurácia quanto a precisão na avaliação de doenças, são importantes para avaliar corretamente estratégias de manejo, quantificar e modelar o progresso da doença no tempo e no espaço, predizer quantidades futuras de doença e elucidar a relação dentre injúria e dano (NUTTER *et al.*, 1991; MADDEN & NUTTER, 1995). Já a reprodutibilidade refere-se à variabilidade dos valores estimados entre os diferentes avaliadores combinados aos pares. Sendo assim, um método reprodutível

é aquele em que os valores estimados pelos diferentes avaliadores são próximos entre si (YADAV *et al.*, 2013).

2.1.5 Monociclo da ferrugem da ameixeira

Para o desenvolvimento de uma doença, é necessária a ocorrência de três fatores indispensáveis, como ambiente favorável ao agente causal, suscetibilidade do hospedeiro e que o patógeno presente seja capaz de causar a doença (AGRIOS, 1997). Dentre os três fatores, o ambiente é o que apresenta maior variação dentro do ciclo de uma cultura, sendo determinante para que uma epidemia da doença ocorra ou não (BEDENDO, 2011). A umidade é um dos componentes do fator ambiental, sendo ela presente na forma de chuvas, orvalhos ou irrigação, pois para várias doenças é um fator indispensável durante a infecção do patógeno já que interfere no sub-processo de germinação e penetração de fungos e bactérias nas plantas. A disseminação também pode ser influenciada pela presença da água, seja para patógenos de parte aérea em forma de respingos de chuva ou de patógenos veiculados ao solo (BERGAMIN FILHO & AMORIN, 1996; VALE & ZAMBOLIM, 1996).

Para fins de estudos epidemiológicos, a umidade pode ser estudada quando testada em forma de duração do período de molhamento foliar, ou seja, o número de horas em que a folha de um hospedeiro fica na presença de água. E dessa maneira os processos do ciclo de vida de um patógeno podem ser quantificados e analisados para saber a real influência da água em seu desenvolvimento.

Outro fator de extrema importância para a ocorrência de doenças é a temperatura. Esta pode influenciar em todas as etapas do ciclo patógeno-hospedeiro, desde a sobrevivência até a reprodução e liberação de esporos. Todo patógeno tem uma faixa ideal de temperatura mínima e máxima para que se multiplique no hospedeiro e se dissemine pela cultura em que atua, sendo um componente de extrema variação no ambiente (VALE *et al.*, 2004). Em regiões de climas tropical e subtropical existe uma ampla variação de temperaturas, por isso este fator quase nunca se torna limitante para a ocorrência de uma doença, pois dessa maneira permite que o patógeno se desenvolva (BEDENDO, 2011).

Fungos causadores de ferrugens são descritos na literatura sempre acompanhados de informações sobre temperatura e umidade ideais para sua

ocorrência. No caso da ferrugem da ameixeira ocasionada pelo fungo *Tranzschelia discolor*, são escassos os estudos que abordam especificamente as reais condições de disposição de água e temperatura ideais para que complete seu ciclo na cultura perene. Esta doença se classifica como policíclica, ou seja, apresenta ciclos secundários de disseminação dentro de um único ciclo da cultura (VAN DER PLANK, 1975). Quando em condições ambientais favoráveis como na primavera e no início do ciclo anual da cultura, os urediniósporos que sobreviveram em folhas passam a germinar, caracterizando a infecção primária do patógeno no hospedeiro, já a infecção secundária ocorre após a dispersão dos urediniósporos, os quais são facilmente e principalmente transportados pelo vento, insetos e chuvas (CUNNINGHAM, 1922; MARTINS *et al.*, 2005).

Em estudos realizados na cultura do pessegueiro com o mesmo patógeno, as principais variáveis que afetaram a infecção de *T. discolor* foram temperatura e umidade, as quais influenciam a germinação dos propágulos nos pomares, sendo que a viabilidade dos urediniósporos é maior na faixa de temperatura entre 13 e 26°C (OGAWA & ENGLISH, 1991). A umidade também exerce papel importante na germinação dos esporos, auxiliando na penetração do tubo germinativo nas células do hospedeiro (AGRIOS, 1997). Assim, umidade, temperatura e disponibilidade de urediniósporos viáveis são os fatores limitantes para infecção e posterior colonização, já que estão aptos a reinfecção das folhas dentro de um mesmo ciclo da cultura (MAY DE MIO *et al.*, 2004).

Outros estudos sobre fungos causadores de ferrugem também citam a importância desses dois fatores ambientais no desenvolvimento da doença. Angellotti *et al.* (2014) realizaram um estudo para a ferrugem da videira (*Vitis vinifera* L.) causada pelo fungo *Phakopsora euvitidis* Ono, e determinaram que a temperatura influencia no período latente do patógeno, aumentando ou diminuindo o número de dias para que a doença ocorra, assim como a relação da temperatura com a duração do período de molhamento foliar afeta a germinação dos esporos.

Os autores relatam ainda que o período latente mínimo para que o patógeno apresente seus sinais foi de 7 dias, com temperaturas ótimas para que isso ocorra na faixa de 24 a 28°C, e não houve ocorrência da doença a 30°C. Também determinaram que são necessárias no mínimo 6 horas de duração de período de molhamento foliar a 15 e 25°C para que ocorra a infecção de urediniósporos de *P. euvitidis* na videira. A máxima germinação se deu a 20°C entre 12 e 24 horas de

molhamento foliar. Com essas informações os autores conseguiram demonstrar quais condições favorecem as etapas mais importantes do ciclo da ferrugem da videira, e, portanto, auxiliar a definir a época em que uma epidemia da doença seria inevitável.

O conhecimento do efeito de temperatura e duração do período de molhamento foliar de um patossistema é fundamental para se determinar as épocas mais favoráveis e determinar medidas de controle para uma doença.

2.2 REFERÊNCIAS

ADASKAVEG, J.E.; SOTO-ESTRADA, A.; FORSTER, H.; THOMPSON, D.; HASEY, J.; MANJI, B.T.; TEVIOTDALE, B. Peach rust caused by *Tranzschelia discolor* in Califórnia, 2000.

AGRIOS, G. N. Control of plant diseases. **Plant pathology**, v. 5, p. 295-357, 1997.

ALVES, G.; MAY DE MIO.; L.L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p. 907-912, 2008.

ALVES, G., MAY DE MIO, L. L., ZANETTE, F., & OLIVEIRA, M. C.. Ferrugem do pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de carboidratos em ramos e gemas. **Tropical Plant Pathology**, v. 33 n.5, p. 347-353, 2008.

ALVES, G.; NESI, C.N.; MAY DE MIO, L.L. Detection of surviving fungi on peach tree twigs. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology**, suplemento. Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.35, p.173, 2010.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4 ed. Agronômica Ceres, p. 59-98, 2011.

ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J. ; VIDA, J. B. ; CANTERI, M. G. The effect of temperature, leaf wetness and light on development of grapevine rust. **Australasian Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 9-13, 2014.

BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R. F. de A.; COSTA, A. A Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p.341- 344, 2003.

BARRET, J.T. Observations on prune rust, *Puccinia pruni-spinosae* Pers. In southern California. **Phytopathology**, v.5, p. 293, 1915.

BEDENDO, I.P. Ferrugens In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ªed: Ceres, v.1,. p. 479 - 484, 2011.

BERTRAND, P. F. Rust. In: OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K. Compendium of Stone Fruit Diseases. **American Phytopathological Society**, p. 23-24, 1995.

BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico: Ceres**, 289 p. 1996.

BERGAMIN FILHO, A. Apostila do Curso *Latu Sensu* em Proteção de Plantas da UFV. **Epidemiologia de Doenças de Plantas**. CEAD – Coordenadoria de Educação Aberta e à Distância. Viçosa-MG. 95 p. 2010.

BLEICHER, J.; TANAKA, H. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. 2º ed. **Empresa Catarinense de pesquisa agropecuária S.A.**, 53 p. 1982.

BOCK, C.H.; GOTTWALD, T.R.; PARKER, P.E.; COOK, A.Z.; FERRANDINO, F.; PARNELL, S.; VAN DEN BOSCH, F. The Horsfall-Barratt scale and severity estimates of citrus canker. **European Journal Plant Pathology**. v.25, p. 23-38, 2009.

BOCK, C.H.; POOLE, G.; PARKER, P.E.; GOTTWALD, T.R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Review Plant Science**, v.29, p.59-107, 2010.

BOLKAN, H.A.; OGAWA, J.M.; MICHAILIDES, T.J.M.; KABLE, P.F. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. **Plant Disease**, n. 69, p.485-486, 1985.

CAMPBELL, C.L; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley and Sons, 1990.

CASTRO, L.A.S.; NAKASU, B.H.; PEREIRA, J.F.M. Ameixeira: Histórico e Perspectivas de Cultivo. **Circular Técnica 70**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008. Disponível (online). <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/> (17 de outubro). 2017.

CITADIN, I.; BERTUOL, O.; BASSANI, M.H.; SOUSA, R.N.; PINOTTI, L.C.A.; SOLETTI, T. Controle da ferrugem da folha de pessegueiro mediante pulverizações com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.317-319, 2005.

CITADIN, I.; MAZARO, S.M.; DANNER, M.A.; RASEIRA, M.C.B.; MALAGI, G. Variability in leaf rust susceptibility among peach cultivars. **Revista Ceres**, n.57, p.185-193, 2010.

CUNNINGHAM, G.H. Leaf-rust, *Puccinia pruni-spinosae* Pers. Its appearance, cause, and control. **New Zealand Journal of Agriculture**, Wellington, v. 25 p. 271-277, 1922.

CUNNINGHAM, G.H. Fungous diseases of fruit trees in New Zealand. Brett, Auckland, p. 382, 1925.

DEL PONTE, E.M., PETHYBRIDGE, S.J., BOCK, C.H., MICHEREFF, S.J., MACHADO, F.J., & SPOLTI, P. Standard Area Diagrams for Aiding Severity Estimation: Scientometrics, Pathosystems, and Methodological Trends in the Last 25 Years. **Phytopathology**, v.107, n.10, p.1161-1174, 2017.

CITADIN, I. **Fruteiras de Caroco**. Acesso em 07/01/2018. Disponível em: http://pitanguieuepg.br/departamentos/defito/labiovegetal/Fruteiras_De_Caroco.pdf

DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Elaboração e validação de escala diagramática. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; PEREIRA, L. O. (eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, Editora UFV, p. 123 – 137, 2014.

DUNEGAN, J.C. The occurrence in the United States of two types of teliospores of *Tranzschelia pruni-spinosae*. **Phytopathology**, v.26, p. 91, 1936.

DUNEGAN, J.C. The rust of stone fruits. **Phytopathology**, v.28, p. 411-427, 1938.

DUNEGAN, J.C. & SMITH, C.O. Germination experiments with urediniospores and teliospores of *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor*. **Phytopathology**, v.31, p. 189-191, 1941.

EIDAM, T.; PAVANELLO, A.P.; AYUB, R.A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.34, p. 001-319. 2012.

ELLISON, P. J.; McFADYEN, L. M.; KABLE, P. F. Overwintering of *Tranzschelia discolor* in prune orchards in New South Wales. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.38, p.895-905, 1987.

EMBRAPA - **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Cartilha do produtor de pêssego, 30p, 1990.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Faostat. Disponível em < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acesso em: 12/08/2017.

FACHINELLO, J.C., PASA, M.D.S., SCHMITZ, J.D., & BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p. 109-120, 2011.

FORTES, J.A. **Doenças do pessegueiro e ameixeira: etiologia e controle**. Pelotas: Embrapa-CPACT, (Embrapa CPACT. Documentos, 2), 14 p, 1993.

GOLDSWORTHY M.C.; SMITH R.E. Studies on rust of clingstone peaches in California. **Phytopathology**, v.21, p.133-168, 1931.

GRELLMANN, E.O.; SIMONETTO, P.R.; RODRIGUES, L.R. Comunicado Técnico América Tardia: nova variedade de ameixeira. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.14, n.1, p.53-56, 2008.

GRUMBERG, I.P. **Variedades de durazneros y ciruelos que se cultivan en el país**. Universidad de Buenos Aires, 453 p, 1944.

HORSFIELD, A. & WICKS, T. Sources of primary inoculum of *Tranzschelia discolor* in Australian almond orchards. **Australasian Plant Pathology Society**, v.39, p. 350-357, 2010.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produção Agrícola Municipal - situação em 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat> > Acesso em: 10/06/2016.

KABLE, P.F.; ELLISON, P.J.; BAMBACH, R.W. Physiologic specialization of *Tranzschelia discolor* in Australia. **Plant Disease**, v.70, n.3, p.202-204, 1986.

KABLE, P.F.; KEEN, B.J.; BAMBACH, R.W. Evaluation of fungicides for curative activity against *Tranzschelia discolor*, cause of the rust of French prune (*Prunus domestica* L.), **Australian Journal Agricultural Research**, v.38, n.3, p. 577-585, 1987.

KOWATA, L.S.; AMORIM, L.; FACHINELLO, J.C.; MAY DE MIO, L.L. Implementação do sistema de produção integrada de pêssegos no Paraná. **Bragantia**, v.70, n.2, p.325-333, 2011.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 35-50, 1988.

LAUNDON G.F., RAINBOW A.F. *Tranzschelia pruni-spinosa* var. *discolor*. C.M.I. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria . **Commonwealth Mycological Institute**. v. 29, n. 287, 1971.

LEONEL, S., PIEROZZI, C.G., & TECCHIO, M. A. Produção e qualidade dos frutos de pessegueiro e nectarineira em clima subtropical do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p.118 -128, 2011.

LOPES, P. U.; DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Quantificação de doenças de plantas. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; RODRIGUES, F.A. **O essencial da Fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.51-77, 2014.

MADAIL, J.C.M. Aspectos socioeconômicos. In: CASTRO, L.A.S. (Ed.). Ameixa: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, (Frutas do Brasil) v. 43, p. 13-15, 1993.

MADAIL, J.C.M.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M. Custo de produção da ameixa, um caso da Serra Gaúcha. **Comunicado Técnico 157**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

MARTINS, M.G.: **Quantificação dos parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 68 p, 1994.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. A ferrugem do pessegueiro. **Summa Phytopathologica**, v.22, p. 193-199, 1996.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Efeito do período de molhamento foliar em componentes monocíclicos da ferrugem do pessegueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p. 552-555, 1999.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Caracterização morfológica e especialização patogênica de *Tranzschelia discolor* em diferentes espécies de *Prunus*. **Fitopatologia Brasileira**, v.25 (1), p. 79-83, 2000.

MARTINS, M.C., GUERZONI, R.A., CÂMARA, G.D.S., MATTIAZZI, P., LOURENÇO, S.A., & AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 , n.2, p, 179-184, 2004.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE JR, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI H.; AMORIM,L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO,L.E.A **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**: Agronômica Ceres, p. 545-557, 2005.

MAY DE MIO, L.L, GARRIDO, L.; UENO B. Doenças de fruteiras de caroço In: MONTEIRO LB, MAY-DE MIO L.L, SERRAT BM, CUQUEL FL (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. p. 169-222, 2004.

MAY DE MIO, L.L & MOREIRA, M.L. Manejo de Doenças de Rosáceas de Caroço. In: **Manejo Integrado de doenças de fruteiras** / organizado por Núcleo de Estudos em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras. – Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Brasília, 270p, 2007.

MAY DE MIO, L.L; PARISI, M.C.M.; UENO, B.; FARJADO, T.V.M.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda, a. v.2, cap. 66, p. 629-645, 2016.

MULLER, C. **Análise faunística e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) potenciais vetoras de *Xylella fastidiosa* em pomares de ameixeiras nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NESI, C. N., ALVES, G., RIBEIRO, P. J.; MAY DE MIO, L. L. M. Heterogeneity of peach rust disease progress within the tree canopy. **European journal of plant pathology**, v.139, n.4, p, 663-677, 2014.

NITA, M.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v.93. p.995-1005, 2003.

NUTTER, F.W.; TENG, P.S.; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, v.75,n.11, p. 1187-1188,1991.

NUTTER, F.W.; ESKER, P.D. The role of psychophysics in phytopathology. **European Journal Plant Pathology**, v.114, p.199-213, 2006.

OGAWA, J. M. & ENGLISH, H. **Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops**. UCANR Publications, 1991. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0ykKP23s1kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=OGAWA+%26+ENGLISH,+1991&ots=E19HePmJ47&sig=3Nh-dhZJvtOsbZf1XCBlvZJbCd0#v=onepage&q=rust&f=false>

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. Compendium of Stone Fruit Diseases, **American Phytopathological Society** APS impresso, 98p, 1995.

OLIVEIRA, R. S.; RAMOS, J. D.; OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, M. C. M. Crescimento vegetativo e fenologia de ameixeira sob cultivo orgânico na região de Delfim Moreira – MG. **Revista Agraria** n.5, p. 198-205. 2012.

OZKUL, Y.; ERINCIK, O. Prevalence, incidence and severity of plum rust (*Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv.) in the Aydin Province. **Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty**, v.7, n.2, p.85-92, 2010.

PEREIRA, L. O. (Eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, Editora UFV, p. 323 – 349, 2014.

PERLBERGER, J. The rust disease of stone fruit trees in Palestine. **Rehovat Agriculture**, v.34, 1943.

PIERCE, N.B. Prune rust. **Journal Mycology**, v7, p.354-363, 1894.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.) **Melhoramento de frutíferas de clima temperado**. UFV, p. 89-126, 2002.

RASEIRA, M.C.B. NAKASU, B.H., CASTRO, L.A.S. **Cultivares. Sistemas de Produção, 2: Cultivo da ameixeira**. EMBRAPA. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica, 2005.

RODRIGUES, A., SCARPARE FILHO, J. A., ARAÚJO, J. D., GIRARDI, E. A., & SCARPARE, F. V. Intensidade de poda verde em pessegueiro para controle da ferrugem *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litvinov. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, p.634-638, 2008.

SACHS, S.; CAMPOS, A.D. O pessegueiro. In: Medeiros, C.C.B.; RASEIRA, M.C.B. (Eds) **A cultura do pessegueiro**.: Embrapa-SPI, 1998.

SCHNEIDER, N. A., & DE AZEVEDO FILHO, W. S. Epidemiologia da escaldadura das folhas da ameixeira. **Caderno de Pesquisa, série. Biologia**, v. 26, n.2, p. 25-40, 2014.

SCOTT, C.E & STOUT, G.L. *Tranzschelia punctata* on cultivated *Anemone* sp. In the Santa Clara Valley. **California Department of Agriculture**, v.20, p. 10-11, 1931.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**: FEALQ, 760 p,1998.

