

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIANE APARECIDA ROGOVSKI CZAJA

MONOCICLO, PROGRESSO TEMPORAL E ESTUDOS SOBRE O DANO DA
FERRUGEM DA FIGUEIRA

CURITIBA
2014

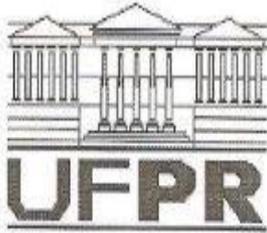
ELIANE APARECIDA ROGOVSKI CZAJA

MONOCICLO, PROGRESSO TEMPORAL E ESTUDOS SOBRE O DANO DA
FERRUGEM DA FIGUEIRA

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.

ORIENTADORA: Dr^a Louise Larissa May De Mio
CO-ORIENTADOR: Dr. Luiz Antônio Biasi
CO-ORIENTADORA: Dr^a Maristella Dalla Pria

CURITIBA
2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



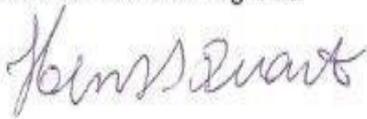
PARECER

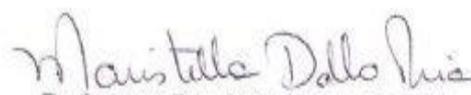
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **ELIANE APARECIDA ROGOVSKI CZAJA**, sob o título "**MONOCICLO, PROGRESSO TEMPORAL E ESTUDOS SOBRE O DANO DA FERRUGEM DA FIGUEIRA**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

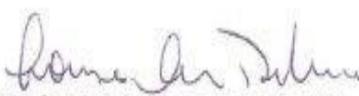
Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 29 de Agosto de 2014.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professor Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte
Primeiro Examinador


Professora Dra. Maristella Dalla Pria
Segunda Examinadora


Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Presidente da Banca e Orientadora

*Ao mestre cabe falar e ensinar,
ao discípulo calar e ouvir.*

São Bento

Agradecimentos

Á Deus por me iluminar todos os dia e me ajudar a seguir em frente, em cada passo da minha vida, e por mais esta conquista.

Aos meus pais João e Maria Rogovski que apesar das dificuldades, sempre me incentivaram e me apoiaram para aprimorar minha educação.

Ao meu marido e companheiro Marcio Czaja por seu apoio, paciência e compreensão durante esta etapa.

Á universidade Federal do Paraná e a Pós Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade da realização do curso.

Á Professora e orientadora Louise Larissa May De Mio, pela confiança, paciência, compreensão e amizade, obrigada por dedicar à minha formação parte do valioso tempo de sua vida e pelos preciosos conselhos. .

Aos Professores co-orientadores Luís Antonio Biasi e Maristella Dalla Pria, por sua amizade, dedicação, sugestões e apoio no decorrer deste trabalho.

Ao professor Walmes Marques Zeviani, pela valiosa ajuda nas análises estatísticas.

Aos professores do programa de pós-graduação pelos ensinamentos.

Á minha querida amiga Renata Koyama, que mesmo longe sempre me incentivou, me motivando, agradeço esta verdadeira amizade.

Aos meus amigos deste curso pela parceria e amizade, em especial a Rafaele Regina Moreira pelo seu apoio e amizade desde o início deste trabalho, a Ana Cláudia Klosowski, Luciane Roswalka, Paulo Lichtemberg, Rafael Morales e Marcelle Bettoni pelo coleguismo, amizade e apoio durante esta caminhada.

Ao estagiário Carlos Alberto Melo de Almeida pela colaboração em parte deste trabalho e a todos do Laboratório de Epidemiologia para Manejo Integrado de Doenças (LEMID), que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

Aos funcionários do departamento de Fitopatologia e Fitossanitarismo em especial Cléia, Lucimara, Maria Emília, Natalia, Caroline, Gilnei e Roger pela prestação de serviços e amizade.

Aos professores membros da banca de defesa: Henrique da Silva Silveira Duarte, Maristella Dalla Pria e Giselda Alves.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, serei sempre grata!

RESUMO

A figueira (*Ficus carica* L.), da família das *Moráceas*, é originária da Ásia Menor e da Síria. No Brasil, a cultivar Roxo de Valinhos, que pertence ao tipo comum, é a única cultivada comercialmente. No que se refere a manejo fitossanitário, a principal doença relata na literatura é a ferrugem, causada pelo patógeno *Cerotelium fici*. São raros os trabalhos com as informações sobre o patossistema. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar os danos causados por *C. fici* sob diferentes aspectos, criando um gradiente da doença a campo, bem como estudar o monociclo da ferrugem. Para isso definiu-se os objetivos específicos: a) progresso temporal da ferrugem em 3 safras consecutivas; b) o efeito da ferrugem na desfolha e na produtividade das figueiras; c) a interferência do gradiente de doença na concentração de carboidratos solúveis totais em ramos e gemas; d) influência da temperatura e da duração do período de molhamento foliar na germinação de *C. fici* e e) influência da temperatura no desenvolvimento de ferrugem da figueira com dois métodos de inoculação, folhas destacadas e plantas. A germinação foi avaliada nas temperaturas de 15, 17,18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32°C durante 6, 12 e 24 horas, sob escuro contínuo. A infecção em folhas destacadas e em plantas de figueira foi avaliada nas temperaturas de 15, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30 e 32°C, com molhamento de 24 horas e avaliação diária até a estabilização dos sintomas. Para o trabalho a campo, durante três safras (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014) no pomar de figueira cv. Roxo de Valinhos foi acompanhado o desenvolvimento temporal da epidemia em plantas com diferentes gradientes de doença. A unidade experimental era composta por quatro plantas, sendo avaliadas as duas plantas centrais. Para determinação de carboidratos, os ramos marcados nas plantas úteis foram coletados, secados, moídos e pelo método fenol-sulfúrico, determinou-se a concentração de carboidratos. A temperatura ótima para germinação de *C. fici*, foi de 25,49°C. A estimativa da temperatura ótima de infecção de *C. fici* em folhas destacadas foi de 23,9°C e para plantas foi de 22,88°C, estes valores mostraram também os menores períodos de incubação, latência e maiores valores de pústulas de *C. fici*, mostrando não haver diferença entre os métodos de inoculação utilizados. Nas condições estudadas foi possível gerar um gradiente da doença a campo, mostrando maior incidência e número de pústulas nas plantas não tratadas. Plantas que receberam aplicação semanal de calda bordalesa apresentaram fitotoxicidade nas folhas, e isso levou a diminuição do peso dos frutos. A produtividade das plantas de figo não tratada, não diferiu dos tratamentos com aplicação quinzenal, mensal e bimestral, assim como não houve diferença entre as concentrações de carboidratos para todos os tratamentos. Para o índice de área foliar o tratamento quinzenal foi o único que diferiu da testemunha.

Palavras-chave: carboidratos. gradiente. infecção. produção. severidade.

ABSTRACT

The fig tree (*Ficus carica* L.), of the *Moraceae* family, is native to Asia Minor and Syria. In Brazil, the cultivar Roxo de Valinhos, which belongs to the common type, is the only commercially cultivated. As regards the plant management, the main disease in the literature is reported rust caused by the pathogen *Cerotelium fici*. Work with the information on the pathosystem are rare. The aim of this study was to evaluate the damage caused by *C. fici* in different ways, creating a gradient of disease in the field, as well as studying the unicycle rust. For this we defined the following objectives: a) temporal progress of rust in 3 consecutive years; b) the effect of rust on defoliation and productivity of fig trees; c) the interference of the disease gradient in the concentration of soluble carbohydrates in branches and buds; d) influence of temperature and duration of leaf wetness duration on germination *C. fici* and; e) influence of temperature on development of rust fig tree with two methods of inoculation, detached leaves and plants. Germination was evaluated at temperatures of 15, 17,18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 and 32 °C for 6, 12 and 24 hours of wetness under continuous darkness. The infection on detached leaves and plants fig was evaluated at temperatures of 15, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30 and 32 °C with 24 hours wetting and stabilization by daily assessment of the symptoms. To work the field during three harvests (2011/2012, 2012/2013 and 2013/2014) in the orchard of fig cv. Roxo de Valinhos was accompanied by the temporal development of the epidemic in plants with different gradients of disease. The experimental unit consisted of four plants, two central plants being evaluated. For determination of carbohydrates, the branches marked on useful plants were collected, dried, ground and by phenol-sulfuric method, we determined the concentration of carbohydrates. The optimum temperature for germination of *C.fici*, was 25,49 °C. The estimate of the optimum temperature for infection of *C. fici* highlighted in leaves was 23,9 °C and plants was 22,88 °C, these values also showed the shorter incubation periods, latency and higher values of pustules of *C. fici*, showing no difference between the methods of inoculation used. In conditions was possible to generate a gradient of disease in the field, showing higher incidence and number of pustules on untreated plants. Plants that received weekly application of Bordeaux mixture showed phytotoxicity leaves, and this led to decreased fruit weight. The productivity of fig plants not treated, the treatments did not differ with biweekly, monthly and bimonthly application, as there was no difference between the concentrations of carbohydrates for all treatments. For leaf area index fortnightly treatment was the only one that differed from the control.

Key words: carbohydrates. gradient. infection. production. severity.