SMITH, C.O. A study of *Tranzschelia pruni-spinosae* on *Prunus* species in California. **Hilgardia**, v.17, p. 251-266, 1947.

SOTO-ESTRADA, A.; ADASKAVEG, J.E.; MANJI, B.T.; HASEY, J. Early and late season rust epidemics on cling peach and their effect on crop production in California. **Phytopathology**, v. 88, 84 p, 1998.

SOYLU, S.; SOYLU, E. M.; KURT, S. First report of leaf rust on plum (*Prunus cerasifera*) by *Tranzschelia pruni-spinosa* var. *discolor* in the eastern Mediterranean region of Turkey. **Plant pathology**, v. 53, n. 2, p. 257-257, 2004.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. **Revisão Anual de patologia de plantas, Passo Fundo**, v. 4, p. 149-207, 1996.

VALE, F.X.R., JESUS JUNIOR, W.C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas** (1): Perffil Editora. P. 532,2004.

VAN DER PLANK, J. **Principles of plant infection**. Plant Diseases, v.28, p. 632, 1975.

WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J. F. M.; CASTRO, L. A. S.; BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul. **Documentos 151**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2005.

YADAV, N.V.S.; DE VOS, S.M.; BOCK, C.H.; WOOD, B.W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v.62, p.325-335, 2013.

3. CAPÍTULO I: ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA A AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA

3.1 RESUMO

A ferrugem da ameixeira é causada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litvinov. e vem ocasionando danos que influenciam diretamente na produtividade dos pomares resultando em perdas. Para avaliar quais são as melhores medidas de controle para uma determinada doença, necessitam-se métodos eficientes para quantificar a mesma. A melhor estratégia para quantificação de doenças foliares é por meio da severidade, e para se ter uma quantificação rápida e eficiente é necessário elaborar e validar as escalas diagramáticas. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi elaborar e validar uma escala diagramática (ED) para a avaliação da severidade da ferrugem da ameixeira. Primeiramente foram obtidas 200 folhas com sintomas da ferrugem da ameixeira. As folhas foram digitalizadas e em seguida, todas as imagens foram processadas e a severidade real foi determinada pelo software QUANT. A partir disso, foi elaborada a ED composta por dez imagens com severidades distintas (0,3; 1,0; 2,0; 5,0; 10; 15; 20; 25; 30 e 35%). A ED foi validada em duas etapas por 10 avaliadores sem experiência na avaliação de doenças de plantas. A primeira etapa foi constituída por estimativas de severidades em 50 folhas com diferentes níveis de severidade de doença sem o uso da escala e posteriormente com o uso da ED para o mesmo conjunto de folhas, representando assim a segunda etapa. A análise de correlação concordante de Lin's baseada na severidade estimada pelos avaliadores *versus* severidade real foi realizada e demonstrou que a precisão e acurácia foram melhoradas quando houve o uso da ED comparado a quando não foi utilizada. A ED melhorou a acurácia ($C_b = 0,78$ e $0,97$, sem e com a ED, respectivamente), a precisão ($r = 0,87$ e $0,93$, sem e com a ED, respectivamente) e o coeficiente de correlação concordante de Lin's ($\rho_c = 0,68$ e $0,91$ com e sem a ED, respectivamente) das estimativas de severidade. Houve maior reprodutibilidade quando se utilizou a ED (coeficiente de determinação, $R^2 = 0,61$ sem e $R^2 = 0,79$ com a ED, e coeficiente de correlação intraclassa $\rho = 0,45$, sem ED e $\rho = 0,88$ com a ED). A ED elaborada melhorou a precisão, acurácia e a reprodutibilidade das estimativas.

Palavras-chave: *Tranzschelia discolor*; Fitopatometria; Doença fúngica.

CHAPTER I: ELABORATION AND VALIDATION OF A DIAGRAMATIC SCALE FOR THE EVALUATION OF THE SEVERITY OF PLUM RUST

ABSTRACT

The plum rust is caused by the fungus *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranz and Litv. and has been causing damages that directly influence the productivity of the orchards resulting in losses. To evaluate the best control measures for a particular disease, efficient methods are required to quantify the disease. The best strategy for quantification of foliar diseases is through severity, and if you have a quick and efficient quantification it is necessary to elaborate and validate the standard area diagram. Thus, the objective of the work was to elaborate and validate a standard area diagram (SAD) for the evaluation of the severity of plum rust. First, 200 leaves with symptoms of plum rust were obtained. The sheets were scanned and then all images were processed and the actual severity was determined by QUANT software. From this, SAD was composed of ten images with different severities (0,3, 1.0, 2.0, 5,0, 10, 15, 20, 25, 30 and 35%). The SAD was validated in two stages by 10 evaluators with no experience in evaluating plant diseases. The first stage consisted of estimates of severity in 50 leaves with different levels of disease severity without the use of the scale and later with the use of SAD for the same set of leaves, thus representing the second stage. Lin's concordant correlation analysis based on the severity estimated by the evaluators versus actual severity was performed and demonstrated that precision and accuracy were improved when SAD was used compared to when it was not used. SAD improved accuracy ($C_b = 0,78$ and $0,97$, without and with SAD, respectively), precision ($r = 0,87$ and $0,93$, without and with SAD, respectively) and the coefficient of concordant correlation of Lin's ($\rho_c = 0,68$ and $0,91$ with and without SAD, respectively) of the severity estimates. There was greater reproducibility when SAD (coefficient of determination, $R^2 = 0.61$ without and $R^2 = 0,79$ with SAD, and intraclass correlation coefficient $\rho = 0,45$, without SAD and $\rho = 0,88$ with SAD). The elaborated SAD improved the accuracy, accuracy and reproducibility of the estimates.

Key words: *Tranzschelia discolor* ; Phytopathometry; Fungal disease.

3.2 INTRODUÇÃO

A produção de ameixa no Brasil se concentra no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e sul de Minas Gerais (SEAB/DERAL, 2017). Entre os entraves que a cultura se depara para concretizar seu avanço nas regiões produtoras do país, destaca-se a ferrugem da ameixeira, causada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litvinov. Este patossistema é importante, pois vem provocando danos que influenciam diretamente na produtividade e qualidade dos pomares (MAY DE MIO *et al.*, 2016).

Os sintomas se diferem em relação aos da cultura do pessegueiro, ainda que, o agente causal da doença seja considerado o mesmo para ambas as culturas (OGAWA *et al.*, 1995; MAY DE MIO *et al.*, 2016), podendo ocasionar a redução da área foliar sadia devido as lesões formadas na face abaxial das folhas que pode levar a uma desfolha precoce das plantas, podendo induzir a floração e brotação antecipada, o que gera alteração no ciclo da cultura (ALVES & MAY DE MIO, 2008).

Para avaliar quais são as melhores medidas de controle para a ferrugem da ameixeira, determinar os danos e compreender melhor como os danos desse patossistema se comportam ao longo do tempo, são necessários métodos eficientes para quantificar a doença. Os sintomas da ferrugem da ameixeira aparecem em formas de lesões na face adaxial e os sinais (pústulas) do patógeno na parte abaxial, portanto a forma mais adequada para estimar e quantificar esta doença é por meio da severidade, a qual representa a porcentagem de tecido foliar doente em relação à área foliar sadia (AMORIM, 1995).

A quantificação da severidade de uma doença pode ser subjetiva, uma vez que, é realizada visualmente pelos avaliadores os quais podem apresentar variação em suas estimativas. Com o objetivo de quantificar a severidade de doenças, estratégias têm sido sugeridas e entre estas, tem se destacado as escalas diagramáticas (ED), que são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas, ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

A utilização de ED pode reduzir essa subjetividade das estimativas de severidade entre os avaliadores, melhorar a acurácia, precisão e reprodutibilidade das avaliações, como já demonstrado em outros patossistemas (MARTINS *et al.*, 2004; DUARTE *et al.*, 2013; RIOS *et al.*, 2013; DEBONA *et al.*, 2015; DOLINSKI *et*

al., 2017). Para a cultura do pessegueiro já existe uma escala diagramática para a ferrugem, porém na ameixeira, além da fisiologia e morfologia das folhas serem distintas, a sintomatologia da doença se apresenta de maneira diferente, o que dificultaria uma adaptação desta escala para avaliações da severidade nas folhas da ameixeira (MAY DE MIO *et al.*, 2016; DOLINSKI *et al.*, 2017).

Portanto, uma escala diagramática para estimativa de severidade de *T. discolor* para a cultura ameixeira necessita ser desenvolvida e validada para que a quantificação desta doença seja realizada de maneira acurada, precisa, e reprodutível pelos avaliadores. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi elaborar e validar uma escala diagramática (ED) para a avaliação da severidade da ferrugem da ameixeira.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Elaboração da ED

Inicialmente, foram coletadas 200 folhas de diferentes épocas, severidades e de diferentes pomares com a ferrugem da ameixeira dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Essas folhas apresentaram grandes variações na distribuição e no formato de lesões e na severidade da doença.

A parte abaxial das folhas foram digitalizadas em um scanner HP Laser Jet 100 color MFP M175a, em seguida, todas as imagens das folhas foram processadas e a quantificação da severidade real foi determinada pelo software QUANT.

Posteriormente foi realizada a elaboração da escala diagramática, na qual foram considerados alguns critérios como: a) o maior e o menor nível de severidade da escala diagramática corresponderam, respectivamente, à máxima e mínima severidade da doença observada no campo; b) o padrão dos sinais representados na escala diagramática foram os mais próximos possíveis observados nas folhas; c) a determinação dos níveis intermediários da escala diagramática com intervalos de severidade da doença espaçados linearmente, pois estudos recentes contestaram a validade da lei de Weber-Fechner e, conseqüentemente, o uso da escala de Horsfall-Barratt (FORBES & KORVA, 1994; NITA *et al.*, 2003; NUTTER & ESKER, 2006; BOCK *et al.*, 2009). Para a elaboração da escala foi escolhida uma folha padrão e os diferentes níveis de severidade que compõe o conjunto de imagens

(diagrama) foram criados pelo software de edição de imagens PAINT.NET, no qual foram respeitados os padrões de distribuição das lesões encontradas no campo.

3.3.2 Validação da ED

A ED foi validada em duas etapas por 10 avaliadores sem experiência na avaliação de doenças de plantas. A primeira etapa foi constituída por estimativas de severidades em 50 folhas com diferentes níveis de severidade de doença sem o uso da escala. Após 15 min, as estimativas foram realizadas com o uso da ED para o mesmo conjunto de folhas, representando assim a segunda etapa.

Foi utilizada a análise de correlação concordante de Lin's (Lin, 1989) para avaliar a acurácia e precisão das estimativas. O coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c), é muito importante por combinar as medidas de acurácia e precisão em uma mesma análise (Bock *et al.*, 2010).

A fórmula do ρ_c é: $\rho_c = C_b \cdot r$, onde C_b é um fator de correção do desvio que mede o quão longe está a linha ajustada dos desvios em relação à linha concordante e, portanto, é uma medida de acurácia, e r , que é o coeficiente de correlação entre a severidade estimada (Y) e a severidade real (X), sendo uma medida de precisão. C_b é derivado de: $C_b = 2/[(u + 1/u + u^2)]$, onde $u = \sigma_y / \sigma_x$, onde σ é o desvio padrão de Y e X , respectivamente; e $u = (\mu_y - \mu_x) / \sqrt{(\sigma_y \cdot \sigma_x)}$, onde μ é o valor médio de Y e X , respectivamente, σ é definido como acima. O componente u mede a diferença de escala entre os valores de Y e X , que, essencialmente, será definida pela diferença na inclinação das duas linhas (linha ajustada da regressão com a linha concordante). Inclinações iguais para as duas linhas implica em um valor de u igual a 1. O termo u reflete a mudança de localização da linha ajustada da regressão em relação à linha concordante, que é caracterizado pela diferença de altura entre essas duas linhas. Iguais alturas implicam em um valor de u igual a 0.

Portanto, um avaliador perfeito seria aquele em que suas estimativas estariam todas iguais à linha concordante, ou seja, $r = 1$, $C_b = 1$ [$u = 1$, $u = 0$], e, conseqüentemente, $\rho_c = 1$ (BOCK *et al.*, 2010; NITA *et al.*, 2003).

A reprodutibilidade das avaliações foi determinada de duas maneiras. A primeira foi baseada nos valores de R^2 da regressão linear, uma das mais utilizadas, entre as severidades estimadas pelos diferentes avaliadores combinados aos pares, com e sem o uso da escala diagramática. A segunda maneira foi baseada na obtenção do coeficiente de correlação intra-classe (ρ), com e sem o uso da escala diagramática. O ρ foi obtido por meio de estimativas dos componentes de variância,

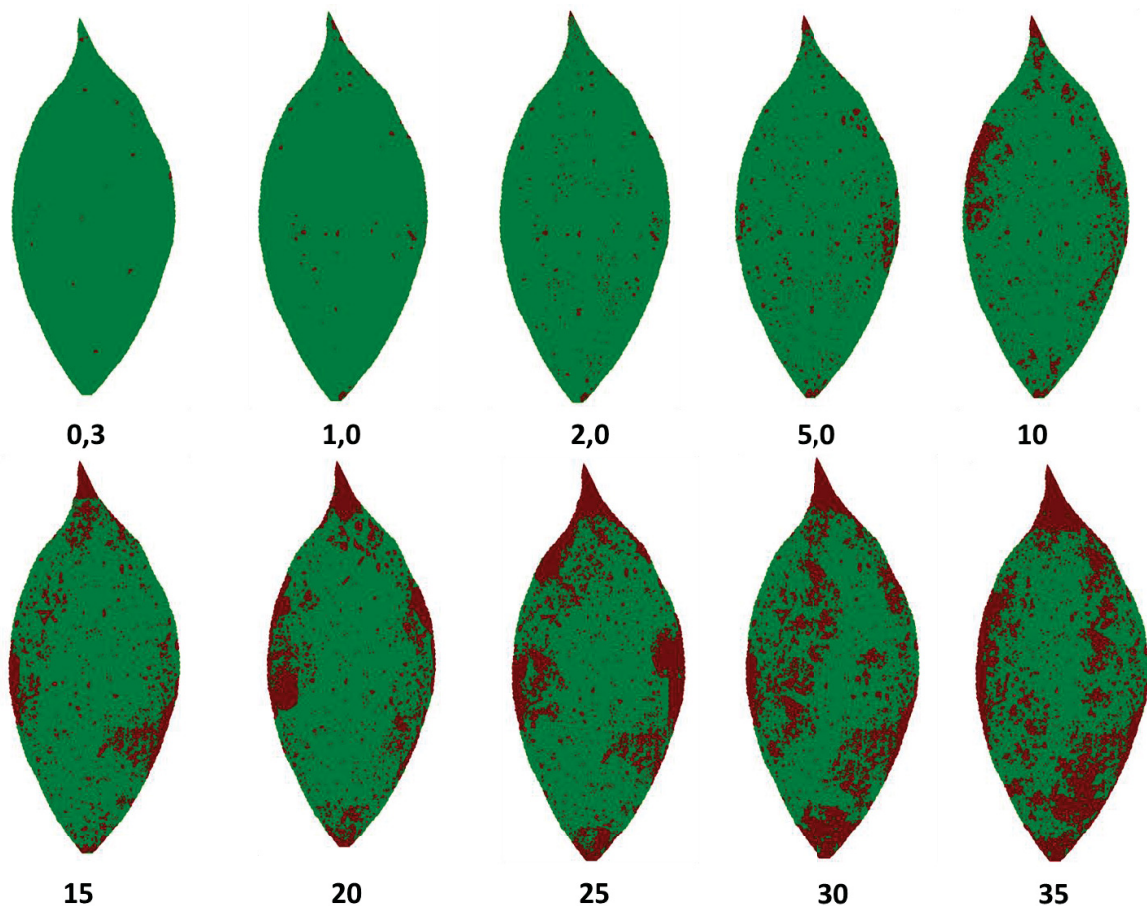
utilizando um esquema fatorial com dois fatores. Um fator são todos os avaliadores e o outro são todas as amostras, sendo a variável resposta a severidade estimada por cada avaliador. O ρ é determinado pela fórmula $\rho = \sigma^2_{amostra} / (\sigma^2_{amostra} + \sigma^2_{avaliador} + \sigma^2_{erro})$, onde: $\sigma^2_{amostra}$, $\sigma^2_{avaliador}$ e σ^2_{erro} são a variância da amostra, do avaliador e do erro, respectivamente. Quanto mais próximo de 1 for o valor de ρ , maior será a reprodutibilidade dos avaliadores.

Para concluir sobre a melhoria ou não da acurácia, precisão, reprodutibilidade e repetibilidade das estimativas de severidade da doença com o uso das escalas diagramáticas análises estatísticas foram realizadas com todas as variáveis discutidas acima (C_b , u , u , ρ_c , r , ρ e R^2). Foi realizado o teste de equivalência por ser o mais recomendado (Yi *et al.*, 2008). Para realizar este teste, cada uma das variáveis (C_b , u , u , ρ_c , r , ρ e R^2) foi calculada pela diferença dos valores de cada variável com e sem o uso da escala para cada avaliador em análise. Foi realizado o teste de equivalência para calcular o intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade para cada variável por “*bootstrapping*” usando o método do percentil (YADAV *et al.*, 2013). Se o IC para uma determinada variável não incluir o valor zero, indica que a diferença é significativa ($P = 0,05$), ou seja, prova-se que o uso da escala diagramática melhora significativamente a variável em análise, baseado nas estimativas de todos os avaliadores. Todas as análises estatísticas foram realizadas através de pacotes contendo scripts para cada tipo de variável gerada no programa R (GAMER *et al.*, 2012).

3.4 RESULTADOS

A escala diagramática elaborada possui dez imagens de folhas com severidades variando entre 0,3 a 35 % (FIGURA 2) com intervalos linearmente distribuídos. Com a utilização da ED em comparação ao não uso, os valores estimados de severidade foram mais próximos dos reais (FIGURA 3 A e B).

FIGURA 2. ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA A AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Tranzschelia discolor*) DA AMEIXEIRA (*Prunus salicina*). OS NÚMEROS REPRESENTAM A PERCENTAGEM DE ÁREA FOLIAR COM SINTOMAS/SINAIS DA DOENÇA NA PARTE ABAXIAL DAS FOLHAS (REPRESENTADA EM VERMELHO NOS DIAGRAMAS).

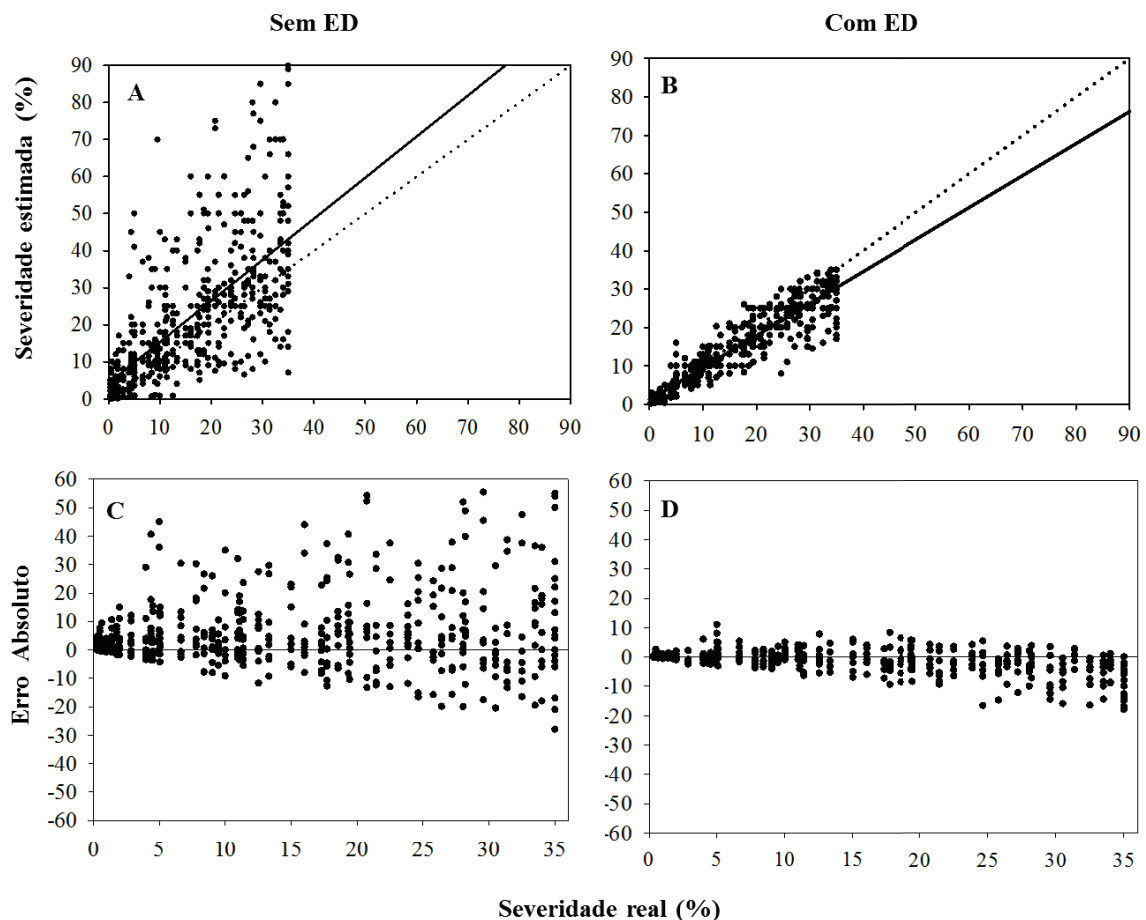


Todos os coeficientes de correlação concordante de Lin's foram significativamente melhorados com o uso da escala, demonstrando melhoria em acurácia e precisão como apresentados na TABELA 1. Quando ED não foi empregada, o ρ_c foi de 0,69 e quando foi utilizada a ED o ρ_c foi 0,91. Os valores de C_b foram de 0,79 e 0,98, sem e com a ED, respectivamente. Os valores de u foram

de 0,34 e -0,14 sem e com ED, respectivamente. O parâmetro (u) foi de 1,28 e 0,89 sem e com ED, respectivamente, sendo significativamente melhorado com a utilização da escala.

Sem o uso da escala o valor de r foi de 0,87, mas quando a escala foi usada o valor de r foi de 0,94 (TABELA 1). Para todas as variáveis em análise, o valor de zero não foi incluído, portanto, a diferença é significativa e dessa maneira o uso da escala diagramática melhorou significativamente os parâmetros analisados para cada avaliador.

FIGURA 3. RELAÇÃO ENTRE A SEVERIDADE REAL E A ESTIMADA PARA FERRUGEM (*Tranzschelia discolor*) DA AMEIXEIRA (*Prunus salicina*), SEM (A) E COM (B) O USO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED) PARA 50 FOLHAS DOENTES. A LINHA SÓLIDA REPRESENTA A LINHA DE MELHOR AJUSTE, ENQUANTO A LINHA PONTILHADA É A LINHA DE CONCORDÂNCIA, O QUE REPRESENTA PERFEITA RELAÇÃO ENTRE A SEVERIDADE REAL E A ESTIMADA. ERRO ABSOLUTO (SEVERIDADE ESTIMADA MENOS A SEVERIDADE REAL), SEM (C) E COM (D) O USO DA ED PARA 50 FOLHAS DOENTES.



Houve tendência de superestimar a severidade da doença quando os avaliadores não utilizaram a ED, o que pode ser observado por 90% dos avaliadores terem apresentado valores do parâmetro (u) positivos (FIGURA 4 b).

Para confirmar esta tendência, foi observado que 68,6% das estimativas apresentaram valores de erro absoluto (diferença entre os valores da severidade estimada e a severidade real) positivos (FIGURA 4 c). No entanto, com a utilização da escala foi observada uma tendência de subestimar a severidade da doença, pois os avaliadores apresentaram 90% dos valores negativos para o parâmetro (u) (FIGURA 4 b), e 61,6% dos erros absolutos com valores negativos nas estimativas da severidade (FIGURA 4 d). Sem o auxílio da ED, os valores dos erros variaram de -28 a 60 e com o uso da ED, essa variação foi reduzida para -18 a 11 (FIGURA 4 c e d). Quando foi avaliada a percentagem das estimativas dos erros absolutos maiores que 10%, os valores foram de 30,2 e 4,0%, sem e com o uso da ED, respectivamente.

A média do coeficiente de determinação (R^2) e o coeficiente de correlação intra-classe (ρ) foram significativamente melhores quando os avaliadores utilizaram a ED para estimar severidade da doença (TABELA 2). As severidades estimadas foram mais reproduzíveis quando se utilizou a ED (coeficiente de determinação, $R^2 = 0,61$ sem e $R^2 = 0,79$ com a ED), onde sem o uso da escala 28,8% dos avaliadores apresentaram valores $> 0,70$ de R^2 enquanto com o uso da escala 91,1% dos avaliadores apresentaram valores $> 0,70$ (FIGURA 5). O coeficiente de correlação intra-classe também apresentou melhoria ($\rho = 0,45$, sem ED e $\rho = 0,88$ com a ED). Com o aumento significativo destes dois coeficientes, a reprodutibilidade das estimativas de severidade da ferrugem da ameixeira entre avaliadores melhorou quando houve o uso da ED.

FIGURA 4. INCLINAÇÃO (γ) (A), DESLOCAMENTO (U) (B), FATOR DE CORREÇÃO (C_B) (C), COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R) (D) E CCCL (P_C) (E) DAS ESTIMATIVAS PARA FERRUGEM (*Tranzschelia discolor*) DA AMEIXEIRA (*Prunus salicina*), REALIZADAS PELOS 10 AVALIADORES COM (CÍRCULOS BRANCOS) E SEM O USO DA ED (CÍRCULOS PRETOS).

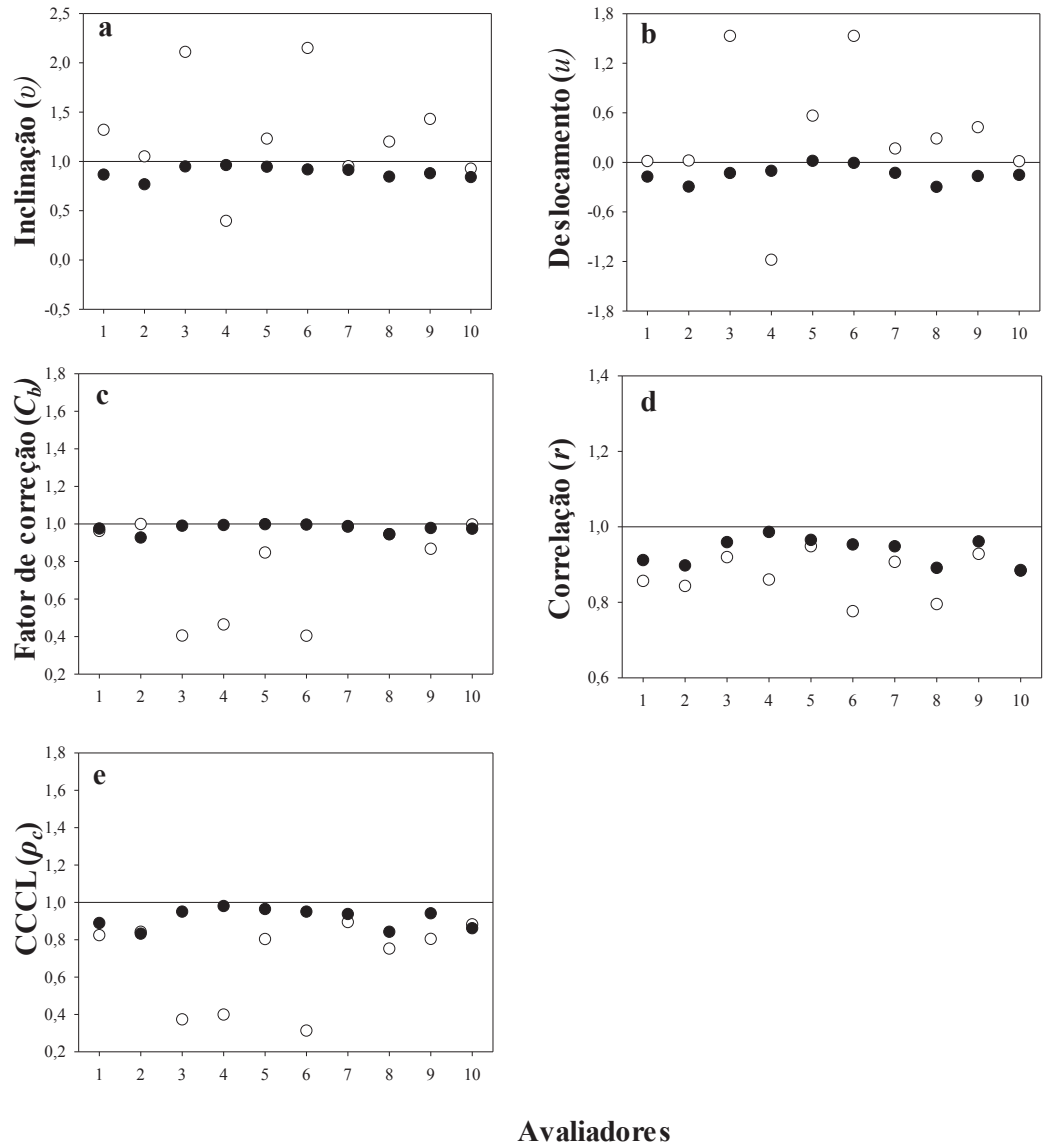


FIGURA 5. REPRODUTIBILIDADE ENTRE 10 AVALIADORES, CONFORME DETERMINADO PELO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2), SEM E COM O USO DA ED COMO UM AUXÍLIO PARA AVALIAR A SEVERIDADE DA FERRUGEM EM 50 FOLHAS DOENTES DE AMEIXEIRA.

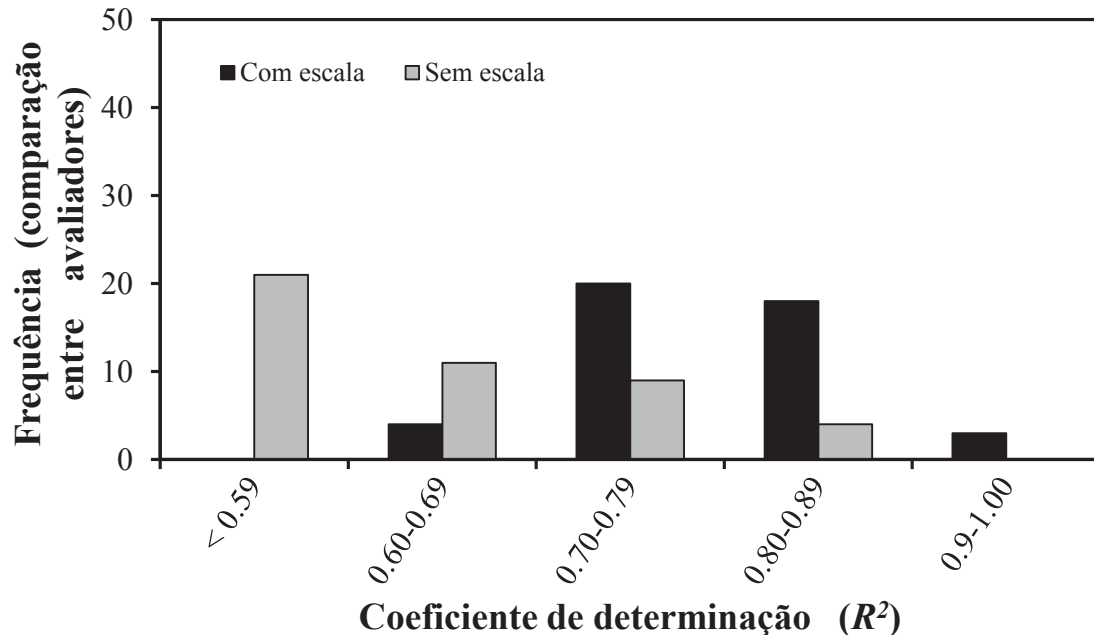


TABELA 1. EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED) PARA MELHORAR A AVALIAÇÃO SOBRE A PRECISÃO, ACURÁCIA E REPRODUTIBILIDADE DAS AVALIAÇÕES DA SEVERIDADE DA FERRUGEM EM 50 FOLHAS DE AMEIXEIRA, ESTIMADAS POR 10 AVALIADORES.

Variáveis	Médias ^a		Diferença ^b entre médias	95% ICs ^c da diferença
	Sem escala	Com escala		
Inclinação (ν) ^d	1,276 (0,531)	0,888 (0,060)	-0,386 (0,162)	-0,703 - -0,071
Deslocamento (u) ^e	0,337 (0,785)	-0,143 (0,102)	-0,483 (0,234)	-1,945 - -0,024
Fator de correção (C_b) ^f	0,787 (0,256)	0,976 (0,023)	0,189 (0,076)	0,039 - 3,999
Coefficiente de correlação (r) ^g	0,872 (0,056)	0,935 (0,036)	0,064(0,020)	0,024 - 0,103
CCCL (ρ_c) ^h	0,688 (0,230)	0,914 (0,053)	0,226 (0,070)	0,087 - 0,364

^a Os valores de desvio-padrão estão entre parênteses.

^b A média da diferença das avaliações. Os valores para os erros padrão estão entre parênteses

^c 10000 *bootstraps* foram usados para obter os intervalos de confiança (IC). Se os ICs incluírem o zero, a diferença não foi significativa ($\alpha = 0,05$).

^d Viés de inclinação (ν , 1= sem desvios em relação a linha de concordância).

^e Viés de deslocamento (u , 0= sem desvios em relação a linha de concordância).

^f Fator de correção (C_b) mede em que medida a linha de melhor ajuste se desvia de 45°. ^g A precisão é medida pelo coeficiente de correlação (r).

^h Coeficiente de correlação concordante de Lin's (CCCL) combina ambas as medidas de acurácia e precisão.

TABELA 2. REPRODUTIBILIDADE DA AVALIAÇÃO DE 10 AVALIADORES PARA A FERRUGEM EM 50 FOLHAS DE AMEIXEIRA, AMBOS SEM E COM O USO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA (ED). A REPRODUTIBILIDADE ENTRE OS AVALIADORES É MEDIDA PELO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) E COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRA-CLASS (P).

Estatística	Sem Escala	Com Escala
Coeficiente de determinação (R^2) ^a	0,614 (min: 0,290; max: 0,843)	0,792 (min:0,661; max: 0,953)
Diferença entre médias (95 % IC) ^b	0,0637 (0,0238 – 0,1040)	
Coeficiente de correlação intra-class (ρ) (95 % IC)	0,45 ^a (0,278 - 0,614)	0,882 (0,834 - 0,922)

^aMédia do coeficiente de determinação estimados a partir de comparações par a par de avaliações por todos os avaliadores.

^bForam utilizadas 10000 *bootstraps* para obter os intervalos de confiança. Se o intervalo de confiança incluir o número 0 a diferença não é significativa ($\alpha=0,05$)

3.5 DISCUSSÃO

A escala diagramática elaborada para avaliar a severidade da ferrugem da ameixeira melhorou a acurácia, precisão e a reprodutibilidade das estimativas. Com isso, a escala proposta poderá ser eficiente para estudos epidemiológicos incluindo avaliação de dano, avaliações de genótipos resistentes, eficiência de fungicida, o que corroborará a tomada de decisões para o melhor manejo desta doença.

Na literatura internacional existe uma escala da ferrugem do pessegueiro já validada, a qual utilizou a parte adaxial das folhas para ser elaborada, isto porque a severidade na parte abaxial e adaxial se correspondem e, os sintomas são evidentes na parte adaxial (DOLINSKI *et al.*, 2017). Isto não ocorre para o caso da ameixeira, a severidade na face adaxial não corresponde à face abaxial da folha, sendo observados valores maiores na face inferior. Sendo assim, a ED elaborada neste estudo foi feita com a parte abaxial das folhas e a recomendação de avaliação deve ser feita desta maneira para evitar estimativas errôneas.

Os níveis da escala variaram de 0,3 a 35% e os intervalos foram distribuídos de forma linear, pois estudos contestaram a validade da lei de Weber-Fechner, onde

os mesmos são distribuídos logaritmicamente (CHALLIOL *et al.*, 2006; NUTTER e ESKER, 2013; YADAV *et al.*, 2013; BOCK *et al.*, 2010). A escala elaborada contém 10 níveis de severidade utilizados para o avaliador balizar sua estimativa, podendo assim, a estimativa ser diferente da severidade que compõe escala (DUARTE *et al.*, 2014).

Os intervalos escolhidos se mostraram suficientes para melhorar a acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas realizadas para a severidade de *Tranzschelia discolor* em folhas de ameixa, assim como em outros realizados com patossistemas que apresentam similaridade na distribuição das lesões (KLOSOWSKI *et al.*, 2013; DOLINSKI *et al.*, 2017). O número de intervalos escolhidos pode ser considerado suficiente para representar com confiança os níveis de severidade que ocorrem a campo.