LISTA DE FIGURAS

2 REVISÃO DE LITERATURA

- FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL BRASILEIRA DA ÁREA COLHIDA E PRODUÇÃO DE FIGO, EM 2012..... 16
- FIGURA 2 - SINTOMAS NA FACE ADAXIAL (A), SINAIS NA FACE ABAXIAL (B), PÚSTULAS (C) DE *Cerotelium fici* EM FOLHAS DE FIGUEIRA CV. ROXO DE VALINHOS. CURITIBA, PR, 2014..... 19
- FIGURA 3 - ESTRUTURAS DE *Cerotelium fici*: UREDINIÓSPOROS. BAR = 20 μm (1); CADEIAS DE TELIÓSPOROS. BAR = 15 μm (2) E TELIÓSPOROS. BAR = 15 μm (3)..... 19

3 CAPÍTULO I - ESTUDOS DE COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

- FIGURA 3.1 - GERMINAÇÃO DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE MOLHAMENTO., CURITIBA, PR, 2014..... 34
- FIGURA 3.2 - CURVA DA GERMINAÇÃO DE *Cerotelium. fici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS. CURITIBA, PR, 2014..... 36
- FIGURA 3.3 - CURVA DO PROGRESSO DO NÚMERO DE PÚSTULAS DE *Cerotelium fici* EM FOLHAS DESTACADAS DE FIGUEIRA, CULTIVAR Roxo de Valinhos EM FUNÇÃO DO TEMPO.. CURITIBA, PR, 2013..... 37
- FIGURA 3.4 - CURVA DO PROGRESSO DO NÚMERO DE PÚSTULAS DE *Cerotelium fici* EM PLANTAS DE FIGUEIRA, CULTIVAR Roxo de Valinhos EM FUNÇÃO DO TEMPO.. CURITIBA, PR, 2013..... 37
- FIGURA 3.5 - TEMPO MEDIANO ESTIMADO PARA LATÊNCIA DE *Cerotelium fici*, EM FOLHAS DESTACADAS (B) (SEM AJUSTE DE MODELO) E EM PLANTAS (A) (AJUSTADO PELO MODELO NÃO LINEAR CONSIDERADO COM A RESPECTIVA BANDA DE CONFIANÇA A 95%) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA. CURITIBA, PR, 2013..... 38

FIGURA 3.6 - CURVA DO PROGRESSO DA RAIZ DO NÚMERO DE PÚSTULAS DE <i>Cerotelium fici</i> EM FOLHAS DESTACADAS (A) E EM PLANTAS (B), EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES TEMPERATURAS TESTADAS. CURITIBA, PR, 2013.....	39
--	----

4 CAPÍTULO II - PROGRESSO TEMPORAL DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA CÚPRICO RELACIONADA À DESFOLHA, CARBOIDRATOS E PRODUÇÃO

FIGURA 4.1 - CURVAS DE PROGRESSO DO ENFOLHAMENTO DA FIGUEIRA, C.V Roxo de Valinhos, AVALIAÇÕES SEMANAIS A PARTIR DE 29 DE DEZEMBRO DE 2011 ATÉ 30 DE MAIO DE 2012, SAFRA 2011-2012, AVALIAÇÕES SEMANAIS DE 25 DE OUTUBRO DE 2012 ATÉ 23 DE MAIO DE 2013, SAFRA 2012-2013, E AVALIAÇÕES SEMANAIS DE 8 DE NOVEMBRO DE 2013 A 25 DE ABRIL DE 2014 SAFRA 2013-2014. PONTOS REPRESENTAM NÚMERO DE FOLHAS, CURITIBA,PR,2012.....	55
FIGURA 4.2 - NÚMERO MÉDIO DE PÚSTULAS DE <i>Cerotelium fici</i> EM 2 CM ² DE ÁREA FOLIAR ANTES DA QUEDA DAS FOLHAS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS PARA CADA SAFRA. A ANÁLISE FOI FEITA SOB A TRANSFORMAÇÃO DA RESPOSTA POR $Y = \text{LOG}(X+0.5)$. CURITIBA, PR, 2014.....	56
FIGURA 4.3 - ESTIMATIVA DO TEMPO DE VIDA DE FOLHAS COM INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS PARA CADA SAFRA. CURITIBA, PR, 2014.....	58
FIGURA 4.4 - NÚMERO DE FRUTOS EM FUNÇÃO DO PESO MÉDIO DOS FRUTOS PARA AS SAFRAS AVALIADAS. CURITIBA, PR, 2014.....	59
FIGURA 4.5 - PESO MÉDIO DE FRUTOS (g) EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS PARA CADA SAFRA. CURITIBA, PR, 2014.....	60
FIGURA 4.6 - CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS EM RAMOS DE FIGUEIRA SEM GEMA, SAFRA 2011/12. CURITIBA, PR, 2013.....	60

FIGURA 4.7 -	CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS EM RAMOS DE FIGUEIRA SEM GEMA, SAFRA 2012/13. CURITIBA, PR, 2013.....	62
FIGURA 4.8 -	VALORES MÉDIOS PARA O ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS. CURITIBA, PR, 2014.....	63

LISTA DE TABELAS

2 REVISÃO DE LITERATURA

TABELA 1 - OFERTA DE FIGO NO MERCADO INTERNACIONAL..... 16

TABELA 2 - ÁREA COLHIDA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DE FIGOS NOS ESTADOS BRASILEIROS EM 2012..... 17

4 CAPÍTULO II - PROGRESSO TEMPORAL DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA CÚPRICO RELACIONADA À DESFOLHA, CARBOIDRATOS E PRODUÇÃO

TABELA 4.1 NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS E INCIDÊNCIA DE FERRUGEM DA FIGUEIRA NASSAFRAS AVALIADAS EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS. O PONTO REPRESENTA A ESTIMATIVA COM INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%. CURITIBA, PR, 2014..... 55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	13
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FIGUEIRA.....	13
2.1.1	ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA.....	13
2.1.2	MORFOGÊNESE.....	13
2.1.3	FRUTIFICAÇÃO.....	15
2.1.4	SITUAÇÃO ECONÔMICA.....	16
2.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA.....	17
2.2.1	CARACTERÍSTICAS DO AGENTE CAUSAL.....	17
2.2.2	SINTOMATOLOGIA.....	18
2.2.3	CONTROLE DA FERRUGEM DA FIGUEIRA.....	20
2.3	CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	20
2.4	ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.....	21
	REFERÊNCIAS.....	21
3	CAPÍTULO I - ESTUDOS DE COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES TEMPERATURAS	
	RESUMO.....	25
	ABSTRACT.....	26
3.1	INTRODUÇÃO.....	27
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.2.1	OBTENÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO DE UREDINIÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i>	28
3.2.2	GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE MOLHAMENTO.....	29
3.2.3	COMPONENTE MONOCICLICO DE <i>Cerotelium fici</i> EM FOLHAS DESTACADAS DE FIGUEIRA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	29
3.2.4	COMPONENTE MONOCICLICO DE <i>Cerotelium fici</i> EM FOLHAS DE PLANTAS DE FIGUEIRA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	30
3.2.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	30
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
3.3.1	GERMINAÇÃO DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	34
3.3.2	COMPONENTE MONOCICLICO DE <i>Cerotelium fici</i> EM FOLHAS DESTACADAS E EM PLANTAS DE FIGUEIRA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	36
3.4	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
4	CAPÍTULO II - PROGRESSO TEMPORAL DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA CÚPRICO RELACIONADO AO ENFOLHAMENTO, CARBOIDRATOS E PRODUÇÃO	
	RESUMO.....	45

ABSTRACT	46
4.1 INTRODUÇÃO	47
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	48
4.2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	48
4.2.2 AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E DO NÚMERO DE PÚSTULAS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA.....	49
4.2.3 DETERMINAÇÃO DOS CARBOIDRATOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	50
4.2.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	51
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.3.1 INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DA FIGUEIRA.....	53
4.3.2 NÚMERO DE PÚSTULAS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA E TEMPO DE VIDA DE FOLHAS DE FIGUEIRA.....	55
4.3.3 PRODUTIVIDADE DA FIGUEIRA.....	58
4.3.4 ANÁLISE DE CARBOIDRATOS EM GEMAS E RAMOS DE FIGUEIRA E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.....	60
4.4 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
ANEXOS	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Ficus carica* L, comumente conhecida como figueira (DOMINGUEZ, 1990), tem como provável centro de origem o clima mediterrâneo da Ásia Menor e a Síria, onde há relatos dos primeiros povos árabes e judeus realizando o seu cultivo e seleção (FRANCO; PENTEADO, 1986; MEDEIROS, 2002; DE SOUZA *et al.*, 2009; PEREIRA; KAVATI, 2011). Devido a sua palatabilidade e fácil adaptação é cultivado mundialmente em áreas de clima temperadas e subtropicais (PEREIRA; KAVATI, 2011). A Turquia é o maior produtor de figos com uma produção em 2012 de 274 mil toneladas, correspondendo a 25% da produção mundial, seguido pelo Egito com 171 mil toneladas e Argélia com 110 mil toneladas (FAO, 2014). O Brasil encontra-se na oitava posição, com 28 mil toneladas, seguido pela Albânia, Tunísia, Espanha e Índia (FAO, 2014).

O Brasil é o segundo maior exportador de figos, uma vez que a colheita brasileira ocorre num período de entre-safra da produção da fruta fresca no hemisfério Norte e nos países do Mercosul. Segundo o IBGE (2014) a produção está localizada nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Paraná, sendo a maior área plantada no Rio Grande do Sul, e maior produtividade em São Paulo.

Com relação ao estado do Paraná, a quantidade produzida de figo em 2012 foi de 1144 toneladas, referente a 146 ha, distribuídos em 67 municípios do Estado (IBGE, 2014). A região Sudoeste apresenta a maior área plantada do estado com 58 ha plantados, sendo os principais municípios Capanema e Bela Vista da Caroba. A região metropolitana de Curitiba apresenta 7 ha de área plantada.

A cultura da figueira possibilita ao agricultor o cultivo em pequenas áreas e sua produção pode ser direcionada tanto para a comercialização de frutos *in natura*, como para a produção de frutos verdes, visando sua industrialização (PIO *et al.*, 2007).

No que se refere ao manejo fitossanitário, a principal doença da figueira é a ferrugem, causada pelo patógeno *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. Em condições favoráveis ao seu ataque, a doença pode ocasionar a desfolha prematura nos pomares (GALLETI; REZENDE, 2005). As ferrugens, em geral, podem ter ação devastadora sobre seus hospedeiros, podendo provocar danos. As plantas acometidas pela doença tem seu processo fotossintético afetado pela retirada de nutrientes promovida pelo fungo bem como pela destruição de área foliar, decorrente da formação de pústulas e da queda de folhas provocadas pelo patógeno (BEDENDO, 2011). O monociclo, ou seja, o primeiro ciclo da infecção do patógeno ocorre na interação patógeno-hospedeiro, com a deposição do uredinósporo pelo

vento sobre a folha sadia da figueira, sendo a caracterização desta etapa é de grande importância para conhecimento da doença, bem como criar estratégias de controle (BEDENDO, 2011). Não foram observados na literatura trabalhos publicados ou realizados, considerando aspectos relacionados à *C. fici* na cultura da figueira referentes ao comportamento da doença a campo. Para o controle da doença são realizadas aplicações em geral fungicidas cúpricos, em especial, a calda bordalesa, muito utilizada pelos ficicultores (SOUZA *et al.*, 2014; BEDENDO *et al.*, 2011). Apesar de algumas recomendações genéricas sobre o controle, na literatura não foram encontrados estudos sobre danos causados por *C. fici* e sobre o efeito do controle quando aplicado em diferentes intervalos de tempo. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o monociclo, o progresso temporal e os danos causados pela ferrugem da figueira em campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FIGUEIRA

2.1.1 Origem

A figueira pertence à família *Moraceae* e ao gênero *Ficus*, que abrange mais de 750 espécies (DOMINGUEZ, 1990), sendo a maioria de interesse para jardinagem. É considerada uma frutífera de clima temperado, mas que se adapta a locais de clima subtropical (SIMÃO, 1998). A espécie plantada nos pomares para consumo é a *Ficus carica* L (DOMINGUEZ, 1990). O cultivo da figueira data desde os tempos pré-históricos, sendo citado como prováveis centros de origem a Ásia Menor e a Síria, cultivada pela primeira vez nas áreas férteis do sul da Arábia, pelos povos árabes e judeus, onde espécies selvagens podem ainda ser vistas (FRANCO; PENTEADO, 1986; MEDEIROS, 2002; DE SOUZA *et al.*, 2009), atualmente o seu cultivo encontra-se amplamente difundido no mundo.

No Brasil, a figueira foi introduzida pelas expedições de colonização de Martim Afonso de Souza, em 1532, na região de São Paulo. Seu cultivo comercialmente iniciou-se em 1910, na região de Valinhos, com a introdução de mudas de figueira com produção de frutos roxos, trazidos da Itália, pelo imigrante Lino Buzatto em 1901 (PEREIRA; KAVATI, 2011).

A cultivar Roxo de Valinhos tornou-se a principal cultivar plantada no Brasil em escala comercial, devido à sua alta produtividade, precocidade, vigor, rusticidade e excelente qualidade dos frutos (MAIORANO *et al.*, 1997).

2.1.2 Morfogênese

Segundo a morfologia da planta, o sistema radicular possui grande expansão lateral e desenvolvimento superficial (RIGITANO; OJIMA, 1955; SIMÃO, 1988). Em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, este pode apresentar um desenvolvimento lateral de até 12 metros e atingir seis metros de profundidade (CHALFUN *et al.*, 1998). Na natureza a parte aérea pode atingir até 10 metros de altura, porém, em sistemas de cultivo a planta raramente

ultrapassa três metros. A planta é caducifólia, com folhas decíduas e queda total no inverno (SIMÃO, 1988).

A figueira pode ser propagada por estaquia, mergulhia, rebentões e enxertia. A estaquia é o processo mais indicado (MEDEIROS, 2002). A produção de mudas de figueira é baseada principalmente em estacas retiradas da planta-mãe e colocadas em um substrato para enraizamento, produzindo novas raízes e brotos, formando assim uma nova planta idêntica à planta mãe. Estacas lenhosas retiradas de ramos de um ano de idade são mantidos em areia para o período de estratificação e, em seguida, são diretamente plantadas em solo para obter novas plantas. Este é o método tradicional para o cultivo de mudas de figueira. Na produção comercial de mudas de figo, enraizamento não é um problema para os produtores (SIRIN *et al.*, 2010).

Leonel *et al.* (2007) em seu trabalho sobre o perfil das raízes de figueira submetidas a diferentes doses de matéria-orgânica no solo, verificaram que a distribuição do sistema radicular da figueira é maior no sentido horizontal de distância do caule e a adição de matéria orgânica ao solo melhora distribuição do sistema radicular de plantas de figueira e formação.

A figueira adulta resiste bem a temperaturas até 1,5° C, entretanto os brotos são bastante sensíveis. A exigência em frio hibernal para quebra de dormência das gemas varia de 100 a 300 horas de frio (abaixo de 7,2°C). Apesar disso, a figueira apresenta boa adaptação em regiões de clima quente, com a vantagem adicional de produção da fruta durante o ano todo, associado a manejos em relação à irrigação e a poda que condicionam a frutificação. Nas regiões quentes, as safras são maiores e os figos, mais doces. A cultura exige, no período vegetativo, chuvas frequentes e bem distribuídas, sendo adequadas precipitações em torno de 1200 mm anuais (SIMÃO, 1998).

As frutíferas de clima temperado entram em repouso vegetativo durante o inverno, sendo este período ideal para a realização de podas. A poda de inverno da figueira, no Brasil, normalmente ocorre nos meses de julho e agosto (CARVALHO *et al.*, 2003). A poda específica, denominada de poda drástica, ou seja, a eliminação quase total da copa formada no ciclo anterior, comumente usada no manejo figueira, é realizada reduzindo-se os ramos para 5 a 10 cm de comprimento, de forma a ficarem com pelo menos duas gemas em suas extremidades, voltadas para fora da planta, para a formação da nova copa. A produção é obtida nos ramos novos, também chamados de ramos do ano, emitidos no mesmo ciclo. (RIGITANO; OJIMA, 1963; CHALFUN *et al.*, 1998).

2.1.3 Frutificação

As flores da figueira se encontram dentro de um receptáculo botanicamente denominado de sicônio, que se desenvolve independente da fecundação o qual é conhecido como o fruto comercial da figueira sendo uma infrutescência constituída de tecido parenquimatoso não originado do ovário. Posteriormente ao desenvolvimento do ovário após a fecundação forma-se um pequeno aquênio denominado de fruto verdadeiro, não sendo encontrado nas condições brasileiras. As figueiras são classificadas em quatro tipos pomológicos gerais, baseado no comportamento da frutificação: Caprifigo, Smirna, Comum e São Pedro Branco (MAIORANO *et al.*, 1997).

Os Caprifigos (*Ficus carica silvestres*) são a única classe de figos que apresentam, quando maduras, estames fornecedores de pólen às demais variedades. São também os únicos figos cujas flores femininas apresentam estilos curtos, apropriados à ovoposição e ao desenvolvimento da vespinha do gênero *Blastophaga*, a qual não sobrevive por muito tempo se não estiver em contato com o caprifigo, bem como a maioria dos Caprifigos não amadurecem se não houver estímulo da larva da vespinha. O tipo Smirna (*Ficus carica sminiaca*), apresenta flores femininas com estilo alongado, não ocorrendo maturação dos frutos se não houver polinização. Nos países onde ocorre a caprificação, como Turquia, Espanha, Portugal, Grécia, Argélia, Itália, e o estado da Califórnia, nos Estados Unidos entre outras regiões, os frutos produzidos são utilizados no preparo de figos secos devido a sua melhor palatibilidade por causa da presença das sementes. O terceiro tipo é a dos figos Comuns, formados partenocarpicamente, ou seja, não necessitam de polinização para amadurecerem, gerando sementes estéreis, mas que podem receber estímulos à polinização. É o tipo de figos produzido no Brasil. O quarto e último tipo é o figo do tipo São Pedro (*Ficus carica intermedia*), estes são intermediários aos Smirna e aos Comuns, apresentando flores femininas com estilo longo. Na primeira colheita os frutos são formados por partenocarpia (brebas) e na segunda colheita necessitam de caprificação para amadurecerem, sendo estes frutos sem interesse comercial.

Na colheita dos figos, a ficina (enzima proteolítica) presente no látex, comum no gênero *Ficus*, é encontrada em ramos e frutos da figueira, podendo causar queimaduras a pele humana (MAIORANO *et al.*, 1997). Durante o período vegetativo da figueira até a maturação dos frutos, são feitas aplicações preventivas de calda bordalesa a 1% em intervalos quinzenais (SOUZA *et al.*, 2014). Carvalho *et al.* (2003) recomendam no preparo de 100 L de calda

bordalesa 0,8 Kg de cal e 1,5 Kg de sulfato de cobre, aplicados no período vegetativo da figueira (novembro a abril).