Não existe um número ideal definido de níveis de diagramas para nenhum patógeno em um determinado cultivo, pois estes podem sofrer influência de diversos fatores, como a estimativa dos avaliadores da máxima severidade observada, a distribuição dos valores da severidade, características dos sintomas e a experiência dos mesmos, interferindo dessa maneira no número de diagramas a ser desenvolvidos para cada escala. Um número muito baixo de diagramas em uma escala diagramática pode resultar em uma baixa acurácia e precisão das estimativas, levando o avaliador a ser muito rápido em sua avaliação e não demonstrar acurácia e precisão nos valores escolhidos, enquanto que um número excessivo de diagramas pode levar a aumento de tempo entre estimativas e ineficiência dos mesmos na avaliação (BOCK *et al.*, 2016; DOLINSKI *et al.*, 2017).

Ainda não existia uma escala diagramática elaborada para a ferrugem da ameixeira e não se conheciam os valores máximos e mínimos de severidade que *T. discolor* poderia alcançar em folhas da planta. Estudos realizados em espécies do mesmo gênero *Prunus* já foram conduzidos, incluindo o mesmo patógeno (*Tranzschelia discolor*) na cultura do pessegueiro, sendo relatado severidades de até 7%, justificando o baixo valor devido à queda prematura das folhas em baixas severidades (MARTINS, 1994). Dolinski *et al.*, 2017 elaboraram e validaram uma escala diagramática para a ferrugem do pessegueiro utilizando dez níveis distribuídos de forma linear e com valor máximo de severidade de 30%. A variação dos sintomas e valores de severidades encontradas podem estar associadas a diferentes aspectos como cultivares mais suscetíveis, tipo de manejo realizado nos

pomares e variações climáticas que ocorrem e acabam influenciando na distribuição e quantidade de lesões ocasionadas pelo patógeno, tanto para a cultura do pessegueiro como para da ameixeira (MAY DE MIO *et al.*, 2004; NESI *et al.*, 2014).

Para que as folhas escaneadas e processadas representassem o mais próximo possível as severidades encontradas a campo, foram realizadas coletas em diferentes regiões do Brasil (São Paulo, Paraná e Santa Catarina) e diferentes cultivares com ampla variação nos sintomas das folhas, com o intuito de padronizar os valores mínimos e máximos encontrados e finalmente elaborar um diagrama que contivesse essas características.

Em vários estudos envolvendo a validação de ED é observada uma tendência de superestimativas de severidade com o uso de ED (CAPUCHO *et al.*, 2010; CAPUCHO *et al.*, 2011, YADAV *et al.*, 2013; RIOS *et al.*, 2013; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2014). No entanto, foi observado nesse estudo que os avaliadores tiveram uma tendência de subestimar os valores de severidade da ferrugem da ameixeira como observado em vários trabalhos (SPOLTI, *et al.*, 2011; DUARTE *et al.*, 2013; DOLINSKI *et al.*, 2017).

Independentemente da ocorrência de super ou subestimativa dos valores de severidade das doenças, o mais importante é que o erro absoluto seja reduzido com o uso da escala. Para que os avaliadores sejam considerados bons, a maioria das suas estimativas deve estar no intervalo de $\pm 5\%$ do valor real e não devem ultrapassar $\pm 10\%$ (NUTTER JR & SCHULTZ, 1995). Com o uso da ED elaborada, apenas 4% das estimativas tiveram erros maiores que 10% mostrando que a ED teve grande influência na redução do erro absoluto.

Com o aumento da acurácia, precisão e reprodutibilidade quando a ED é utilizada, as estimativas da severidade de *T. discolor* em folhas de ameixeira se tornam mais confiáveis, podendo dessa maneira diminuir o tempo gasto para a quantificação da doença e padronizar os resultados entre os mesmo na estimativa da severidade da doença (YADAV *et al.*, 2013).

3.6 CONCLUSÃO

A escala diagramática elaborada e validada é indicada para estudos que necessitem da quantificação a severidade da ferrugem da ameixeira de forma acurada, precisa e reprodutível.

3.7 REFERÊNCIAS

ALVES, G.; MAY DE MIO.; L.L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p. 907-912, 2008.

ALVES, G., MAY DE MIO, L. L., ZANETTE, F., & OLIVEIRA, M. C.. Ferrugem do pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de carboidratos em ramos e gemas. **Tropical Plant Pathology**, v.33,n.5, p. 347-353, 2008.

ALVES, G.; NESI, C.N.; MAY DE MIO, L.L. Detection of surviving fungi on peach tree twigs. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2010. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p.173, 2010.

ANGELOTTI, F. ; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; OLIVEIRA, R. R.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of grapevine rust. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.6, ,p. 439-443, 2008.

AMORIM, L. Avaliação de Doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H. & AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda., v.1. p. 645-671, 1995.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL-ORTO, F. A.; OJIMA, M.; KALIL, G. P. C.; LOVATE, A. A.; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS F. P.; NOGUEIRA, E. M. C. Incidência de ferrugem em folhas de pessegueiro e nectarineira do germoplasma IAC. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p. 90-91, 1994.

BARBOSA, W., OJIMA, M., DALL'ORTO, F. A. C., MARTINS, F. P., DE CASTRO, J. L., & Dos SANTOS, R. R. Avaliação de pessegueiros e nectarineiras introduzidos no Brasil, procedentes da Flórida, EUA. **Scientia Agrícola**, 54(3), 152-159, 1997.

BARBOSA, M.A.G.; MICHEREFF, S.J.; MORA-AGUILERA, G. Elaboration and validation of diagrammatic key to evaluate white rust severity in Chrysanthemum. **Summa Phytopathologica**, v.32, p. 57-62, 2006.

BARDSLEY, S.J.; NGUGI, H.K. Reliability and accuracy of visual methods to quantify severity of foliar bacterial spot symptoms on peach and nectarine. **Plant Pathology**, v. 62, p. 460-474, 2013.

BEDENDO, I. P. Ferrugens In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ºed. São Paulo: Ceres, v.1, p. 479-484. 2011.

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

BERGAMIN FILHO, A. Apostilha do Curso *Latu Sensu* em Proteção de Plantas da UFV. **Epidemiologia de Doenças de Plantas**. CEAD – Coordenadoria de Educação Aberta e à Distância. Viçosa-MG. 95 p, 2010.

BLEICHER, J.; TANAKA, H. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. **Empresa Catarinense de pesquisa agropecuária S.A.**, 2º ed 53 p, 1982.

BOCK, C.H.; GOTTWALD, T.R.; PARKER, P.E.; COOK, A.Z.; FERRANDINO, F.; PARNELL, S.; VAN DEN BOSCH, F. The Horsfall-Barratt scale and severity estimates of citrus canker. **European Journal Plant Pathology**. v.25, p. 23-38, 2009.

BOCK, C.H.; POOLE, G.; PARKER, P.E.; GOTTWALD, T.R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Review Plant Science**, v.29, p.59-107, 2010.

BOCK, C.H.; HOTCHKISS, M. W; PARKER, WOOD, B. W. Assessing disease severity: accuracy and reliability of rater estimates in relation to number of diagrams in a standard area diagram set. **Plant Pathology**, v.65, p.261-272, 2016.

BOLKAN, H.A.; OGAWA, J.M.; MICHAILIDES, T.J.M.; KABLE, P.F. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. **Plant Disease**, v. 69, p.485-486, 1985.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Crop Protection**, v. 29, p. 1015-1020, 2010.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; VAZ, G. R. O. Development and validation of a standart área diagram st to estimate severity of leaf rust in *Coffea arábica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1114-1150, 2011.

CASTRO, L. A. S.; MADAIL, J. C. M. Ameixa: pólos de produção. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível (online). <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/> (17 de outubro). 2011.

CHALLIOL, M. A., MAY DE MIO, L. L., CUQUEL, F. L., MONTEIRO, L. B., SERRAT, B. M., MOTTA, A. C. V., & RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Elaboração de escala diagramática para furo-de-bala e avaliação de doenças foliares em dois sistemas de produção de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, 391-396, 2006.

CITADIN, I. **Fruteiras de Carçoço**. Acesso em 07/01/2018. Disponível em: http://pitangui.uepg.br/departamentos/defito/labiovegetal/Fruteiras_De_Caroco.pdf

DEBONA, D. ; NASCIMENTO, K. J. T.; REZENDE, D.; RIOS, J. A.; BERNARDELI, A. M. A.; SILVA, L. C.; RODRIGUES, F. Á. A set of standard area diagrams to assess severity of frog-eye leaf spot on soybean. **European journal of plant pathology**, v.142, n.3, p. 603-614, 2015.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; JUNIOR, A. F. N.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation of a set of standart area diagrams to estimate severity of potato late blight severity in the field. **Plant Pathology**, v. 43, p. 675-682, 2013.

DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Elaboração e validação de escala diagramática. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; PEREIRA, L. O. (eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, Editora UFV, p. 123 – 137, 2014.

DOLINSKI, M.A.; DUARTE, H. S. S.; SILVA, J.B.; MAY DE MIO, L.L. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of peach rust. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 4, p. 817-824, 2017.

EIDAM, T.; PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.34, p. 001-319. 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cartilha do produtor de pêssego**. Pelotas, 30 p, 1990.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Faostat. Disponível em < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acesso em: 12/08/2017.

FORTES, J. A. **Doenças do pessegueiro e ameixeira: etiologia e controle**. Pelotas: Embrapa-CPACT, (Embrapa CPACT. Documentos, 2),14 p, 1993.

FORBES, G.A.; KORVA, J.T. The effect of using a Horsfall-Barratt scale on precision and accuracy of visual estimation of potato late blight severity in the field. **Plant Pathology**, v.43, p. 675-682, 1994.

GAMER, M.; LEMON, J.; FELLOWS, I. **Various Coefficients of Interrater Reliability and Agreement**. R package Version 0.84. 2012. Disponível em www.R-project.org. Acessado em 13 de Fevereiro de 2018.

GODOY, C. V., KOGA, L. J. & CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.31,n.1, p.63-68, 2006.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; MARTINS, R.B.; DEL PONTE, E. M., MICHEREFF, S. J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European journal of plant pathology**, v.139, n.2, p. 419-428, 2014.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produção Agrícola Municipal - situação em 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat> > Acesso em: 10/06/2016.

KLOSOWSKI, A.C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J.C.; MAY DE MIO, L.L. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, v.38, p. 166-171, 2013.

KOWATA, L. S.; AMORIM, L.; FACHINELLO, J.C.; MAY DE MIO, L.L. Implementação do sistema de produção integrada de pêssegos no Paraná. **Bragantia**, v.70, n.2, p.325-333, 2011.

LAGE, D. A. C., MAROUELLI, W. A., DUARTE, H. S. S.; CAFÉ-FILHO, A. C. Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. **Crop Protection**, v. 67, p. 26-34, 2015.

LENZ, G., BALARDIN, R. S., CORTE, G. D., MARQUES, L. N., & DEBONA, D. Diagrammatic scale for assessment of rice brown spot severity. **Ciência Rural**, v. 40, p.752–758, 2010.

LIN, L.I. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v.45,p.255-268. 1989.

LOPES, P. U.; DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Quantificação de doenças de plantas. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; RODRIGUES, F.A. **O essencial da Fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.51-77, 2014.

MADDEN, L.V.; NUTTER JUNIOR, F.W. Modeling crop losses at the field. **Canadian Journal of Plant Pathology**. v.17, p. 124 – 137, 1995.

MALAGI, G., DOS SANTOS, I., CAMOCHENA, R. C., & MOCCELLIN, R. Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.3, p. 797-804, 2011.

MARTINS, M.G.: **Quantificação dos parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro**Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 68 p, 1994.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. A ferrugem do pessegueiro. **Summa Phytopathologica**, v.22, p. 193-199, 1996.

MARTINS, M. C., GUERZONI, R. A., CÁMARA, G. D. S., MATTIAZZI, P., LOURENÇO, S. A., & AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. v.29, n.2, p. 179-184, 2004.

MAY DE MIO, L.L, GARRIDO, L.; UENO B. Doenças de fruteiras de caroço In: MONTEIRO LB, MAY-DE MIO L.L, SERRAT BM, CUQUEL FL (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**, p. 169-222, 2004.

MAY DE MIO, L.L; PARISI, M.C.M.; UENO, B.; FARJADO, T.V.M; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda, v.2, cap. 66, p. 629-645, 2016.

NESI, C. N., ALVES, G., RIBEIRO, P. J., & MAY DE MIO, L. L. M. Heterogeneity of peach rust disease progress within the tree canopy. **European journal of plant pathology**, v.139, n.4, p. 663-677, 2014.

NITA, M.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v.93. p. 995-1005, 2003.

NUNES, C.C; ALVES, S.A.M. development and validation of a diagrammatic scale to quantify the severity of *Fabraea* leaf spot of pear. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, p.239-244, 2012.

NUTTER, F.W.; TENG, P.S.; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, v.75,n.11, p. 1187-1188,1991.

NUTTER Jr, F.W; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.17, n.2, p.174-184, 1995.

NUTTER, F.W.; ESKER, P.D. The role of psychophysics in phytopathology. **European Journal Plant Pathology**, v.114, p.199-213, 2006.

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. **Compendium of stone fruit diseases**. APS press, 98 p, 1995.

PEREIRA, L. O. (Eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, Editora UFV., 2014. p. 323 - 349.

RIOS, J. A., DEBONA, D., DUARTE, H. S. S., & RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 136, p. 603–611, 2013.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 760 p.,1998.

SOTO-ESTRADA, A.; ADASKAVEG, J.E.; MANJI, B.T.; HASEY, J. Early and late season rust epidemics on cling peach and their effect on crop production in California. **Phytopathology**, v. 88, 84 p., 1998.

SPOLTI, P., SCHNEIDER, L., SANHUEZA, R. M., BATZER, J. C., GLEASON, M. L., & DEL PONTE, E. M. Improving sooty blotch and flyspeck severity estimation on apple fruit with the aid of standard area diagrams. **European Journal of Plant Pathology**, v.129, n.1, p. 21-29, 2011.

VALE, F.X.R., JESUS JUNIOR, W.C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas** v.1.: Perffil Editora. 532 p. 2004.

WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J. F. M.; CASTRO, L. A. S.; BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul. **Documentos 151**, Embrapa Clima Temperado.,Pelotas,. 2005.

YADAV, N.V.S.; DE VOS, S.M.; BOCK, C.H.; WOOD, B.W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v.62, p.325-335, 2013.

YI, Q.; WANG, P.P.; HE, Y. Reliability analysis for continuous measurements: equivalence test for agreement. **Statistics in Medicine**, v.27, p.2816-2825, 2008.

4. CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO MONOCICLO DA FERRUGEM DA AMEIXEIRA

4.1 RESUMO

A ferrugem da ameixeira ocasionada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranz & Litv., influencia diretamente na produtividade e qualidade dos pomares, resultando em perdas. Estudos sobre seus componentes de monociclo em relação aos principais fatores ambientais de diferentes regiões produtoras que influenciam seu desenvolvimento são escassos e de extrema importância. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura e duração do período de molhamento na germinação de esporos e temperatura no período latente e número de pústulas/cm² de isolados populacionais de três diferentes Estados (SP, PR e SC). Para avaliar a germinação dos esporos foram utilizadas 6 temperaturas (10, 15, 20, 25, 30 e 35°C) e 6 períodos de molhamento (3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas) com 3 repetições. Posteriormente se realizou a contagem de 100 urediniósporos/gota, e contabilizado apenas os germinados, ou seja, os que apresentavam tubo germinativo com comprimento igual ou maior ao comprimento do urediniósporo. Para avaliação da duração do período latente sob diferentes temperaturas (13, 18, 20, 23, 25 e 28°C) para os três isolados populacionais, foi realizado um experimento com 5 repetições. Aos 15 dias após inoculação foi avaliado o número de pústulas/cm² pela contagem das mesmas em duas folhas por repetição. A germinação dos urediniósporos ocorreu para os três isolados populacionais na faixa de temperatura de 10 a 35°C a partir do menor período de molhamento de 3 horas. A temperatura ótima para a máxima germinação estimada pelo modelo linear ajustado foi de 24,03; 24,38 e 24,58°C para os isolados dos Estados de PR, SC e SP, respectivamente no período de molhamento de 48 horas. Os menores períodos latentes observados foram de 10,3, 8,9 e 10,6 dias, nas temperaturas ótimas de 21,9; 22,1 e 22,4°C estimadas para os isolados de PR, SC e SP, respectivamente. Em relação ao número de pústulas/cm² o isolado SC se mostrou mais agressivo em relação a PR e SP, apresentando o maior valor. Estas informações servem como estudo de base para entender melhor as como ocorrem as epidemias da doença no campo.

Palavras - chave: *Tranzschelia discolor*; condições ambientais; Epidemiologia.

CHAPTER II: EVALUATION OF THE MONOCYCLIC COMPONENTS OF THE PLUM RUST

ABSTRACT

The plum rust caused by the fungus *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranz & Litv., directly influences the productivity and quality of the orchards, resulting in losses. The need for studies on the components of its unicycle in relation to the main environmental factors of different producing regions that influence its development are scarce and of extreme importance. The objective of this work was to evaluate the effect of temperature and duration of the wetting period on spore germination, temperature in the latent period and the number of pustules/cm² of population isolates from three different States (SP, PR and SC). To evaluate spore germination, 6 temperatures (10, 15, 20, 25, 30 and 35°C) and 6 wetness periods (3, 6, 9, 12, 24 and 48 hours) were used with 3 replicates. Subsequently, counts of 100 urediniopores/drop were counted, and only those germinated, that is, those with a germinative tube of length equal to or greater than the length of the urediniospore, were counted. To evaluate the duration of the latent period under different temperatures (13, 18, 20, 23, 25 and 28°C) for the three population isolates, three experiments were performed with four replicates. At 15 days after inoculation the number of pustules/cm² was evaluated by counting them on two leaves per replicate. The germination of the urediniospores occurred for the three population isolates in the temperature range of 10 to 35°C from the shortest wetting period of 3 hours. The optimum temperature for the maximum germination estimated by the adjusted linear model was 24,03; 24,38 and 24,58 ° C for the isolates of the PR, SC and SP states, respectively, in the wetting period of 48 hours. The lowest latent periods observed were 10,3, 8,9 and 10,6 days, at the optimum temperatures of 21.9; 22.1 and 22,4 ° C estimated for PR, SC and SP isolates, respectively. In relation to the number of pustules/cm² the SC isolate showed to be more aggressive in relation to PR and SP, presenting the highest value. This information serves as a background study to better understand how epidemics of the disease occur in the field.