2.1.4 Situação Econômica

Uma das principais vantagens da produção de figo no Brasil é a época de oferta da fruta. Segundo Leonel *et al.* (2008) e Côrrea *et al.* (2010), a colheita brasileira ocorre num período de entre-safra da produção da fruta fresca no hemisfério Norte e nos países do Mercosul, com amplas possibilidades de exportação (TABELA 1). Aliado a isto, pode-se citar a alternativa de venda do fruto verde para a indústria.

TABELA 1 - Oferta de figo no mercado internacional

Países	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Brasil	X	X	X	X	X	X					X	X
Espanha								X	X			
França									X			
Itália							X	X	X	X	X	X

FONTE: Adaptado AMARO *et al.* (1998).

A área colhida de figo no Brasil segundo o IBGE (2014) foi de 2925 ha em 2012, distribuídos nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Goiás e Rio de Janeiro, sendo que a maior produção nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (FIGURA 1).

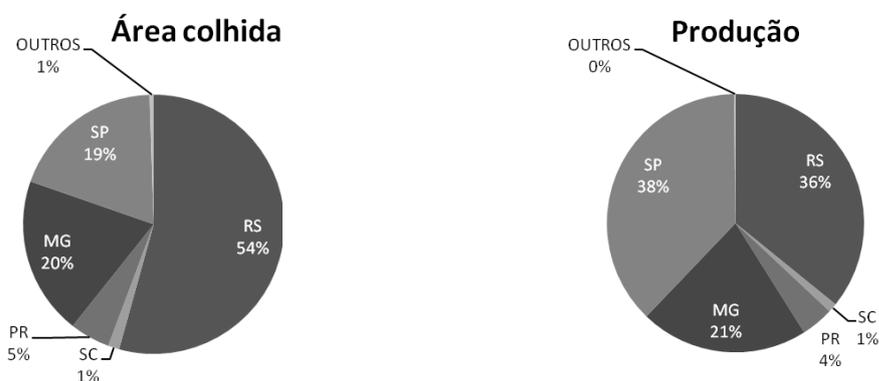


FIGURA 1 - Distribuição percentual brasileira da área colhida e produção de figo, em 2012.
Fonte: IBGE, 2014.

O Brasil produziu 28010 t de frutos de figueira, sendo as maiores produções nos estados do Rio Grande do Sul com 10032 t e São Paulo com 10550 t, este último apresenta a maior produtividade entre os estados brasileiros, 18,8 t/ha (TABELA 2).

TABELA 2 - Área colhida, produção e produtividade de figos nos estados brasileiros em 2012

Estado	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade
RS	1.588	10.032	6,3
SC	41	319	7,8
PR	146	1.144	7,8
MG	575	5.920	10,3
SP	560	10.550	18,8
RJ	4	34	8,5
GO	11	11	1,0

Fonte: IBGE (2014).

2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA

2.2.1 Características do Agente Causal

O agente causal da ferrugem da figueira é o fungo *Cerotelium fici* classificado: (MICOBANK, 2014):

- Reino: Fungi (BARTLING, 1830)
- Filo: Basidiomycota (WHITTAKER EX MOORE, 1980)
- Sub-filo: Pucciniomycotina (BAUER *et al.*2006)
- Classe: Pucciniomycetes (BAUER *et al.*2006)
- Ordem: Pucciniales (CLEM & SHEAR, 1931)
- Família: Phakopsoraceae (CUMMINS & HIRATS, 1983)
- Gênero: *Cerotelium* (ARTHUR, 1906)
 - Espécie: *Cerotelium fici* (CASTAGNE) (ARTHUR, 1917) - Bull.

Torrey bot. Club 44: 509 (1917)

Sinónimias do fungo (datados em ordem):

- *Malupa fici* (Castagne) Buriticá - Revta Instit. Cienc. Nat. Ecol. 5(2): 175 (1994);

- *Physopella fici* (Castagne) Arthur, Resultat Scientifiques do Congress Intern. Botan. Nienne 1905: 338 (1906)
- *Uredo fici* Castagne, Plant Crypt De France (1848)

A ferrugem da figueira é um fungo cosmopolita, existem registros em quase todos os países onde cultiva o figo. No Brasil, a doença foi constatada pela primeira vez em São Paulo na década de 1990, quando a fruta passou a ser cultivada para fins comerciais (GALLETI; REZENDE *et al.*, 2005).

Os danos ocasionados pela ferrugem podem ser elevados, especialmente quando há condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Em situações de alta pluviosidade, a ferrugem pode causar desfolhamento total da planta em cerca de 20 a 30 dias, provocando perdas de até 80 % na produção de frutos (BEDENDO, 2005). A disseminação do patógeno se dá por ação dos ventos e de respingos de chuva.

2.2.2 Sintomatologia

Os sintomas inicialmente são pequenas manchas angulosas verde-amareladas (posteriormente pardas) nas folhas, com o desenvolvimento da doença, as manchas tornam-se maiores e de coloração parda (FIGURA 2). Na parte abaxial das folhas há a formação de pústulas recobertas por uma massa pulverulenta ferruginosa constituída de esporos do fungo (BURNETT, 1964). As folhas severamente afetadas amarelecem, secam e caem prematuramente. Se a infecção ocorrer nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo da planta, pode acarretar na ausência total de frutificação. Se a planta for infectada no período de frutificação, pode interferir no processo de maturação acarretando na redução do valor comercial dos frutos (GALLETI; REZENDE, 2005).

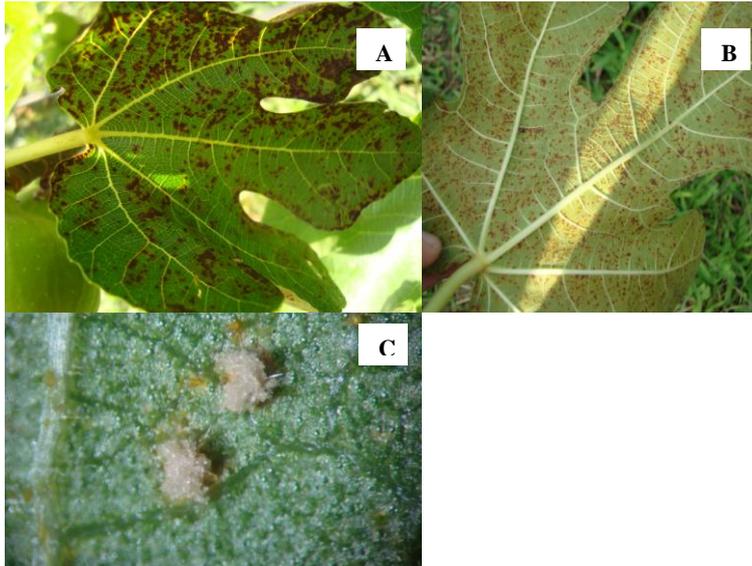


FIGURA 2- Sintomas na face adaxial (A), sinais na face abaxial (B) e pústulas (C) de *Cerotelium fici* em folhas de figueira cv. Roxo de Valinhos. Curitiba, PR, 2014.

Foto: E.A.R. Czaja

Sobre as estruturas do patógeno relatam que a espermogonia e aécio são desconhecidos. Observa-se que as urédias na parte inferior das folhas são espalhadas, pequenas, vesiculosas, de coloração marrom e cobertas pela epiderme, a qual se rompe pelo poro central, circundadas por paráfises curvadas marrons empalidecidas. Os urediniósporos se apresentam amplamente elipsóides ou oblongo-globulosos, de coloração amarela, com dimensões de 22-26 x 16-20 μm e espessura da parede 1-1,5 μm e equínulos dispersos. As télias na face inferior da folha caracterizam-se por estarem dispersos e serem muito pequenas. Os teliósporos são formados por cadeias de 2-7 esporos, os quais são angular-esféricos, amplamente elipsóides ou oblongos, medindo 19-22 x 10-17 μm e a espessura da parede 1-1,5 μm (FIGURA 3). As paredes destes esporos são hialinas e lisas (HUSEYIN; SELCUK, 2004). Os teliósporos ainda não foram observados nas condições brasileiras (GALLETI; REZENDE, 2005).

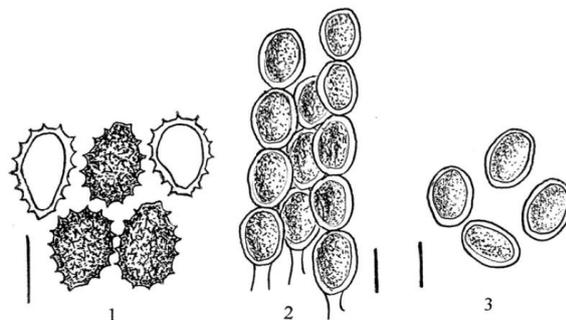


FIGURA 3 - ESTRUTURAS DE *Cerotelium fici*: UREDINIÓSPOROS. BAR = 20 μm (1); CADEIAS DE TELIÓSPOROS. BAR = 15 μm (2) E TELIÓSPOROS. BAR = 15 μm (3)

2.2.3 Controle da ferrugem da figueira

O controle da ferrugem da figueira deve ser realizado basicamente em duas épocas. A primeira corresponde ao período de repouso vegetativo da planta. Durante a poda de inverno devem ser eliminados todos os órgãos, como folhas, ramos e frutos que possam servir de fonte de inóculo primário da doença. As plantas podem ser pulverizadas com calda bordalesa (GALLETI; REZENDE, 2005).