Key words: *Tranzschelia discolor*; Environmental conditions; Epidemiology.

4.2 INTRODUÇÃO

A planta de ameixeira é uma frutífera de clima temperado sendo cultivada no país desde as regiões do Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais (SEAB/DERAL, 2017). A ameixeira apresenta limitações em sua adaptação a regiões mais quentes, e uma vez exposta a condições de estresse em regiões mais quentes, aumenta a incidência de doenças. Os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina estão entre os principais produtores de ameixa no país, e cada um apresenta amplitudes térmicas e estações chuvosas diferentes e variadas (WREGGE *et al.*, 2005), o que implica diretamente na evolução e intensidade de doenças na cultura da ameixeira (BARBOSA *et al.*, 2003; MARTINS *et al.*, 2005; EIDAM *et al.*, 2012; SEAB/DERAL, 2017).

Uma das principais doenças fúngicas que afetam a cultura da ameixeira é a ferrugem ocasionada pelo fungo *Tranzchelia discolor* (Funckel) Tranz & Litv, causando desfolha precoce da planta, o que pode induzir a floração e brotação antecipadas e comprometer diretamente a produção da planta por diminuir reservas que seriam acumuladas para o próximo ciclo (MARTINS *et al.*, 2005).

Componentes de monociclo são frequentemente estudados na literatura a fim de se obter informações sobre como patógenos completam seus processos de sobrevivência, infecção, colonização e reprodução em hospedeiros durante um determinado tempo. Temperatura e molhamento foliar, destacam-se entre os diversos fatores ambientais com grande influência nas etapas iniciais de uma doença (KABLE *et al.*, 1986; MARTINS, 1994; BEDENDO, 2011). Estudos dos componentes de monociclo da ferrugem na cultura do pessegueiro são encontrados na literatura (MARTINS, 1994), mas para a ferrugem da ameixeira são escassos os estudos a respeito das condições ambientais que afetam o desenvolvimento de seu ciclo de vida (ADASKAVEG *et al.*, 2000; BEDENDO, 2011).

O estudo dos componentes do monociclo da ferrugem na cultura da ameixeira possibilitará determinar a favorabilidade da doença em determinadas condições ambientais que ocorrem nas diferentes regiões produtoras do país. Diante destes fatos, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo entre as variáveis testadas para os diferentes isolados populacionais (PR, SC e SP) utilizados: a) temperatura e duração do período de molhamento na germinação dos

esporos *in vitro* e b) temperatura no período latente e número de pústulas cm² *ex vivo*.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Hospedeiro e inoculo de *T. discolor*

Foram utilizadas mudas da cultivar Reubinnel, que é suscetível a ferrugem da ameixeira. Os isolados populacionais para os experimentos foram obtidos de plantas de ameixeira infectadas com a ferrugem em Curitiba - PR, Videira - SC e Paranapanema - SP.

4.3.2 Temperatura e período de molhamento na germinação dos esporos *in vitro*

Este experimento foi conduzido no esquema fatorial completo (3x6x6) no delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. Foram utilizados isolados populacionais de três estados (PR, SC e SP), seis temperaturas (10, 15, 20, 25, 30 e 35°C) e seis diferentes períodos de molhamento (3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas). Os isolados foram coletados em uma área experimental orgânica na cidade de Curitiba-PR e Videira-SC, e de uma área de produção convencional na cidade de Paranapanema-SP.

Cada repetição foi constituída de uma placa de petri (90 mm) com 3 gotas equidistantes de 50 µL de suspensão de urediniósporos na concentração de $1,5 \times 10^5$ urediniósporos mL⁻¹. As placas foram depositadas abertas dentro de caixa plástica tipo gerbox (250 mL) contendo papel filtro umedecido com 10 mL de água destilada esterilizada e mantidas em câmara de crescimento BOD nas diferentes temperaturas e períodos de molhamento no escuro. Para obter os diferentes períodos de molhamento, o processo de germinação foi interrompido em cada período com adição de uma gota de lactofenol de Amann à alíquota de suspensão fúngica. A avaliação da porcentagem de germinação consistiu na contagem, em microscópio de luz, dos 100 primeiros urediniósporos encontrados em cada gota e posteriormente obtido a média de germinação das três gotas. Foi considerado um urediniósporo germinado, aquele que apresentou tubo germinativo de tamanho igual ou superior ao seu comprimento.

Para os dados de germinação foi ajustado o modelo linear com resposta gaussiana com termos não lineares nas variáveis, descrito pela equação:

$$Y = \beta_{0i} + \beta_{1i} * T + \beta_{2i} * T^2 + \beta_{3i} * M + \beta_{4i} * M^{0,5} + \beta_{5i} * T * M + e$$

Onde: Y refere-se a germinação; i: corresponde a origem dos isolados (PR, SC e SP); T corresponde a temperatura (°C); M ao molhamento (horas); e ao erro.

4.3.3 Temperatura no período latente e número de pústulas cm⁻² *ex vivo*

Este experimento foi conduzido no esquema fatorial (3x9) no delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. Foram utilizados isolados populacionais de três Estados (PR, SC e SP) e nove temperaturas (10, 13, 18, 20, 23, 25, 28, 30 e 35°C). Cada repetição consistiu-se de uma placa de petri (90 mm) contendo três folhas. As folhas foram alocadas nas placas contendo meio de cultura ágar-água 1%. A inoculação foi feita depositando uma suspensão de 100 µL (1,5 x 10⁵ urediniósporos mL⁻¹) com auxílio de uma pipeta na parte abaxial e posteriormente espalhadas com uma alça de drigalski. Após a inoculação das folhas, as placas foram transferidas para câmaras de crescimento do tipo BOD nas diferentes temperaturas e ficaram no escuro por 24 horas, e logo após foram expostas a fotoperíodo de 12 horas. O período latente foi determinado quando duas das três folhas apresentaram pústulas. Aos 15 dias após a inoculação foi contado o número de pústulas nas primeiras duas folhas das repetições que apresentaram o sinal da doença. Foi usado um microscópio estereoscópio onde o campo de visão possui uma área de 1,77cm² no aumento de 0,67, sendo avaliados dois locais por folha.

Para os dados de período latente e número de pústulas cm⁻², foi ajustado o modelo um polinômio de grau 3, descrito pela equação:

$$Y = \beta_{0i} + \beta_{1i} * T + \beta_{2i} * T^2 + \beta_{3i} * T^3 + e$$

Onde: Y refere-se período latente (dias) ao log do número de pústulas cm⁻²; i: corresponde a origem dos isolados (PR, SC e SP); T corresponde a temperatura (°C); e ao erro.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 Temperatura e período de molhamento na germinação dos esporos *in vitro*

Foram observados urediniósporos dos três isolados populacionais (PR, SC e PR) germinados na faixa de 10 a 35°C (FIGURA 6) e em todos períodos de

molhamento e a máxima germinação ocorreu com 48 horas de molhamento (FIGURA 7).

Para o melhor ajuste do modelo, foi retirada a temperatura de 10°C. Com isso evitou que se utilizasse um modelo mais complexo para acomodar o comportamento da germinação entre a temperatura de 10 e 15°C. A temperatura ótima para a germinação estimada pelo modelo, com molhamento de 48 horas, foi de 24,03, 24,38 e 24,58°C para os isolados dos Estados de PR, SC e SP, respectivamente, não diferindo estatisticamente (FIGURAS 9).

Observou-se valores de aproximadamente 80% de germinação para os três isolados na temperatura ideal e a partir de 24 horas de molhamento (FIGURAS 6 e 7).

FIGURA 6. GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DOS DIFERENTES ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e PR) DE *Tranzschelia discolor* EM FUNÇÃO DE PERÍODOS DE MOLHAMENTO (HORAS) E TEMPERATURAS (°C) TESTADOS.

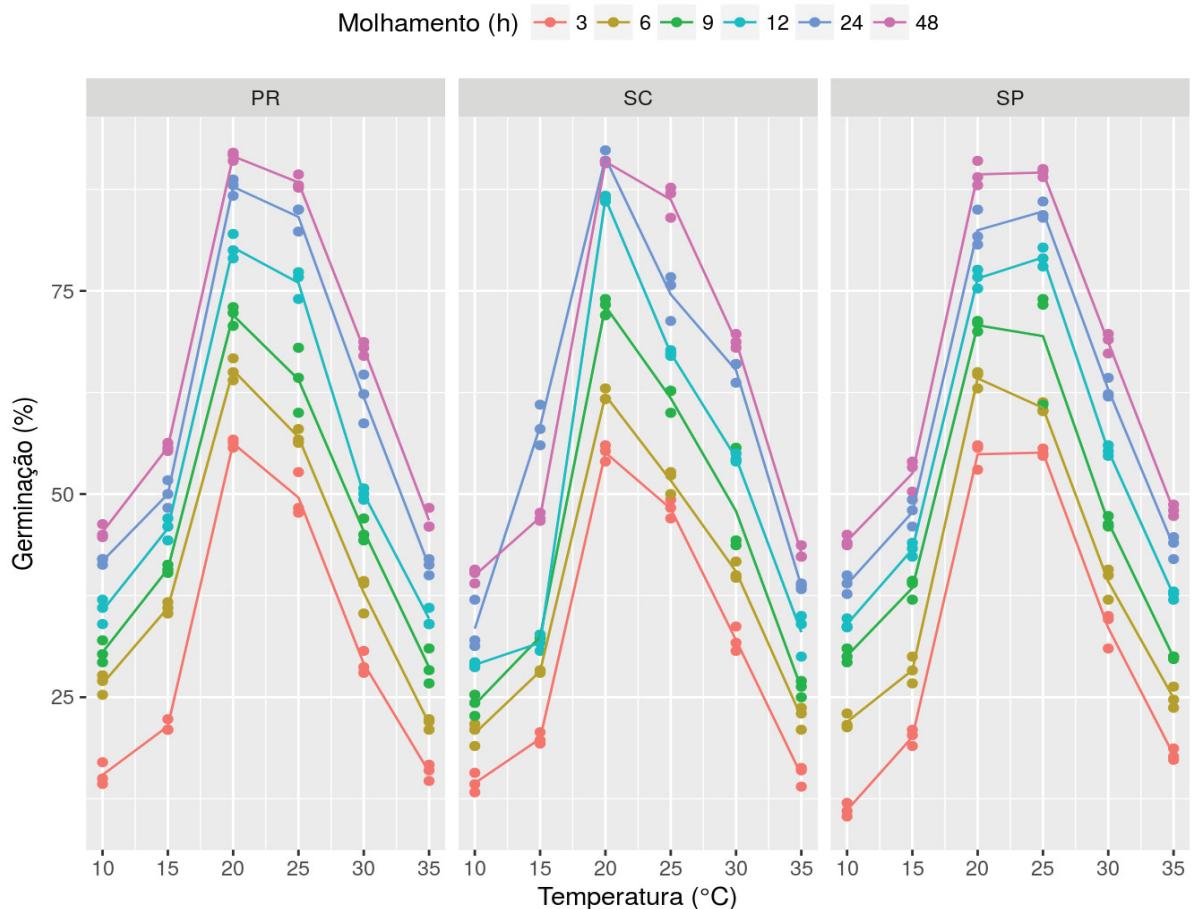


FIGURA 7. GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DOS DIFERENTES ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e PR) DE *Uromyces discolor* EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPERATURAS (°C) E PERÍODOS DE MOLHAMENTO (HORAS) TESTADOS.

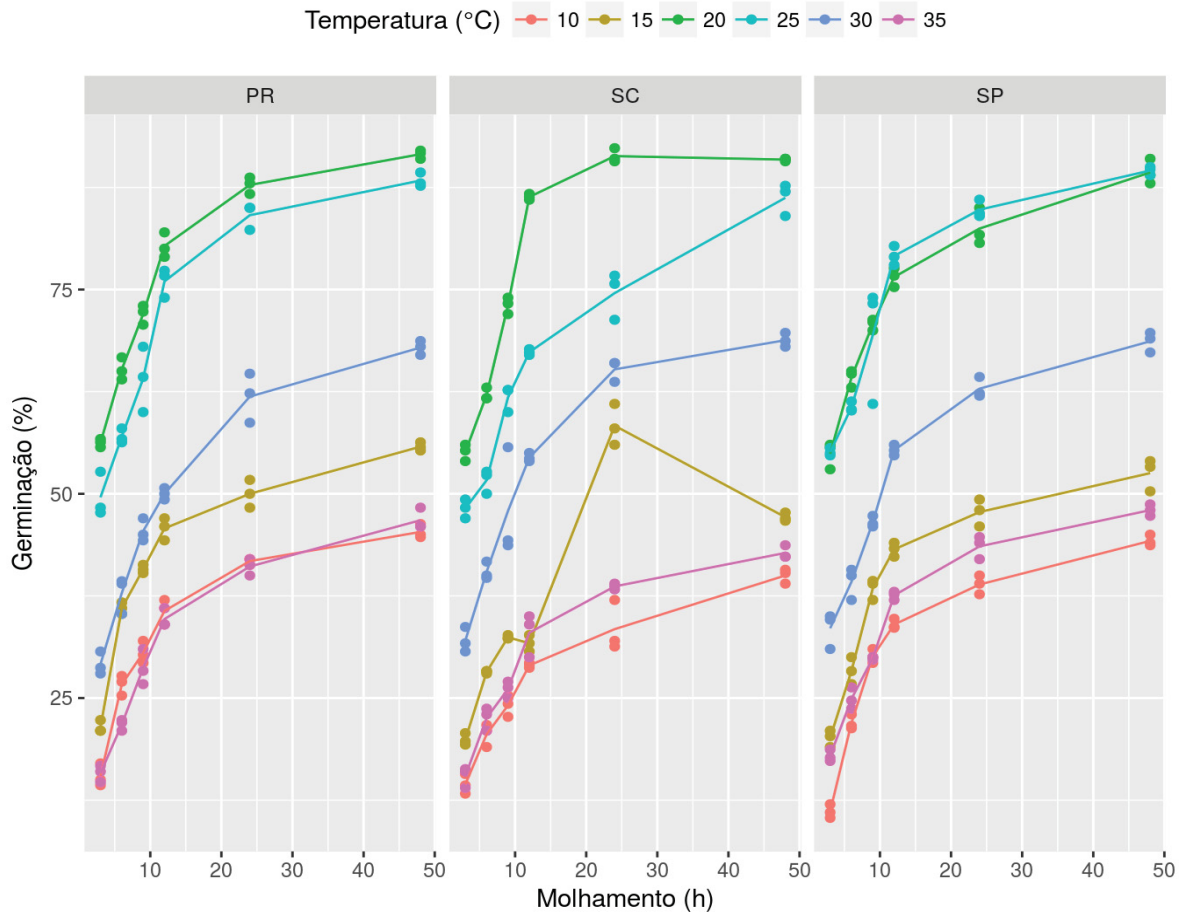


FIGURA 8. SUPERFÍCIE DE RESPOSTA COM DADOS ESTIMADOS PELO MODELO LINEAR COM RESPOSTA GAUSSIANA DA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DOS DIFERENTES ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e PR) DE *Tranzschelia discolor* EM FUNÇÃO DE TEMPERATURA E DO PERÍODO DE MOLHAMENTO (HORAS).

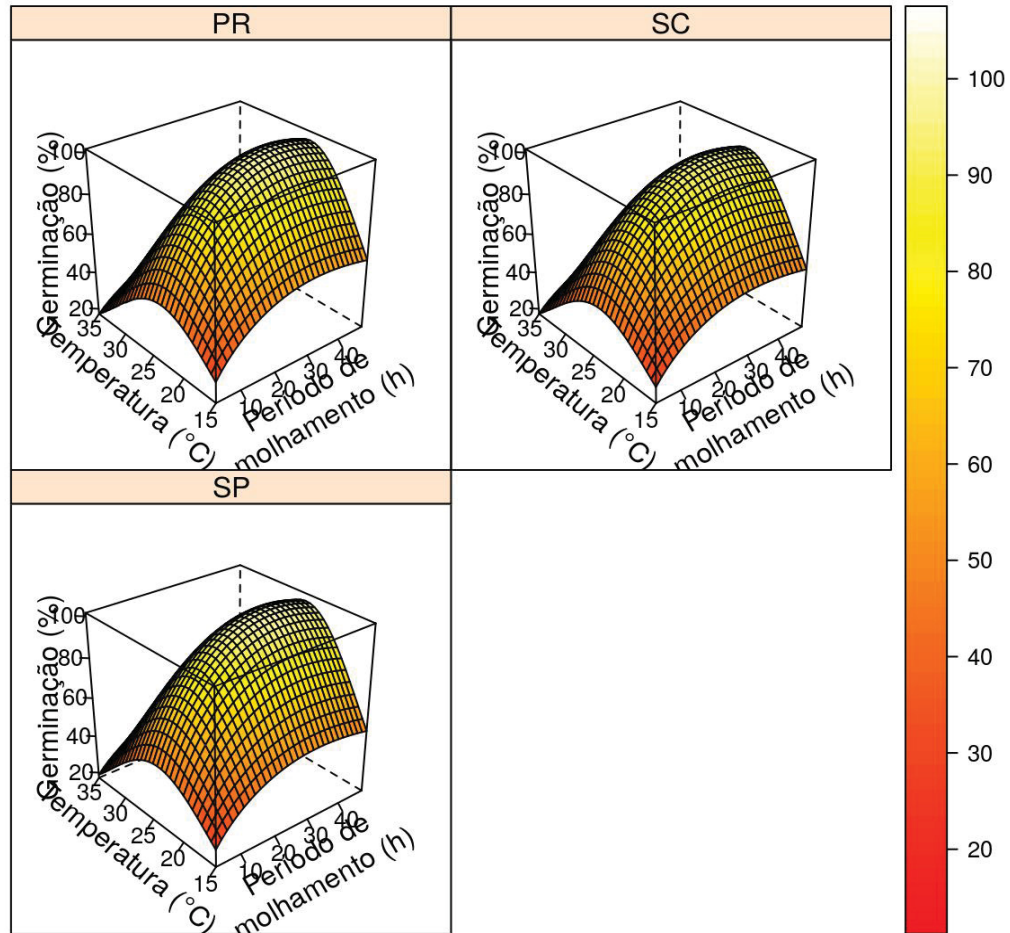
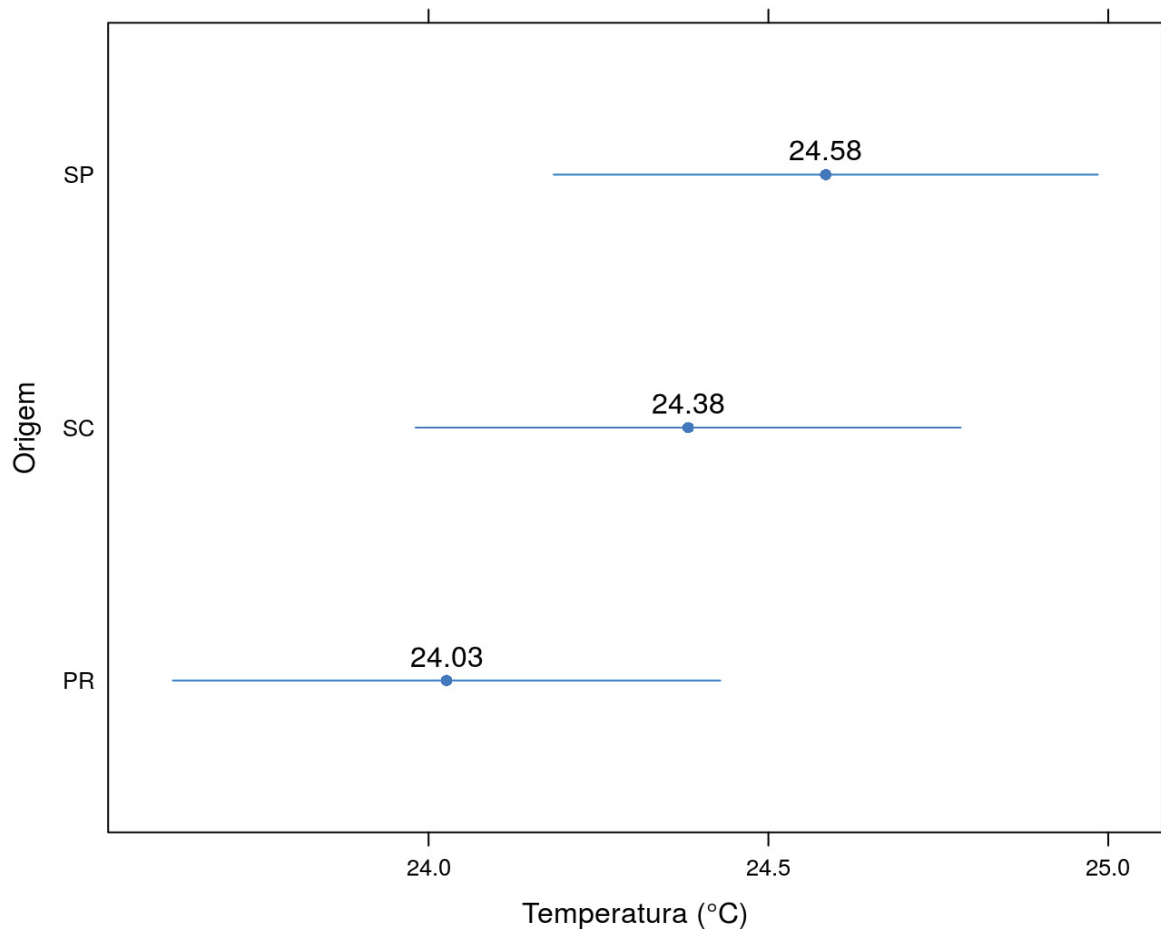