A segunda época corresponde à fase vegetativa, que vai desde a brotação até a maturação dos frutos. Toda a folhagem deve ser protegida com aplicações de calda bordalesa a 1%, em intervalos de 10 a 15 dias. Os fungicidas à base de cobre insolúvel ou os sistêmicos (triazóis: propiconazole, difenoconazebe) apresentam um bom resultado, com a vantagem sobre a calda bordalesa de poder aplica-los a baixo volume. Outro fungicida, o azoxystrobin (estrobirulinas), pode ser aplicado isoladamente ou alternado com oxicloreto de cobre ou mancozeb, sendo eficiente para o controle da ferrugem. Entretanto, a calda bordalesa, é a preferida pelos ficicultores, por que além de controlar a ferrugem confere, aparentemente, certa rigidez desejável à casca do figo (GALLETI; REZENDE, 2005).

A calda bordalesa é formada pela mistura de sulfato de cobre com a cal virgem e água. A cal na mistura tem a função de garantir uma melhor aderência nas folhas, prolongando a ação do fungicida de cobre. (SCHWENGBER *et al.*, 2007).

O cobre é um metal essencial para as plantas. Ele desempenha um papel chave na cadeia de transporte de elétrons e respiratórias, em sensoriamento de etileno, o metabolismo da parede celular, proteção oxidativa e biogênese de molibdênio cofator. No caso de deficiência no fornecimento de cobre pode alterar as funções essenciais no metabolismo da planta. Na agricultura, o excesso de cobre presente em certas regiões e ambientes, e tal exposição pode ser potencialmente tóxico para as plantas, causando fitotoxicidade, através da formação de radicais de oxigênio reativas que danificam as células, ou ainda por interação com as proteínas pode prejudicar processos celulares, estruturas das proteínas e inativar enzimas (YRUELA, 2009).

2.3 RESERVA DE CARBOIDRATOS

Os açúcares em plantas, derivados da fotossíntese, agem como substratos para o metabolismo energético e biossíntese carboidratos, proporcionando formação de tecidos, sendo os recursos necessários para crescer e se desenvolver (YOSHIOKA *et al.*, 1988).

O armazenamento do amido sob forma de grânulos é um processo conveniente para a planta, uma vez que é uma fonte insolúvel de energia, a qual pode ser gradualmente disponibilizada pela ação de enzimas, sem abaixar o potencial osmótico. Os depósitos de amido podem ser transitórios ou permanentes.

O armazenamento de carboidratos é necessário para sustentar o desenvolvimento das plantas em períodos de estresse, durante a dormência, e muito importante no início de crescimento e frutificação na primavera (BORBA *et al.*, 2005). Os carboidratos produzidos nas folhas são transferidos para os ramos e então utilizados para o crescimento de vários órgãos. Em árvores caducifólias, pouco antes do início da formação das folhas, os assimilados são conduzidos para as gemas e mais tarde para as folhas jovens (YOSHIOKA *et al.*, 1988).

Borba *et al.* (2005), verificaram diferença no fluxo de carboidratos em duas épocas na cultura do pessegueiro, onde na primeira fase houve consumo de carboidratos, desde a poda de dormência (poda seca) até a maturação dos frutos e em uma segunda fase de acúmulo, que vai desde a maturação dos frutos até a queda das folhas, indicando diferença entre os fluxos de carboidratos na planta de acordo com o ciclo da planta.

2.4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

Dentro de parâmetros que indicam a produtividade de uma cultura, o índice de área foliar é uma ferramenta de grande importância, pois a interceptação luminosa pela planta garante a realização mais eficiente da fotossíntese e sua conversão em energia, com isso considera-se a área foliar de uma planta parte da base de rendimento potencial de uma cultura (FAVARIN *et al.*, 2002).

REFERÊNCIAS

- AMARO, A. A.; MAIA, M. L. **Cadeia produtiva de frutas**. São Paulo: IEA, 1998.
- BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: MANUAL de Fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v. 1, p. 479-491.
- BORBA, M. R. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 68-72, 2005.
- BURNETT, H. Rust, *Cerotelium fici* (Butl.) Arth. on fig, *Ficus carica* L. **Plant Pathology** Circular n. 20, 1980.
- CARVALHO, V. L.; ALVARENGA, A. A. **Tratamento de inverno em fruteiras temperadas**. Lavras: EPAMIG/CTSM, 2003. (Circular Técnica, n. 160).
- CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; HOFFMANN, A. Cultura da figueira. In: FRUTICULTURA comercial: frutíferas de clima temperado. Lavras: Ufla/Faepe, 1998. p. 13-69.
- CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C. Panorama de pesquisas com figueiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA FIGUEIRA, 2., 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 2010. p. 14-27.
- DE SOUZA, A. P.; DA SILVA, A. C.; LEONEL, S.; ESCOBEDO, J. F. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, 314-322, 2009.
- DOMINGUEZ, A. F. **La higuera**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990.
- FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT**. Disponível em:
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em:
16/07/2014.

FRANCO, J. A. M.; PENTEADO, S. R. Cultura da figueira. In: PENTEADO, S. R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 113-129.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A. M. Doenças da figueira In: MANUAL de Fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 351-354.

HUSEYIN, E.; SELCUK, F. Observations on the genera *Cerotelium*, *Melampsoridium* and *Pileolaria* (Uredinales) in Turkey. **Pak. J. Bot.**, v. 36, n. 1, p. 203-207, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1996. v. 56.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sidra. Sistema de recuperação automática**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=&i=P>>. Acesso em: 23/03/2014.

INTERNATIONAL MYCOLOGICAL ASSOCIATION (MICOBANK). **Fungal Databases Nomenclature and Species Banks**. Disponível em: <http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Page=200&ViewMode=Basic> Acesso em 26/07/2014.

LEONEL, S.; TECCHIO, M. A. Produção de figueira submetida a diferentes épocas de poda e irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 4, p. 1015-1021, 2008.

MAIORANO, J. A.; ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. de A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, A. F. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 188, p. 22-24, 1997.

MEDEIROS, A. R. M. **Figueira (*Ficus carica* L.) do plantio ao processamento caseiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. (Circular técnica, n. 35).

PEREIRA, F. M., KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. esp. E, p. 92-108, 2011.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; DALL'ORTO, F. A. C.; BARBOSA, W. O cultivo da figueira (*Ficus carica*L.). **Campo & Negócio**, Uberlândia, p. 62-63, 2007.

RIGITANO, O. **A figueira cultivada no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1955.

RIGITANO, O.; OJIMA, M. Época de poda da figueira cultivada no estado de São Paulo **Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo**, Campinas, v. 22, n. 42, 1963.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M. **Preparo e utilização de caldas nutricionais e protetoras de plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, , 2007.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. São Paulo: Editora Ceres, 1998. p. 473-500.

SIRIN, U., ERTAN, E., ERTAN, B. Growth substrates and fig nursery tree production **Agricultural Science**, Piracicaba, v.67, n.6, p.633-638, 2010.

YOSHIOKA, H., NAGAI, K., AOBA, K., FUKUMOTO, M. Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 36, p. 219-227, 1988

YRUELA, I. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 145-156, 2005.

3 CAPÍTULO I - ESTUDOS DE COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

A ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) é a doença mais importante da cultura, entretanto, ainda são escassas as informações sobre os componentes do monociclo. Tais informações são importantes para estudos epidemiológicos e formas de controle da doença. Neste trabalho os componentes monocíclicos avaliados foram germinação, período de incubação e período de latência, a incidência da doença, o número de pústulas/área foliar sob diferentes condições de temperaturas. Para germinação foi preparada a suspensão de urediniósporos e pipetadas em placas de Petri contendo meio Ágar Água 2%. As placas foram acomodadas em gerbox com papel filtro umedecido, e mantidas em BOD's nas temperaturas de 15, 17,18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32 °C durante 6, 12 e 24 horas de molhamento, sob escuro contínuo. Foram realizados dois experimentos: em folha destacada e em plantas, utilizando câmaras de crescimento CONVIRON. No primeiro caso, cinco discos de folha de figueira foram inoculados com urediniósporos *C. fici*, no segundo, procedeu-se a inoculação por meio de pulverização de 1 mL da suspensão. O material foliar inoculado com a suspensão de urediniósporos foi mantido nas temperaturas: 15, 20, 22, 24, 25, 28, 30 e 32 °C. As avaliações foram diárias até a estabilização dos sintomas. Temperaturas de 26 e 28 °C e período de molhamento de 24 horas apresentaram valores máximos de germinação *C. fici*, de 19 e 18% de germinação, respectivamente. A temperatura ótima de germinação é 25,49 °C. O períodos de molhamento não interferem na germinação de *C. fici*. A doença não ocorreu nas temperaturas de 15° e 32°C. Em folhas destacadas o período de incubação e de latência foi mais longo na temperatura de 18°C, sendo 12,5 e 14 dias, respectivamente, e mais curto a 24 e 25°C, onde a incubação foi de 7 dias e latência de 8 e 9 dias, respectivamente. Em plantas, o período de incubação mais longo foi de 10 e 11 dias para as temperaturas de 18 e 30 °C com latência de 13 e 15 dias, respectivamente, e o menor período de incubação foi de 6 dias a 22°e 24 °C, com latência de 9 e 10 dias em cada uma. Temperaturas entre 22 a 25 °C favorecem o desenvolvimento da ferrugem da figueira, devido à redução do período de incubação e de latência e aumento do número de urédias/área foliar. A estimativa da temperatura ótima de infecção de *C. fici* ajustada pelo modelo estatístico em folhas destacadas foi de 23,9 °C e para plantas foi de 22,88 °C. Intervalos de temperatura entre 22 a 25 °C mostram valores menores para períodos de incubação, latência e maiores valores de pústulas de *C. fici*.

Palavras-chave: *Cerotelim fici*. germinação. incubação. infecção. latência.

STUDIES OF COMPONENTS OF RUST MONOCYCLIC THE FIG TREE AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

The rust of the fig tree (*Cerotelium fici*) is the most important disease of the crop, however, are still little information about the components of the unicycle. Such information is important for epidemiological studies and ways to control the disease. In this work the monocyclic components were evaluated germination, incubation and latency, the incidence of the disease, the number of uredinia / leaf area under different temperature conditions. Germination was prepared suspension of uredospores and pipetted into Petri dishes containing agar medium. The plates were accommodated in seedling with moistened filter paper and kept in BOD's at temperatures of 15, 17,18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 and 32 ° C for 6; 24:24 hours of wetness under continuous darkness. Two experiments were conducted: in leaf discs and plants using growth chambers CONVIRON[®]. In the first case, five fig leaf disks were inoculated with uredospores *C. fici* the second proceeded were inoculated by spraying 1 mL of the suspension. The leaf material inoculated with uredospores of the suspension was maintained at temperatures: 15, 20, 22, 24, 25, 28, 30 and 32 °C. The reviews have daily until stabilization of symptoms. Temperatures of 26 and 28 °C and wetness period of 24 hours showed maximum values of germination *C. fici* of 19 and 18% germination, respectively. The optimum temperature is 25,49 °C. The wet periods do not interfere with the germination of *C. fici*. Both leaf disc as in plan incidence was nil at 15 and 32 °C. In detached leaves the incubation period and the latency was longer at a temperature of 18 °C, 12,5 and 14 days, respectively, and shorter than 24 and 25 °C, where the incubation time was 7 days and the latency 8 and 9 days, respectively. In plants, the longer period of incubation was 10 and 11 days for the temperatures of 18 and 30 °C with latency of 13 and 15 days, respectively, and the shorter incubation period was 6 days at 22 and 24 °C, with a latency of 9 to 10 days each. Temperatures between 22 and 25 °C favor the development of rust fig tree, due to the reduction of the incubation period and latency and increasing the number of uredinia / leaf area. The estimate of the optimum temperature for infection of *C. fici* adjusted by statistical model highlighted in leaves was 23,9 °C and plants was 22,88 °C. Temperature ranges between 22-25 ° C show lower values for incubation periods, latency and higher values of pustules *C. fici*.

Keywords: *Cerotelim fici*. germination. incubation. infection. latency.

3.1 INTRODUÇÃO

A ferrugem, causada pelo fungo *Cerotelium fici*, é encontrada em todas as áreas de cultivo da figueira (*Ficus carica* L.). A doença pode causar dano, especialmente nos casos em que não é feito o controle e quando há condições favoráveis ao seu desenvolvimento, ocasionando desfolha prematura da planta, (GALLETI; REZENDE, 2005).

O patógeno é um parasita obrigatório, onde ainda não foram observados picniósporos e eciósporos. O agente causal pode parasitar além da figueira outras espécies da família *Moraceae*, como por exemplo, amoreira (*Morus alba*) (GUPTA *et al.*, 1996). A ferrugem da figueira tem início quando urediniósporos, dispersos pelo vento, são depositados sobre a superfície intacta das folhas. A interação entre patógeno e hospedeiro leva ao surgimento da lesão típica da doença e os diversos eventos que ocorrem entre a deposição até a formação de novos urediniósporos constituem um único ciclo de infecção, ou o monociclo (BEDENDO, 2005). Dentro do ciclo anual da figueira infectada pela doença da ferrugem, o fungo *C. fici* apresenta vários ciclos primários, determinando assim uma doença policíclica. A maioria dos fungos causadores de ferrugens utilizam abertura natural, mais precisamente os estômatos, para iniciar o processo infeccioso em tecidos de hospedeiros suscetíveis (AGRIOS, 2005). Sobre este aspecto para *C. fici* na cultura da figueira não foram encontrados trabalhos na literatura consultada. O processo de infecção de *C. fici* quando inoculado em folhas de amoreira (*Morus Alba*) diferiu de outros fungos de ferrugem por não formar apressórios sobre os estômatos. Foi observado que o tubo germinativo dos urediniósporos inoculados em folhas de amoreira transpassou os estômatos, em alguns acasos formou um apressório na base dos estomas, ou perto dos estômatos, ao invés de formar sobre ele (GUPTA *et al.*, 1994). Para a ferrugem da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, observou-se também uma baixa penetração do tubo germinativo pelos estômatos e, quando isso ocorreu, não foi observada a formação de apressórios (MAGNANI *et al.*, 2007). Apesar da similaridade entre essas espécies em relação a penetração, a germinação dos urediniósporos é bem diferente. Para *P. pachyrhizi* são relatadas trabalhos com germinações *in vitro* de 85,5% (MAGNANI *et al.*, 2007), 92% (MEDICE *et al.*, 2007) e para *C. fici* o trabalho encontrado apresentou germinação de 31% (SALUSTIANO *et al.*, 2006).

Trabalhos encontrados na literatura relatam que a fase de germinação dos urediniósporos na superfície das folhas é influenciada por diversos fatores ambientais, tais como temperatura e umidade entre outros. Esta é fase crítica para o estabelecimento das

ferrugens, sendo tais informações úteis para estudos sobre epidemiologia e manejo das doenças (GILLES *et al.*, 2003).

Após o processo de germinação e penetração os eventos relacionados com a colonização finalizam o monociclo, ou seja, o primeiro contato entre o patógeno e o hospedeiro até a morte da lesão, constituindo o ciclo de infecção, sendo importante o conhecimento destas etapas (BERGAMIM; AMORIM, 2011). Para *C. fici* não foram encontrados trabalhos específicos sobre inoculações em plantas ou mesmo em folhas destacadas de figueira. Aliado a isso, o conhecimento das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento do fungo e como ocorre o processo de infecção e desenvolvimento da doença é fundamental para se delimitar estratégias de controle (LEITE, 2002).

Na literatura são encontrados trabalhos relacionados às diferentes ferrugens que causam doenças em plantas, onde os experimentos de inoculação do patógeno são realizados em folhas destacadas (*in vitro*) (GONÇALVES *et al.*, 2009; BARBOSA *et al.*, 2005) e em outros casos inoculações de folhas em plantas (*in vivo*) (MEDICE *et al.*, 2007; CAPUCHO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2009). Assim, os objetivos do trabalho foram estudar o monociclo da ferrugem da figueira avaliando-se: a) influência da temperatura e da duração do período de molhamento foliar na germinação de *C. fici* e b) influência da temperatura no desenvolvimento de ferrugem da figueira por meio de inoculações em folhas destacadas e plantas.

3.2 MATERIAL E METÓDOS

3.2.1 Obtenção e preparo da suspensão de urediniosporos de *Cerotelium fici*

Folhas de figueira infectadas por *C. fici* foram coletadas em pomar orgânico localizado na Fazenda Experimental Canguiri, em Pinhais – Paraná, município localizado a 919 m de altitude, coordenadas geográficas 25°23,265'S, 49°07,996'W. O material doente foi levado ao Laboratório de Epidemiologia para Manejo Integrado de Doenças de Plantas do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná e colocados em câmara úmida. No dia seguinte, as folhas foram raspadas cuidadosamente com pincel para obtenção dos urediniosporos para preparo da suspensão.

Os urediniósporos obtidos foram suspensos em água destilada esterilizada e Tween 20 (1 gota L⁻¹). A concentração de urediniósporos foi ajustada com auxílio da câmara de Neubauer (Blau Brand, Alemanha).

3.2.2 Germinação de urediniósporos de *C. fici* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento

Em placas de Petri contendo Ágar-Água 20 g L⁻¹ (Himedia[®]) foi depositada uma gota de 100 µL da suspensão de *C. fici* na concentração 2x10⁴ urediniósporos mL⁻¹, e espalhada suavemente com alça de Drigalski. As placas abertas foram acomodadas em caixas plásticas tipo Gerbox[®] contendo papel filtro umedecido com 20 mL de água destilada e esterilizada, e mantidas em BOD (Eletrolab[®]) nas temperaturas: 15, 18, 20, 22, 25, 26, 28, 30 e 32 °C no ano de 2013 e 17, 21, 23, 25, 27, 29 e 31 °C no ano de 2014 durante 6; 12 e 24 horas de molhamento, sob escuro contínuo (SOARES *et al.*, 2008). Após cada período de molhamento a germinação dos urediniósporos foi interrompida com a adição de 20 µL de Lactofenol de Amann suspensão fúngica. A avaliação da germinação constituiu na contagem dos 100 primeiros urediniósporos encontrados em cada placa de Petri, sendo considerado urediniósporos germinado aquele que possuía tubo germinativo de tamanho igual ou superior ao seu comprimento.