FIGURA 9. INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A TEMPERATURA ÓTIMA NO PERÍODO DE 48 HORAS DE MOLHAMENTO PARA OS DIFERENTES ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e SP) DE *Tranzschelia discolor* EM AMEIXEIRA (*Prunus salicina*)



4.4.2 Temperatura no período latente e número de pústulas cm^{-2} *ex vivo*

Não foram observados sinais da doença nas temperaturas de 10, 30 e 35°C. No entanto, essas temperaturas foram retiradas das análises para ajuste do modelo tanto para período latente quanto para número de pústulas cm^{-2} .

Na temperatura de 13°C foi observado um período latente de 14,3, 13,5 e 15,8 dias para os isolados de PR, SC e SP, respectivamente. A temperatura de 13°C foi retirada da análise para o melhor ajuste do modelo polinomial de grau 3, já que sem essa temperatura não há prejuízo para estimar o período latente mínimo, dado que a temperatura ótima para menor período latente está distante da temperatura de 13°C (FIGURA 10).

O período latente dos três isolados populacionais foi afetado pela temperatura, onde os menores períodos latentes observados foram de 10,3, 8,9 e 10,6 dias, nas temperaturas ótimas de 21,9, 22,1 e 22,4°C estimadas pelo modelo

ajustado, para os isolados de PR, SC e SP, respectivamente (FIGURA 10). O período latente do isolado do PR não diferiu do de SC e SP, mas o isolado de SC apresentou período latente menor que SP (FIGURA 11).

Na temperatura de 13°C foi observado um número de pústulas cm^{-2} de 0,69, 1,06 e 0,63 para os isolados de PR, SC e SP, respectivamente. A temperatura de 13°C foi retirada da análise para o melhor ajuste do modelo polinomial de grau 3, já que sem essa temperatura não há prejuízo para estimar número de pústulas cm^{-2} máximo, dado que a temperatura ótima para número de pústulas cm^{-2} está distante da temperatura de 13°C (FIGURA 12).

O número de pústulas cm^{-2} dos três isolados populacionais foi afetado pela temperatura. Os maiores números de pústulas cm^{-2} observados foram de 39,8, 158,5 e 63,1, nas temperaturas ótimas de 22,2, 22,2 e 22,7°C estimadas pelo modelo ajustado, para os isolados de PR, SC e SP, respectivamente (FIGURA 13). O número de pústulas cm^{-2} do isolado de SC foi maior que isolados de PR e SP (FIGURA 13).

FIGURA 10. PERÍODO LATENTE (DIAS) DOS ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e SP) DE *Tranzschelia discolor*. DE DIFERENTES ESTADOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES TEMPERATURAS (°C) EM FOLHAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina*)

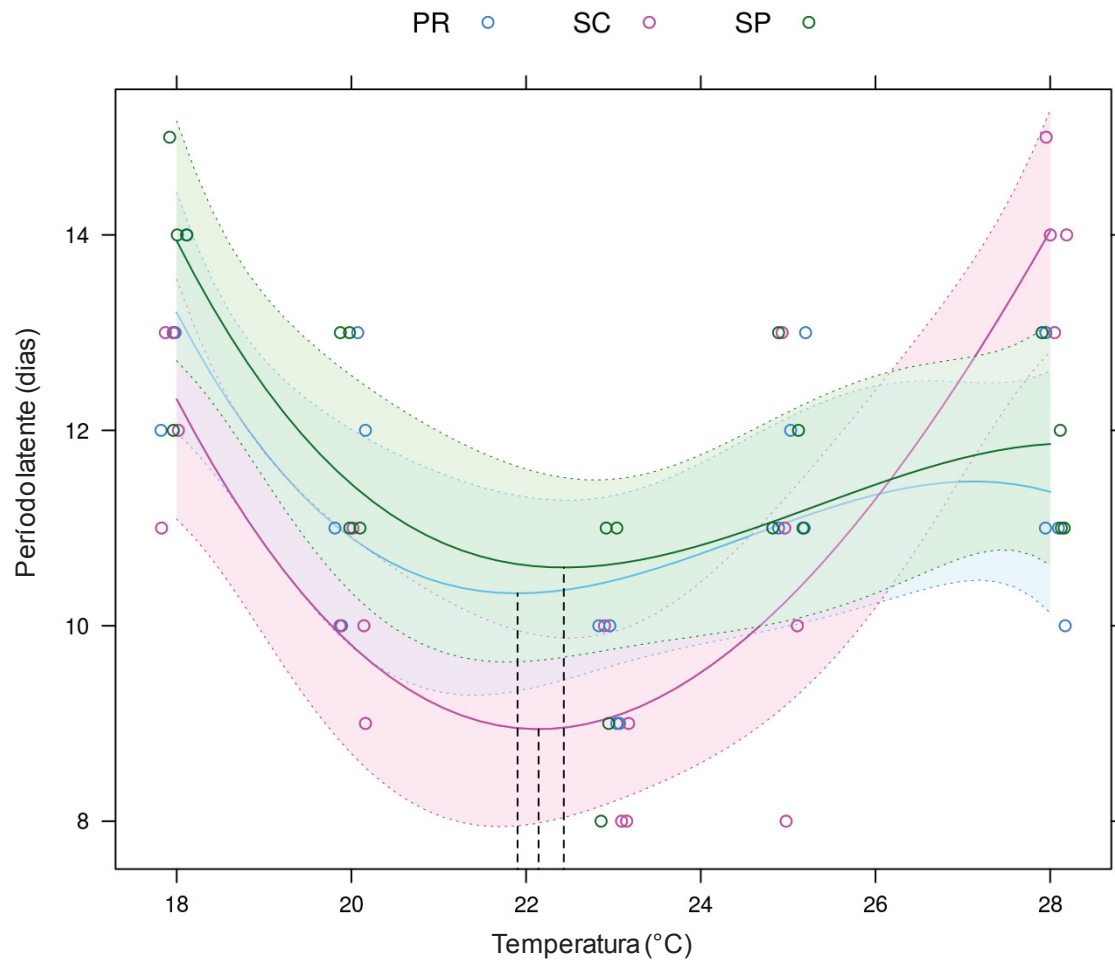


FIGURA 11. PERÍODO LATENTE (MÉDIA DE DIAS) ESTIMADO PELO MODELO POLINÔMIO DE GRAU 3 PARA OS ISOLADOS POPULACIONAIS DE DIFERENTES ORIGENS (PR, SC e SP) DE

Tranzschelia discolor EM FOLHAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina*). A BARRA REPRESENTA O INTERVALO DE CONFIANÇA.

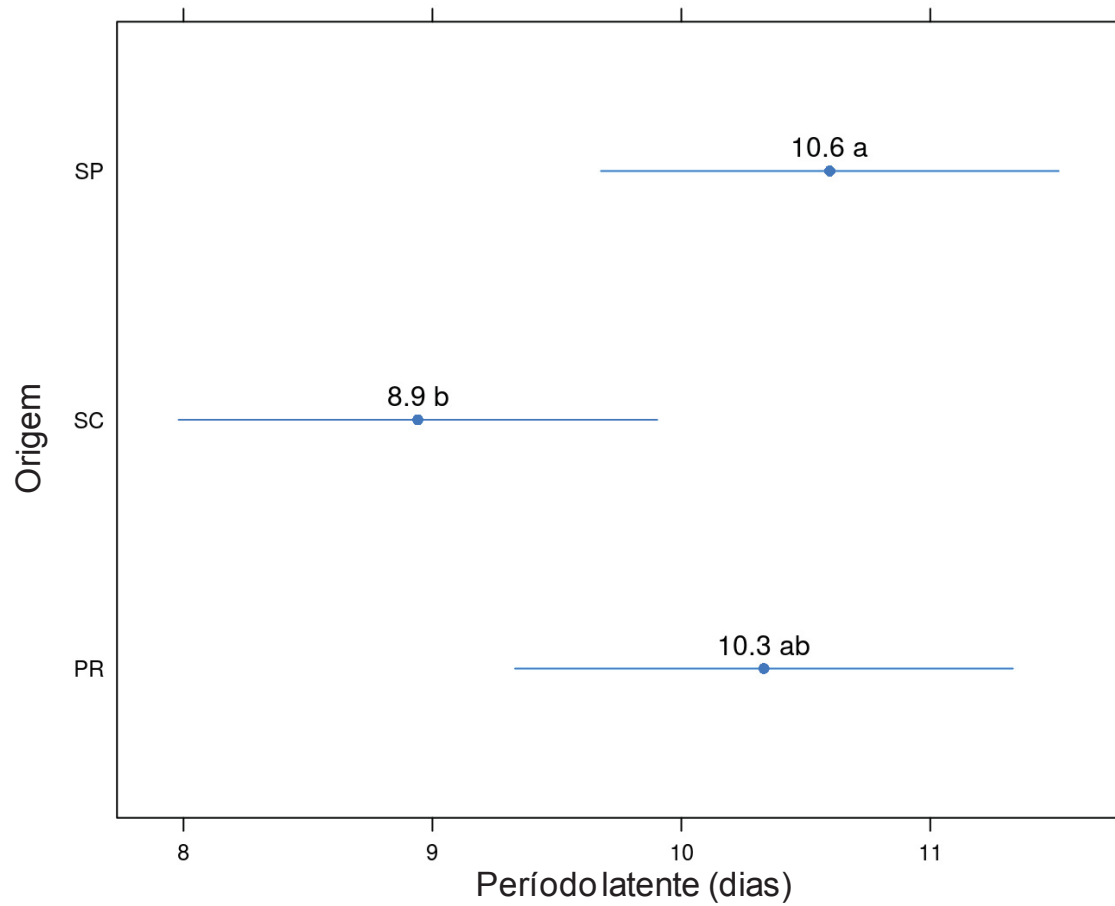


FIGURA 12. VALORES DE Log₁₀ DO NÚMERO DE PÚSTULAS/cm² DOS ISOLADOS POPULACIONAIS DE *Tranzschelia discolor* DE DIFERENTES ESTADOS (PR, SC e SP) EM

FOLHAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina* Lind.) EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES TEMPERATURAS (°C).

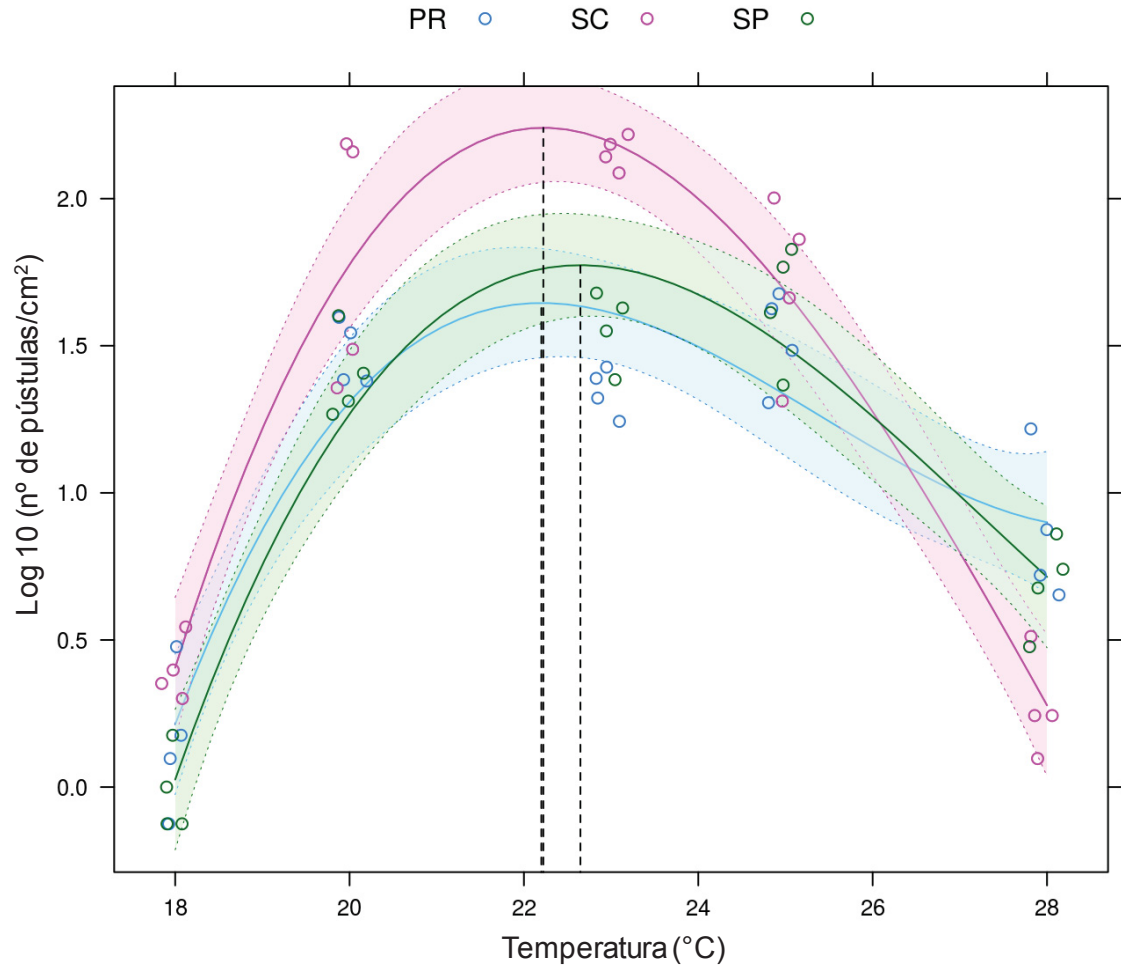
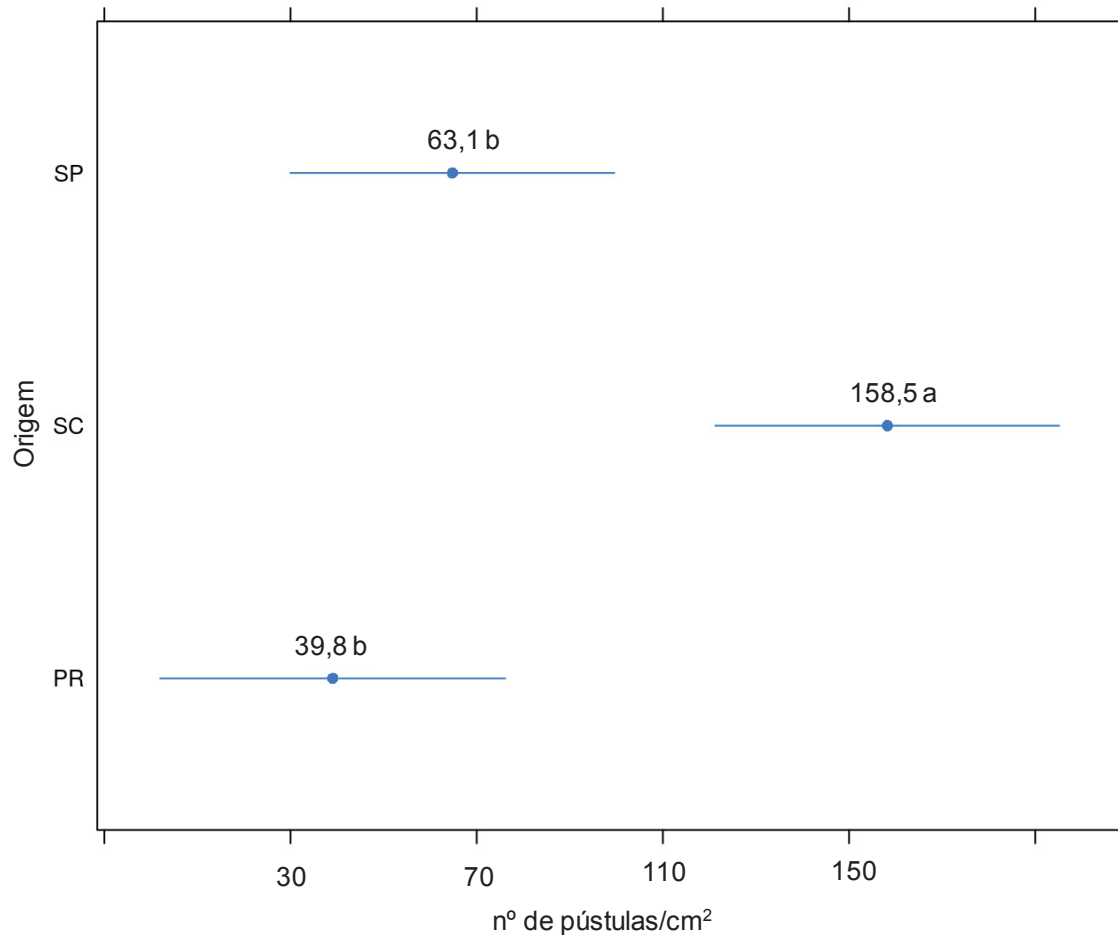


FIGURA 13. NÚMERO DE PÚSTULAS/CM² ESTIMADO PELO MODELO POLINÔMIO DE GRAU 3 PARA OS DIFERENTES ISOLADOS POPULACIONAIS (PR, SC e SP) DE *Tranzschelia discolor* EM FOLHAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina*) A BARRA REPRESENTA O INTERVALO DE CONFIANÇA.



4.5 DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que temperatura de 24°C e duração do período de molhamento de 48 horas são ideais para máxima germinação de uredinósporos de *T. discolor* dos três isolados populacionais testados. Observaram-se diferenças quanto ao período latente e número de pústulas cm⁻² para os isolados de diferentes estados, sendo o SC o mais agressivo por apresentar o menor período latente (8,9 dias) e maior número de pústulas *per* cm² (158,5).

O mínimo de 3 horas de duração de molhamento foram suficientes para os esporos dos três isolados populacionais germinarem nas faixas de temperaturas testadas (10 a 35°C), demonstrando a alta adaptabilidade dos esporos de *T. discolor*

em germinarem com umidade disponível por pouco tempo e em baixas temperaturas, o que pode auxiliar a entender quando uma epidemia desta doença pode se tornar um problema. Este resultado foi similar ao encontrado por Martins & Amorim (1999), onde urediniósporos de *T. discolor* na cultura do pessegueiro germinaram em um período mínimo de 2 horas de molhamento em uma faixa menos ampla de temperaturas (8 a 23°C).

Ogawa & English (1987), na cultura do pessegueiro, avaliaram a germinação de urediniosporos de *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor* (atualmente classificada como *T. discolor*) em diferentes condições e determinaram a temperatura ótima para a germinação é de 13 a 26 °C, a mínima é de 10 °C ou inferior e a máxima é de cerca de 38 °C, dados que também se aproximam dos encontrados neste trabalho.

A germinação dos esporos aumentou conforme o acréscimo de horas de molhamento, e a partir de 24 horas o crescimento apresentou tendência a estabilizar até atingir o máximo em 48 horas de duração, assim como observado por Martins (1999), com o mesmo patossistema, em que a partir de 24 horas de molhamento a germinação estabilizou seu comportamento. A autora ainda relata que foram observadas percentagens de germinação máxima de 85% em um dos ensaios, o que se assimila com os encontrados para os três isolados (PR, SC e SP), em que se observaram valores acima de 85% no período de molhamento de 48 horas, na faixa de temperaturas entre 20 e 25°C.

Soto-Estrada *et al.*, (2005) estudaram o comportamento de *T. discolor* em função da exposição a diferentes períodos de molhamento e observaram que os urediniósporos germinaram após um período de 4 horas de exposição a umidade, se enquadrando dessa maneira aos resultados já descritos na literatura e ao encontrado neste trabalho.

Para outros patossistemas com fisiologias similares como a ferrugem da videira (*Phakopsora euvitidis*) e ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) o mínimo de duração do período de molhamento necessário para infecção, que envolve o processo de germinação, na temperatura de 15°C foi de 6h e 10h respectivamente, demonstrando as variações que podem ocorrer em patógenos com características similares de desenvolvimento (MARCHETTI *et al.*, 1976).

Mesmo para patossistemas com fisiologia, ciclo de vida e hospedeiros diferentes, a duração do período de molhamento disponível pode interferir na

germinação de seus esporos. Junior et al., 2016 realizaram experimentos com três espécies diferentes de agentes causais da podridão apical da goiaba (*Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum* e *Neofusicoccum rirbis*) testando o efeito de diferentes períodos de molhamento e temperatura na germinação de conídios. O resultado obtido foi o de germinação de conídios das três espécies na faixa de temperatura de 10 a 40°C, e com o ajuste do modelo estatístico beta generalizada aos dados reais e estimados, através do valor significativamente diferente de zero de um dos parâmetros da equação que representa a taxa de aumento da percentagem de germinação de acordo com o período de molhamento testado para as três espécies, concluíram que há um aumento na germinação de conídios com o aumento do período de molhamento.

Com este resultado, foi possível presumir que estes patossistemas apresentam uma ampla faixa de condições favoráveis (temperatura para germinação de conídios e alta germinação conforme a disponibilidade de umidade) para o desenvolvimento da podridão apical da goiaba, o que dificulta o ajuste de um modelo de previsão para doença. Resultado similar ao encontrado neste trabalho, que devido a ampla faixa de temperaturas para germinação de uredíniosporos de *T. discolor*, o desenvolvimento da enfermidade se torna um desafio para a previsão de suas epidemias quando se relaciona condições ambientais como temperatura e umidade.

Com os resultados obtidos em relação à germinação dos uredíniosporos em amplas faixas de temperaturas e com o mínimo período de molhamento, aliado as condições ambientais favoráveis que ocorrem nas regiões de clima subtropical como dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, é possível concluir que uma epidemia da doença pode ocorrer com intensidade preocupante para as regiões produtoras de ameixa.

Os isolados estudados neste trabalho apresentam origem distintas, sendo dois provenientes de áreas experimentais (PR e SC) na qual o manejo cultural e químico é mínimo ou ausente, o que poderia explicar a agressividade do isolado SC em seu período latente e número de pústulas cm^{-2} em relação ao originário de uma área de manejo convencional (SP) onde práticas de controle são adotadas rotineiramente e podem influenciar na menor agressividade e desenvolvimento do fungo. Provavelmente haja interferência do clima dos estados de origem de cada isolado populacional

O período de latência consiste no período entre a infecção e o aparecimento de estruturas reprodutivas do patógeno (VAN DER PLANK, 1975; BEDENDO, 2011). No caso da ferrugem da ameixeira este processo se encerra com o início da esporulação das pústulas. Com o período de latência é possível calcular quantos ciclos do patógeno podem ocorrer em um ciclo da cultura e comparar isolados populacionais de diferentes estados produtores de ameixa e determinar se há diferenças nas épocas e intensidades das epidemias causadas por *T. discolor*.

O período latente dos três isolados populacionais utilizados foi afetado pela temperatura em sua duração. Diversos estudos com ferrugens encontraram a mesma resposta aos procedimentos experimentais testando a mesma influência (MARTINS, 1994; ANGELLOTTI *et al.*, 2013) e o menor período latente foi de 7 dias para *P. euvitis* e 18 dias para *T. discolor*. Para mesmo patossistema, Navarro (2017), encontrou o mesmo período de latência de 7 dias para *P. euvitis* em duas espécies de videira (*Vitis vinífera* e *Vitis labrusca*).

Martins & Amorim (1996) observaram o menor período latente e crescimento mais intenso de *T. discolor* à temperatura de 23 °C, resultado similar ao encontrado neste trabalho onde o isolado populacional SC apresentou o menor período latente e maior número de pústulas cm⁻² nas temperaturas de 22,1 e 22,2°C respectivamente. Outros estudos demonstram que pode haver diferenças de apenas um dia no período latente de *P. euvitis* para 15 porta-enxertos diferentes sob condições ambientais controladas (ANGELLOTTI *et al.*, 2009), resultado parecido ao deste trabalho em relação a diferença dos dias entre os três isolados populacionais testados.

4.6 CONCLUSÕES

- 1) A temperatura ótima para a máxima germinação de urediniosporos a 48 hora de duração de período de molhamento não se diferiu estatisticamente para os três isolados populacionais, sendo em torno de 24°C a faixa ideal.
- 2) Os três isolados populacionais (PR, SC e SP) germinaram na faixa de 10 a 35°C, a partir da menor duração de período de molhamento (3 horas) até a maior (48 horas).

3) O menor período latente e maior número de pústulas/cm² observado foi isolado populacional SC, se demonstrando mais agressivo em relação aos isolados PR e SP.

4.7 REFERENCIAS

ADASKAVEG, J.E.; SOTO-ESTRADA, A.; FORSTER, H.; THOMPSON, D.; HASEY, J.; MANJI, B.T; TEVIOTDALE, B. Peach rust caused by *Tranzschelia discolor* in Califórnia, 2000.

ALVES, G.; MAY DE MIO.; L.L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p. 907-912, 2008.

ALVES, G.; NESI, C.N.; MAY DE MIO, L.L. Detection of surviving fungi on peach tree twigs. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology**, suplemento. Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.35, p.173, 2010.

ALVES, G.; NESI, C.N.; MAY-DE MIO, L.L. Detection of surviving fungi on peach tree twigs. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2010. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, 173 p, 2010.

ANCO, D. J; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. Effects of Temperature and Wetness Duration on the Sporulation Rate of *Phomopsis viticola* on Infected Grape Canes. **Plant Disease**, v.97, n5. , p. 579-589, 2013.

ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J. ; VIDA, J. B. ; CANTERI, M. G. The effect of temperature, leaf wetness and light on development of grapevine rust. **Australasian Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 9-13, 2014.

APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. ; FURTADO, E. L. Effect of temperature on infection, teliospore formation and basidiospore production for *Puccinia psidii* (Uredinales). **Summa Phytopathologica**, v. 29, n. 3, p. 239-243, 2003.

AMORIM, L. Avaliação de Doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H. & AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos.**, Editora Agronômica Ceres Ltda., v.1. p. 645-671, 1995.

BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R. F. de A.; COSTA, A. A Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p.341- 344, 2003. BASSANEZI, R. B. ; AMORIM, L. ; BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B. Effects of bean line pattern mosaic virus on the monocyclic components of rust and angular leaf spot of *Phaseolus* bean at different temperatures. **Plant Pathology**, v. 47, n. 3, p. 289-298, 1998.

BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, M, J, A; Amorim, L. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4. ed: Agronômica Ceres, a. v.1, cap. 22, p. 435-441, 2011.

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

BERGAMIN FILHO, A. Apostilha do Curso *Latu Sensu* em Proteção de Plantas da UFV. **Epidemiologia de Doenças de Plantas**. CEAD – Coordenadoria de Educação Aberta e à Distância. 95 p. 2010.

BLEICHER, J.; TANAKA, H. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. 2º ed. **Empresa Catarinense de pesquisa agropecuária**, 53p, 1982.

BOLKAN, H.A.; OGAWA, J.M.; MICHAILIDES, T.J.M.; KABLE, P.F. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. **Plant Disease**, v. 69, p.485-486, 1985.

CITADIN, I.; BERTUOL, O.; BASSANI, M.H.; SOUSA, R.N.; PINOTTI, L.C.A.; SOLETTI, T. Controle da ferrugem da folha de pessegueiro mediante pulverizações com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p. 317-319, 2005.

CITADIN, I.; MAZARO, S.M.; DANNER, M.A.; RASEIRA, M.C.B.; MALAGI, G. Variability in leaf rust susceptibility among peach cultivars. **Revista Ceres**, n.57, p.185-193, 2010.

EIDAM, T.; PAVANELLO, A.P.; AYUB, R.A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.34, p. 001-319. 2012.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Faostat. Disponível em < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acesso em: 12/08/2017.

GOLDSWORTHY M.C.; SMITH R.E. Studies on rust of clingstone peaches in California. **Phytopathology**, v.21, p.133-168, 1931.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produção Agrícola Municipal - situação em 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat> > Acesso em: 10/06/2016.

JÚNIOR, A. F. N.; FISCHER, I. H.; BRAGANÇA, C. A.; JÚNIOR, N. S. M.; AMORIM, L. Identification of *Botryosphaeriaceae* species that cause styelar-end rot of guavas and characterisation of the disease monocycle. **European Journal of plant pathology**, v. 144, n. 2, p. 271-287, 2016.

KABLE, P.F.; ELLISON, P.J.; BAMBACH, R.W. Physiologic specialization of *Tranzschelia discolor* in Australia. **Plant Disease**, v.70, n.3, p.202-204, 1986.

KOWATA, L. S.; AMORIM, L.; FACHINELLO, J.C.; MAY-DE MIO, L.L. Implementação do sistema de produção integrada de pêssegos no Paraná. **Bragantia**, v.70, n.2, p.325-333, 2011.

MARCHETTI, M. A., MELCHING, J. S., & BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by urediospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, v. 66, n.4., p. 461-463, 1976.

MARTINS, M.G.: **Quantificação dos parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro..** Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 68 p,1994.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. A ferrugem do pessegueiro. **Summa Phytopathologica**, v.22, p. 193-199, 1996.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Efeito do período de molhamento foliar em componentes monocíclicos da ferrugem do pessegueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p. 552-555, 1999.

MARTINS, M.C.; BETTI, R.M.V.B.C.; LEITE, R.P.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A (eds.) **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. Editora Agronômica Ceres Ltda., v.2. p. 545-557, 2005.

MAY DE MIO, L.L, GARRIDO, L.; UENO B. Doenças de fruteiras de caroço In: MONTEIRO LB, MAY-DE MIO L.L, SERRAT BM, CUQUEL FL (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba.UFPR. pp. 169-222. 2004.

NAVARRO, B. L. A ferrugem da videira em *Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*: componentes epidemiológicos e respostas dos hospedeiros. **Dissertação de Doutorado**, Universidade de São Paulo,Piracicaba, 2017.

NESI, C. N., ALVES, G., RIBEIRO, P. J., & MAY De MIO, L. L. M. Heterogeneity of peach rust disease progress within the tree canopy. **European journal of plant pathology**, v. 139, n.4),p. 663-677, 2014.

NUTTER, F.W.; ESKER, P.D. The role of psychophysics in phytopathology. **European Journal Plant Pathology**, v.114, p.199-213, 2006.

OGAWA, J. M. & ENGLISH, H. **Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops**. UCANR Publications, 1991. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0ykKP23s1kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=OGAWA+%26+ENGLISH,+1991&ots=E19HePmJ47&sig=3Nh-dhZJvtOsbZf1XCBlvZJbCd0#v=onepage&q=rust&f=false>

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. **Compendium of stone fruit diseases**. APS, 98 p, 1995.

PEREIRA, L. O. (eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Editora UFV, 2014. p. 323 - 349.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de frutíferas de clima temperado**. (Ed.) UFV, p. 89-126, 2002.

SACHS, S.; CAMPOS, A.D. O pessegueiro. In: Medeiros, C.C.B.; RASEIRA, M.C.B. (Eds) A cultura do pessegueiro. Embrapa-SPI, 1998.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 760 p. 1998.

SOTO-ESTRADA, A.; ADASKAVEG, J.E.; MANJI, B.T.; HASEY, J. Early and late season rust epidemics on cling peach and their effect on crop production in California. **Phytopathology**, v. 88, p. 84, 1998.

SOTO-ESTRADA, A., FÖRSTER, H., DEMASON, D. A., & ADASKAVEG, J. E. Initial infection and colonization of leaves and stems of cling peach by *Tranzschelia discolor*. **Phytopathology**, v.95, n.8, p. 942-950, 2005.

VALE, F.X.R., JESUS JUNIOR, W.C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas** v.1(: Perffil Editora. 532 p. 2004.

VAN DER PLANK, J. **Principles of plant infection**. Plant Diseases, v.28, p. 632, 1975.

WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J. F. M.; CASTRO, L. A. S.; BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul. **Documentos 151**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2005.

5 REFERÊNCIAS GERAIS

ADASKAVEG, J.E.; SOTO-ESTRADA, A.; FORSTER, H.; THOMPSON, D.; HASEY, J.; MANJI, B.T; TEVIOTDALE, B. Peach rust caused by *Tranzschelia discolor* in Califórnia, 2000.

AGRIOS, G. N. Control of plant diseases. **Plant pathology**, v. 5, p. 295-357, 1997.

ALVES, G.; MAY DE MIO.; L.L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p. 907-912, 2008.

ALVES, G., MAY DE MIO, L. L., ZANETTE, F., & OLIVEIRA, M. C.. Ferrugem do pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de carboidratos em ramos e gemas. **Tropical Plant Pathology**, v. 33 n.5, p. 347-353, 2008.

ALVES, G.; NESI, C.N.; MAY DE MIO, L.L. Detection of surviving fungi on peach tree twigs. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology**, suplemento. Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.35, p.173, 2010.

AMORIM, L. Avaliação de Doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H. & AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos.**, Editora Agronômica Ceres Ltda., v.1. p. 645-671, 1995.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos.** 4 ed. Agronômica Ceres, p. 59-98, 2011.

ANCO, D. J; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. Effects of Temperature and Wetness Duration on the Sporulation Rate of *Phomopsis viticola* on Infected Grape Canes. **Plant Disease**, v.97, n5. , p. 579-589, 2013.

ANGELOTTI, F. ; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; OLIVEIRA, R. R.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of grapevine rust. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.6, ,p. 439-443, 2008.

ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J. ; VIDA, J. B. ; CANTERI, M. G. The effect of temperature, leaf wetness and light on development of grapevine rust. **Australasian Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 9-13, 2014.

APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. ; FURTADO, E. L. Effect of temperature on infection, teliospore formation and basidiospore production for *Puccinia psidii* (Uredinales). **Summa Phytopathologica**, v. 29, n. 3, p. 239-243, 2003.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL-ORTO, F. A.; OJIMA, M.; KALIL, G. P. C.; LOVATE, A. A.; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS F. P.; NOGUEIRA, E. M. C. Incidência de ferrugem em folhas de pessegueiro e nectarineira do germoplasma IAC. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p. 90-91, 1994.