3.2.3 Componente monocíclico de *Cerotelium fici* em folhas destacadas de figueira sob diferentes temperaturas

Folhas sadias foram coletadas de mudas de figueira cultivadas em casa de vegetação e levadas ao Laboratório de Epidemiologia para Manejo Integrado de Doenças de Plantas, da Universidade Federal do Paraná, onde foram lavadas em água corrente e mantidas em bancada para secar. Em seguida, cortou-se as folhas em formato de discos de 9 mm de diâmetro cada. Na sequência, placas de Petri de 90 mm de diâmetro contendo Ágar - Água foram preparadas com discos de papel filtro esterilizado e umedecido com ácido giberélico (ProGibb[®]) à 100 mg L⁻¹, onde foram colocados 5 discos de folhas para serem inoculados, considerou-se cada placa como uma unidade experimental, sendo utilizado quatro repetições

por temperatura testada: 15, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 30 e 32 °C que constituíram os tratamentos. O ensaio foi repetido para confirmar os dados. Sobre cada segmento de folha foi depositado 10 µL da suspensão de urediniósporos ajustada na concentração 3×10^4 urediniósporos mL⁻¹ no primeiro ensaio e $3,25 \times 10^4$ urediniósporos.mL⁻¹ no segundo ensaio. As placas foram mantidas em BOD nas diferentes temperaturas com fotoperíodo de 12 horas. A avaliação do desenvolvimento da doença foi realizada diariamente, verificando-se o início dos sintomas e o número de pústulas formadas nos discos de folhas por placa de Petri, até a estabilização da doença. A partir dos dados coletados foi calculado o período de incubação (período de tempo decorrido entre a inoculação e o aparecimento dos sintomas), o período de latência (período de tempo decorrido entre a inoculação e o aparecimento de estruturas reprodutivas) e o número de pústulas (AGRIOS, 2005).

3.2.4 Componente monocíclico de *Cerotelium fici* em folhas de plantas de figueira sob diferentes temperaturas

Plantas de figueira sadias mantidas em casa de vegetação, com idade entre 5 a 8 meses, e altura de até 70 cm, foram inoculadas com suspensão de *C. fici* utilizando pulverizador Multisprayer Guarany[®] com capacidade de 500 mL. Para o teste de infecção foram realizados 3 ensaios. No primeiro ensaio testou-se as temperaturas de 25, 28 e 32 °C, inoculando-se com aproximadamente 1 mL de suspensão de $2,5 \times 10^4$ urediniósporos mL⁻¹ por folha, sendo 5 folhas por planta e 5 plantas por tratamento. O segundo experimento foi realizado para as temperaturas de 18, 22, 24 e 30 °C com inóculo na concentração de $2,5 \times 10^4$ urediniósporos mL⁻¹, sendo 3 folhas por planta e 5 plantas por temperatura. No terceiro ensaio, testou-se a temperatura de 15 °C, inoculando folhas com a suspensão de 3×10^4 urediniósporos mL⁻¹ sendo 3 folhas por planta e 5 plantas por tratamento. Após a inoculação, as plantas foram recobertas individualmente com sacos plásticos transparentes e umedecidos e foram então mantidas em câmara de crescimento Conviron[®] nas temperaturas testadas, com fotoperíodo de 12 horas. Após 24h, os sacos plásticos foram retirados e as plantas mantidas nas temperaturas testadas.

As avaliações do desenvolvimento da doença foram realizadas diariamente, verificando o início dos sintomas e o número de pústulas por folha, até a estabilização da

doença. A partir dos dados coletados foi calculado o período de incubação e de latência da doença.

3.2.5 Análise dos Dados

a) Germinação de *Cerotelium. fici*

O experimento consistiu na avaliação de 14 níveis de temperatura e 3 níveis de molhamento sobre a porcentagem de germinação de uredinósporos de *C. fici*. Para se avaliar todas as temperaturas dividiu-se o ensaio em dois blocos, cada um com um grupo de níveis de temperatura com três repetições, cada repetição era constituída por uma placa de Petri.

O modelo estatístico para a germinação foi representado por:

$$Y_{ijkl} \sim \text{Binomial}(\pi_{ijkl}, n=100)$$

$$\text{logit}(\pi_{ijkl}) = \mu + \alpha_i + \tau_j + \gamma_k + \delta_{jk} + a_l$$

$$a_l \sim \text{Normal}(0, \sigma_a^2)$$

em que Y_{ijkl} é o número de esporos germinados na unidade experimental l do molhamento k na temperatura j no bloco i . O efeito fixo de bloco, temperatura, molhamento e sua interação são representados por α_i , τ_j , γ_k e δ_{jk} . O efeito das unidades experimentais é representado por a_l com variância σ_a^2 . O modelo teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança. O efeito de temperatura considerou-se polinômios de ordem 2º grau.

b) Componente monocíclico de *Cerotelium fici* em folhas destacadas de plantas de figueira sob diferentes temperaturas

O ensaio em folhas destacada foi realizado duas vezes sob o mesmo delineamento (Delineamento Inteiramente Casualizado - DIC) e níveis de temperatura. Assim, cada repetição do ensaio representou um bloco. O experimento consistiu na avaliação do período de latência e incubação e número de pústulas de *C. fici* em função das diferentes temperaturas avaliadas (8 níveis). Foram consideradas 4 repetições para cada temperatura.

O tempo para aparecimento de pústulas e o de número de pústulas foram os objetivos da análise. As avaliações foram diárias e o tempo para aparecimento de pústula foi uma variável registrada com censura intervalar quando ocorreu entre dois dias e censura à direita

quando ocorreu após o último dia de avaliação. A partir das avaliações foram obtidos os tempos e tipos de censura. O seguinte modelo foi considerado:

$$Y_{ijk} \sim \text{Normal}(\mu_{ij}, \sigma^2)$$

$$\mu_{ij} = \mu + \alpha_i + T_j$$

em que Y_{ijk} é o tempo para aparecimento de pústula na unidade experimental k da temperatura j no bloco i . O efeito fixo de bloco e os tratamentos são representados por α_i e T_j . A variância residual representada por σ^2 . O modelo teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança considerando os tipos de censura intervalar e à direita.

O teste de Wald foi aplicado para avaliar a significância dos termos de efeito fixo. Foram aplicados contrastes entre médias para os níveis de temperatura. O p-valor para os contrastes foram corrigidos pelo método *fdr* (false discovery rate). Todos os testes de hipótese foram conduzidos sob um nível nominal de significância de 5%.

Para análise do número de pústulas foi considerado à área abaixo da curva do número de pústulas nas folhas ao longo das avaliações dividido pelo número de dias em avaliação o que representou assim a média do número de pústulas. O efeito da temperatura foi representado pelo modelo de regressão não linear:

$$f(x) = \theta_y \exp \{ \theta_q (x - \theta_x)^2 + \theta_c (x - \theta_x)^3 \}$$

em que θ_y representa o valor médio da resposta para a temperatura (x) ótima θ_x , θ_q está relacionado ao nível de especificidade à temperatura de ótimo (quanto maior θ_q menor é o número de pústulas para temperaturas longe do ótimo) e θ_c está relacionado à assimetria na resposta para variações de estímulo da temperatura ao redor do ótimo.

- c) Componente monocíclico de *Cerotelium fici* em plantas de figueira sob diferentes temperaturas

O experimento consistiu na avaliação do período de incubação, período de latência e número de pústulas de ferrugem da figueira avaliada *in vivo* nas folhas de figueira em função da temperatura (8 níveis). Foram consideradas de 3 à 5 folhas por planta (unidade experimental) e 3 plantas por temperatura. Para avaliar os 8 níveis, foram feitos 3

experimentos sob o mesmo delineamento (DIC), mudando-se apenas as temperaturas avaliadas. Assim, cada repetição do ensaio representou um bloco ao acaso.

Como as avaliações foram diárias, o tempo para aparecimento de pústula é uma variável registrada com censura intervalar quando a ocorre entre dois dias e censura à direita quando ocorre após o último dia de avaliação. A partir das avaliações foram obtidos os tempos e tipos de censura. O seguinte modelo foi considerado:

$$Y_{ijk} \sim \text{Normal}(\mu_{ij}, \sigma^2)$$

$$\mu_{ij} = \mu + \alpha_i + T_j$$

em que Y_{ijk} é o tempo para aparecimento de pústula na unidade experimental k da temperatura j no bloco i . O efeito fixo de bloco e manejo são representados por α_i e T_j . A variância residual representada por σ^2 . O modelo teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança considerando os tipos de censura intervalar e à direita.

O teste de Wald foi aplicado para avaliar a significância dos termos de efeito fixo. Foram aplicados contrastes entre médias para os níveis de temperatura. O p-valor para os contrastes foram corrigidos pelo método *fdr* (false discovery rate). Todos os testes de hipótese foram conduzidos sob um nível nominal de significância de 5%.

Para análise de pústulas foi considerado à área abaixo da curva do número de pústulas nas folhas ao longo das avaliações dividido pelo número de dias em avaliação o que representa assim a média do número de pústulas. O efeito da temperatura foi representado pelo modelo de regressão não linear:

$$f(x) = \theta_y \exp \{ \theta_q (x - \theta_x)^2 + \theta_c (x - \theta_x)^3 \}$$

em que θ_y representa o valor médio da resposta para a temperatura (x) ótima θ_x , θ_q está relacionado ao nível de especificidade à temperatura de ótimo (quanto maior θ_q menor é a severidade para temperaturas longe do ótimo) e θ_c está relacionado à assimetria na resposta para variações de estímulo da temperatura ao redor do ótimo.