BARBOSA, W., OJIMA, M., DALL'ORTO, F. A. C., MARTINS, F. P., DE CASTRO, J. L., & Dos SANTOS, R. R. Avaliação de pessegueiros e nectarineiras introduzidos no Brasil, procedentes da Flórida, EUA. **Scientia Agricola**, 54(3), 152-159, 1997.

BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R. F. de A.; COSTA, A. A Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p.341- 344, 2003.

BARBOSA, M.A.G.; MICHEREFF, S.J.; MORA-AGUILERA, G. Elaboration and validation of diagrammatic key to evaluate white rust severity in *Chrysanthemum*. **Summa Phytopathologica**, v.32, p. 57-62, 2006.

BARDSLEY, S.J.; NGUGI, H.K. Reliability and accuracy of visual methods to quantify severity of foliar bacterial spot symptoms on peach and nectarine. **Plant Pathology**, v. 62, p. 460-474, 2013.

BARRET, J.T. Observations on prune rust, *Puccinia pruni-spinosae* Pers. In southern California. **Phytopathology**, v.5, p. 293, 1915.

BASSANEZI, R. B. ; AMORIM, L. ; BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B. Effects of bean line pattern mosaic virus on the monocyclic components of rust and angular leaf spot of *Phaseolus* bean at different temperatures. **Plant Pathology**, v. 47, n. 3, p. 289-298, 1998.

BEDENDO, I.P. Ferrugens In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4ªed: Ceres, v.1,. p. 479 - 484, 2011.

BERTRAND, P. F. Rust. In: OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K. Compendium of Stone Fruit Diseases. **American Phytopathological Society**, p. 23-24, 1995.

BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**: Ceres, 289 p. 1996.

BERGAMIN FILHO, A. Apostila do Curso *Latu Sensu* em Proteção de Plantas da UFV. **Epidemiologia de Doenças de Plantas**. CEAD – Coordenadoria de Educação Aberta e à Distância. Viçosa-MG. 95 p. 2010.

BLEICHER, J.; TANAKA, H. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. 2º ed. **Empresa Catarinense de pesquisa agropecuária S.A.**, 53 p. 1982.

BOCK, C.H.; GOTTWALD, T.R.; PARKER, P.E.; COOK, A.Z.; FERRANDINO, F.; PARNELL, S.; VAN DEN BOSCH, F. The Horsfall-Barratt scale and severity estimates of citrus canker. **European Journal Plant Pathology**. v.25, p. 23-38, 2009.

BOCK, C.H.; POOLE, G.; PARKER, P.E.; GOTTWALD, T.R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Review Plant Science**, v.29, p.59-107, 2010.

BOCK, C.H.; HOTCHKISS, M. W; PARKER, WOOD, B. W. Assessing disease severity: accuracy and reliability of rater estimates in relation to number of diagrams in a standard area diagram set. **Plant Pathology**, v.65, p.261-272, 2016.

BOLKAN, H.A.; OGAWA, J.M.; MICHAILIDES, T.J.M.; KABLE, P.F. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. **Plant Disease**, n. 69, p.485-486, 1985.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Crop Protection**, v. 29, p. 1015-1020, 2010.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; VAZ, G. R. O. Development and validation of a standart área diagram st to estimate severity of leaf rust in *Coffea arábica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1114-1150, 2011.

CAMPBELL, C.L; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley and Sons, 1990.

CASTRO, L.A.S.; NAKASU, B.H.; PEREIRA, J.F.M. Ameixeira: Histórico e Perspectivas de Cultivo. **Circular Técnica 70**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008. Disponível (online). <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/> (17 de outubro). 2017.

CHALLIOL, M. A., MAY DE MIO, L. L., CUQUEL, F. L., MONTEIRO, L. B., SERRAT, B. M., MOTTA, A. C. V., & RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Elaboração de escala diagramática para furo-de-bala e avaliação de doenças foliares em dois sistemas de produção de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, 391-396, 2006.

CITADIN, I.; BERTUOL, O.; BASSANI, M.H.; SOUSA, R.N.; PINOTTI, L.C.A.; SOLETTI, T. Controle da ferrugem da folha de pessegueiro mediante pulverizações com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.317-319, 2005.

CITADIN, I.; MAZARO, S.M.; DANNER, M.A.; RASEIRA, M.C.B.; MALAGI, G. Variability in leaf rust susceptibility among peach cultivars. **Revista Ceres**, n.57, p.185-193, 2010.

CITADIN, I. **Fruteiras de Caroço**. Acesso em 07/01/2018. Disponível em: http://pitangui.uepg.br/departamentos/defito/labiovegetal/Fruteiras_De_Caroco.pdf

CUNNINGHAM, G.H. Leaf-rust, *Puccinia pruni-spinosae* Pers. Its appearance, cause, and control. **New Zealand Journal of Agriculture**, Wellington, v. 25 p. 271-277,1922.

CUNNINGHAM, G.H. Fungous diseases of fruit trees in New Zealand. Brett, Auckland, p. 382, 1925.

DEBONA, D.; NASCIMENTO, K. J. T.; REZENDE, D.; RIOS, J. A.; BERNARDELI, A. M. A.; SILVA, L. C.; RODRIGUES, F. Á. A set of standard area diagrams to assess severity of frog-eye leaf spot on soybean. **European journal of plant pathology**, v.142, n.3, p. 603-614, 2015.

DEL PONTE, E.M., PETHYBRIDGE, S.J., BOCK, C.H., MICHEREFF, S.J., MACHADO, F.J., & SPOLTI, P. Standard Area Diagrams for Aiding Severity Estimation: Scientometrics, Pathosystems, and Methodological Trends in the Last 25 Years. **Phytopathology**, v.107, n.10, p.1161-1174, 2017.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIN, L.; CAPUCHO, A. S.; JUNIOR, A. F. N.; ROSADO, A. W.C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation of a set of standard area diagrams to estimate severity of potato late blight severity in the field. **Plant Pathology**, v. 43, p. 675-682, 2013.

DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Elaboração e validação de escala diagramática. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; PEREIRA, L. O. (eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, Editora UFV, p. 123 – 137, 2014.

DOLINSKI, M.A.; DUARTE, H. S. S.; SILVA, J.B.; MAY DE MIO, L.L. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of peach rust. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 4, p. 817-824, 2017.

DUNEGAN, J.C. The occurrence in the United States of two types of teliospores of *Tranzschelia pruni-spinosae*. **Phytopathology**, v.26, p. 91, 1936.

DUNEGAN, J.C. The rust of stone fruits. **Phytopathology**, v.28, p. 411-427, 1938.

DUNEGAN, J.C. & SMITH, C.O. Germination experiments with urediniospores and teliospores of *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor*. **Phytopathology**, v.31, p. 189-191, 1941.

EIDAM, T.; PAVANELLO, A.P.; AYUB, R.A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.34, p. 001-319. 2012.

ELLISON, P. J.; McFADYEN, L. M.; KABLE, P. F. Overwintering of *Tranzschelia discolor* in prune orchards in New South Wales. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.38, p.895-905, 1987.

EMBRAPA - **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Cartilha do produtor de pêssego, 30p, 1990.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Faostat. Disponível em < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acesso em: 12/08/2017.

FACHINELLO, J.C., PASA, M.D.S., SCHMTIZ, J.D., & BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p. 109-120, 2011.

FORBES, G.A.; KORVA, J.T. The effect of using a Horsfall-Barratt scale on precision and accuracy of visual estimation of potato late blight severity in the field. **Plant Pathology**, v.43, p. 675-682, 1994.

FORTES, J.A. **Doenças do pessegueiro e ameixeira: etiologia e controle**. Pelotas: Embrapa-CPACT, (Embrapa CPACT. Documentos, 2),14 p, 1993.

GAMER, M.; LEMON, J.; FELLOWS, I. **Various Coefficients of Interrater Reliability and Agreement**. R package Version 0.84. 2012. Disponível em www.R-project.org. Acessado em 13 de fevereiro de 2018.

GODOY, C. V., KOGA, L. J. & CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.31,n.1, p.63-68, 2006.

GOLDSWORTHY M.C.; SMITH R.E. Studies on rust of clingstone peaches in California. **Phytopathology**, v.21, p.133-168, 1931.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; MARTINS, R.B.; DEL PONTE, E. M., MICHEREFF, S. J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European journal of plant pathology**, v.139, n.2, p. 419-428, 2014.

GRELLMANN, E.O.; SIMONETTO, P.R.; RODRIGUES, L.R. Comunicado Técnico América Tardia: nova variedade de ameixeira. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.14, n.1, p.53-56, 2008.

GRUMBERG, I.P. **Variedades de durazneros y ciruelos que se cultivan en el país**. Universidad de Buenos Aires, 453 p, 1944.

HORSFIELD, A. & WICKS, T. Sources of primary inoculum of *Tranzschelia discolor* in Australian almond orchards. **Australasian Plant Pathology Society**, v.39, p. 350-357, 2010.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produção Agrícola Municipal - situação em 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat>> Acesso em: 10/06/2016.

JÚNIOR, A. F. N.; FISCHER, I. H.; BRAGANÇA, C. A.; JÚNIOR, N. S. M.; AMORIM, L. Identification of *Botryosphaeriaceae* species that cause styelar-end rot of guavas and characterisation of the disease monocycle. **European Journal of plant pathology**, v. 144, n. 2, p. 271-287, 2016.

KABLE, P.F.; ELLISON, P.J.; BAMBACH, R.W. Physiologic specialization of *Tranzschelia discolor* in Australia. **Plant Disease**, v.70, n.3, p.202-204, 1986.

KABLE, P.F.; KEEN, B.J.; BAMBACH, R.W. Evaluation of fungicides for curative activity against *Tranzschelia discolor*, cause of the rust of French prune (*Prunus domestica* L.), **Australian Journal Agricultural Research**, v.38, n.3, p. 577-585, 1987.

KLOSOWSKI, A.C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J.C.; MAY DE MIO, L.L. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, v.38, p. 166-171, 2013.

KOWATA, L.S.; AMORIM, L.; FACHINELLO, J.C.; MAY DE MIO, L.L. Implementação do sistema de produção integrada de pêssegos no Paraná. **Bragantia**, v.70, n.2, p.325-333, 2011.

LAGE, D. A. C., MAROUELLI, W. A., DUARTE, H. S. S ; CAFÉ-FILHO, A. C. Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. **Crop Protection**, v. 67, p. 26-34, 2015.

LAUNDON G.F., RAINBOW A.F. *Tranzschelia pruni-spinosa* var. *discolor*. C.M.I. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria. **Commonwealth Mycological Institute**. v. 29, n. 287, 1971.

LEONEL, S., PIEROZZI, C.G., & TECCHIO, M. A. Produção e qualidade dos frutos de pessegueiro e nectarineira em clima subtropical do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p.118 -128, 2011.

LENZ, G., BALARDIN, R. S., CORTE, G. D., MARQUES, L. N., & DEBONA, D. Diagrammatic scale for assessment of rice brown spot severity. **Ciência Rural**, v. 40, p.752–758, 2010.

LIN, L.I. Aconcordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v.45,p.255-268. 1989.

LOPES, P. U.; DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIN, L. Quantificação de doenças de plantas. In: ZAMBOLIN, L.; JUNIOR, W. J. C.; RODRIGUES, F.A. **O essencial da Fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.51-77, 2014.

MADAIL, J.C.M. Aspectos socioeconômicos. In: CASTRO, L.A.S. (Ed.). Ameixa: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, (Frutas do Brasil) v. 43, p. 13-15, 1993.

MADAIL, J.C.M.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M. Custo de produção da ameixa, um caso da Serra Gaúcha. **Comunicado Técnico 157**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

MADDEN, L.V.; NUTTER JUNIOR, F.W. Modeling crop losses ate the field. **Canadian Journal of Plant Pathology**. v.17, p. 124 – 137, 1995.

MALAGI, G., DOS SANTOS, I., CAMOCHENA, R. C., & MOCCELLIN, R. Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.3, p. 797-804, 2011.

MARCHETTI, M. A., MELCHING, J. S., & BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by urediospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, v. 66, n.4., p. 461-463, 1976.

MARTINS, M.G.: **Quantificação dos parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 68 p, 1994.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. A ferrugem do pessegueiro. **Summa Phytopathologica**, v.22, p. 193-199, 1996.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Efeito do período de molhamento foliar em componentes monocíclicos da ferrugem do pessegueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p. 552-555, 1999.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Caracterização morfológica e especialização patogênica de *Tranzschelia discolor* em diferentes espécies de *Prunus*. **Fitopatologia Brasileira**, v.25 (1), p. 79-83, 2000.

MARTINS, M.C., GUERZONI, R.A., CÁMARA, G.D.S., MATTIAZZI, P., LOURENÇO, S.A., & AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 , n.2, p, 179-184, 2004.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE JR, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI H.; AMORIM,L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO,L.E.A **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**: Agronômica Ceres, p. 545-557, 2005.

MAY DE MIO, L.L, GARRIDO, L.; UENO B. Doenças de fruteiras de caroço In: MONTEIRO LB, MAY-DE MIO L.L, SERRAT BM, CUQUEL FL (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. p. 169-222, 2004.

MAY DE MIO, L.L & MOREIRA, M.L. Manejo de Doenças de Rosáceas de Caroço. In: **Manejo Integrado de doenças de fruteiras** / organizado por Núcleo de Estudos em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras. – Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Brasília, 270p, 2007.

MAY DE MIO, L.L; PARISI, M.C.M.; UENO, B.; FARJADO, T.V.M.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda, a. v.2, cap. 66, p. 629-645, 2016.

MULLER, C. **Análise faunística e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) potenciais vetoras de *Xylella fastidiosa* em pomares de ameixeiras nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NESI, C. N., ALVES, G., RIBEIRO, P. J.; MAY DE MIO, L. L. M. Heterogeneity of peach rust disease progress within the tree canopy. **European journal of plant pathology**, v.139, n.4, p, 663-677, 2014.

NITA, M.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v.93. p.995-1005, 2003.

NUNES, C.C; ALVES, S.A.M. development and validation of a diagrammatic scale to quantify the severity of *Fabraea* leaf spot of pear. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, p.239-244, 2012.

NUTTER, F.W.; TENG, P.S.; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, v.75,n.11, p. 1187-1188,1991.

NUTTER Jr, F.W; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.17, n.2, p.174-184, 1995.

NUTTER, F.W.; ESKER, P.D. The role of psychophysics in phytopathology. **European Journal Plant Pathology**, v.114, p.199-213, 2006.

OGAWA, J. M. & ENGLISH, H. **Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops.** UCANR Publications, 1991. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0ykkP23s1kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=OGAWA+%26+ENGLISH,+1991&ots=E19HePmJ47&sig=3Nh-dhZJvtOsbZf1XCBlvZJbCd0#v=onepage&q=rust&f=false>

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. Compendium of Stone Fruit Diseases, **American Phytopathological Society** APS impresso, 98p, 1995.

OLIVEIRA, R. S.; RAMOS, J. D.; OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, M. C. M. Crescimento vegetativo e fenologia de ameixeira sob cultivo orgânico na região de Delfim Moreira – MG. **Revista Agraria** n.5, p. 198-205. 2012.

OZKUL, Y.; ERINCIK, O. Prevalence, incidence and severity of plum rust (*Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv.) in the Aydin Province. **Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty**, v.7, n.2, p.85-92, 2010.

PEREIRA, L. O. (Eds.) **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de doenças de plantas.** Viçosa, Editora UFV, p. 323 – 349, 2014.

PERLBERGER, J. The rust disease of stone fruit trees in Palestine. **Rehovat Agriculture**, v.34, 1943.

PIERCE, N.B. Prune rust. **Journal Mycology**, v7, p.354-363, 1894.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.) **Melhoramento de frutíferas de clima temperado**. UFV, p. 89-126, 2002.

RASEIRA, M.C.B. NAKASU, B.H., CASTRO, L.A.S. **Cultivares. Sistemas de Produção, 2: Cultivo da ameixeira**. EMBRAPA. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica, 2005.

RIOS, J. A., DEBONA, D., DUARTE, H. S. S., & RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 136, p. 603–611, 2013.

RODRIGUES, A., SCARPARE FILHO, J. A., ARAÚJO, J. D., GIRARDI, E. A., & SCARPARE, F. V. Intensidade de poda verde em pessegueiro para controle da ferrugem *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litvinov. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, p.634-638, 2008.

SACHS, S.; CAMPOS, A.D. O pessegueiro. In: Medeiros, C.C.B.; RASEIRA, M.C.B. (Eds) **A cultura do pessegueiro**.: Embrapa-SPI, 1998.

SCHNEIDER, N. A., & DE AZEVEDO FILHO, W. S. Epidemiologia da escaldadura das folhas da ameixeira. **Caderno de Pesquisa, série. Biologia**, v. 26, n.2, p. 25-40, 2014.

SCOTT, C.E & STOUT, G.L. *Tranzschelia punctata* on cultivated *Anemone* sp. In the Santa Clara Valley. **California Department of Agriculture**, v.20, p. 10-11, 1931.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**: FEALQ, 760 p,1998.

SMITH, C.O. A study of *Tranzschelia pruni-spinosae* on *Prunus* species in California. **Hilgardia**, v.17, p. 251-266, 1947.

SOTO-ESTRADA, A.; ADASKAVEG, J.E.; MANJI, B.T.; HASEY, J. Early and late season rust epidemics on cling peach and their effect on crop production in California. **Phytopathology**, v. 88, 84 p, 1998.

SOYLU, S.; SOYLU, E. M.; KURT, S. First report of leaf rust on plum (*Prunus cerasifera*) by *Tranzschelia pruni-spinosa* var. *discolor* in the eastern Mediterranean region of Turkey. **Plant pathology**, v. 53, n. 2, p. 257-257, 2004.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. **Revisão Anual de patologia de plantas, Passo Fundo**, v. 4, p. 149-207, 1996.

VALE, F.X.R., JESUS JUNIOR, W.C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas (1)**: Perffil Editora. 532 p. 2004.

VAN DER PLANK, J. **Principles of plant infection**. Plant Diseases, v.28, p. 632, 1975.

WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J. F. M.; CASTRO, L. A. S.; BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul. **Documentos 151**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2005.

YADAV, N.V.S.; DE VOS, S.M.; BOCK, C.H.; WOOD, B.W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v.62, p.325-335, 2013.

YI, Q.; WANG, P.P.; HE, Y. Reliability analysis for continuous measurements: equivalence test for agreement. **Statistics in Medicine**, v.27, p.2816-2825, 2008