Para os ensaios de inoculação em folha destacadas e em plantas o modelo usado teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança. Os pressupostos do modelo considerado foram inspecionados por análise gráfica dos resíduos. Transformações da resposta, eliminação de observações ou modelagem da variância foram abordagens

considerados para adequar os pressupostos se apresentassem fuga. Todos os testes de hipótese foram conduzidos sob um nível nominal de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa estatístico livre R

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Germinação de *Cerotelium. fici* sob diferentes temperaturas

A germinação de urediniósporos *C. fici* foi baixa para as diferentes temperaturas testadas, com valores nulos para as temperaturas de 15 e 32 °C (FIGURA 3.1). Os valores de germinação ficaram entre zero e no máximo 19%. Essa germinação baixa pode ter sido influenciada pelo método utilizado, onde as folhas de figueira foram coletadas a campo contendo pústulas de diferentes idades.

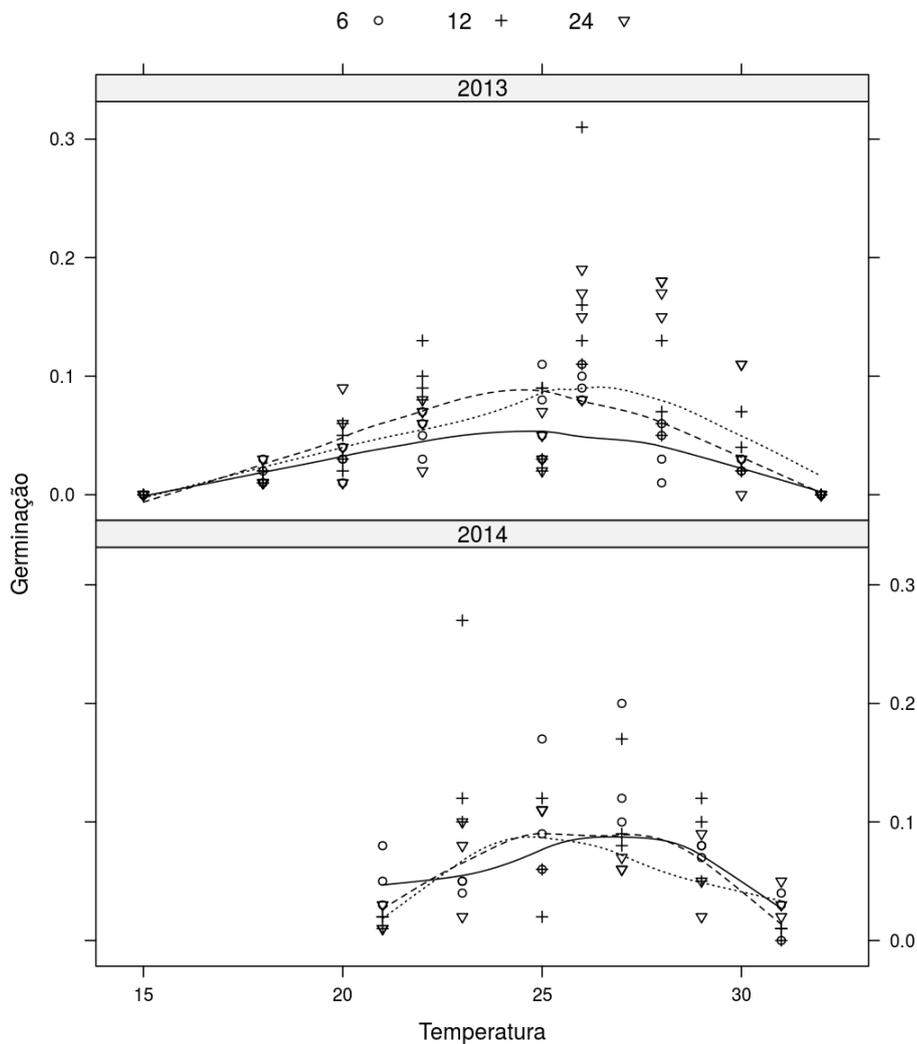


FIGURA 3.1 - Germinação de *Cerotelium. fici* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento, considerando experimento realizado no ano 2013 e 2014, Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Símbolos representam os diferentes períodos de molhamento.

Linhas representam curvas dos períodos de molhamento: linha contínua - 6 horas; linha tracejada: 12 horas; linha pontilhada - 24 horas.

Salustiano *et al.* (2006), trabalhando com algumas ferrugens, dentre elas *C. fici*, observou para este patógeno germinação de 31%, porém esta leitura de germinação foi feita após 48 horas de incubação das placas de Petri, contendo os urediniósporos, ao contrário da leitura feita neste trabalho que ocorreu no máximo a 24 horas após a incubação dos urediniósporos. Para outras ferrugens como a asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) Zambenedetti *et al.* (2007) observaram germinação entre 87 a 90% e Medice *et al.* (2007) de 92%. Para a ferrugem do pêssigo (*Tranzschelia discolor*), foi observado germinação de 80% (ELLISON *et al.*, 1990) e para ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*) de 76% (CAPUCHO *et al.*, 2011).

Zambenedetti *et al.* (2007), observaram que urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* armazenados em nitrogênio líquido, após 30 dias, apresentaram germinação de 40%, e que esse percentual de germinação aumentou ao longo de 270 dias, chegando a 70%. Assim como, urediniósporos armazenados em dessecador por 60 dias que apresentavam zero por cento de germinação e que foram posteriormente alocados em nitrogênio líquido, por mais 60 dias, apresentaram germinação de 30%, evidenciando de acordo com os autores, a ocorrência de uma dormência, parcialmente quebrada pelas baixas temperaturas do nitrogênio líquido. No caso da ferrugem da figueira, as temperaturas extremas testadas (15 e 32 °C) não apresentaram germinação, no período avaliado (24 horas). Outras temperaturas dentro deste intervalo apresentaram uma germinação baixa, isso pode indicar algum problema na maturidade destes urediniósporos, o que poderia ser mais bem observado se a germinação destes urediniósporos fosse paralisada em um intervalo de tempo maior. Futuros trabalhos devem ser feitos para investigar o que pode favorecer ou melhorar a germinação dos urediniósporos de *C. fici*, testando a armazenagem em nitrogênio líquido, e a realização de avaliações de germinação por períodos superiores a 24 horas.

A temperatura ótima para germinação de *C. fici*, foi de 25,49 °C, (FIGURA 3.2). Salustiano *et al.* (2006), encontraram germinação de 31% para *C. fici* após 48 horas de incubação dos urediniósporos a 20 °C.

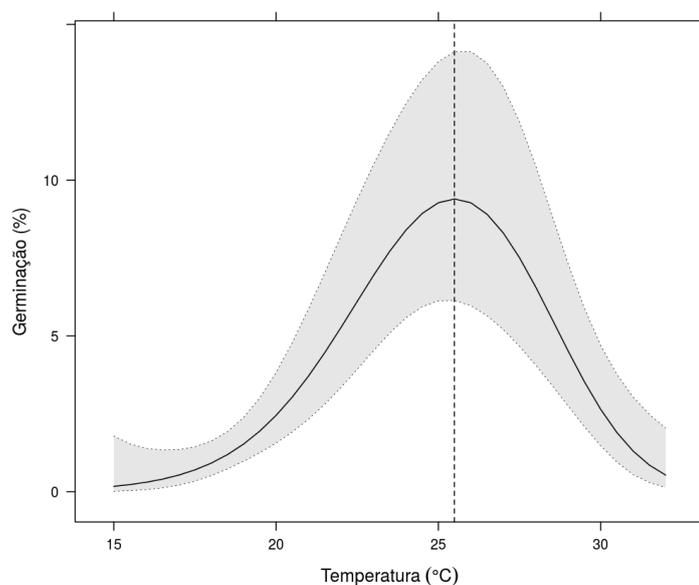


FIGURA 3.2 - Curva da germinação de *Cerotelium fici* sob diferentes temperaturas. Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Linha vertical tracejada indica a temperatura com maior porcentagem de germinação.

Linha contínua representa o valor ajustado pelo modelo não linear considerado com a respectiva banda de confiança a 95% (linha vertical tracejada).

3.3.2 Componente monocíclico de *Cerotelium fici* em folhas destacadas e em plantas de figueira sob diferentes temperaturas

Nas temperaturas de 15 e 32 °C não ocorreram sintomas da ferrugem da figueira nas inoculações realizadas em folhas destacadas e em plantas. A incidência da ferrugem inoculada foi de 100% para as temperaturas de 18, 20, 22, 24, 25 e 28 °C nos dois ensaios.

No teste em folhas destacadas, o período de incubação foi mais longo na temperatura de 18 °C (12,5 dias). As temperaturas de 26 e 28 °C apresentaram menor período de incubação (6 dias), seguidos posteriormente pelas temperaturas de 24 e 25 °C (7 dias). O período de latência (FIGURA 3.5A) foi mais longo temperatura de 18 °C (14 dias) e mais curto nas temperaturas de 26 e 28 °C (8 dias), seguido posteriormente pelas temperaturas de 24 e 25 °C (9 dias). Os maiores números médios de pústulas foram observados a 24 e 25°C (583,5 e 571,5 pústulas/3,18 cm² de área foliar, respectivamente). (FIGURA 3.3).

Para inoculação em plantas o período de incubação foi mais longo nas temperaturas de 18 e 30 °C (10 e 11 dias, respectivamente) e a menor incubação foram observadas nas temperaturas de 22 e 24 °C (6 dias). Para o período de latência (FIGURA 3.5B) as temperaturas de 22 e 24 °C também apresentaram tempo mais curto para o aparecimento de pelo menos 50% de pústulas (9 e 10 dias, respectivamente). A 22 °C ocorreu o maior número médio de pústulas em plantas inoculadas (195 pústulas/folha), (FIGURA 3.4)

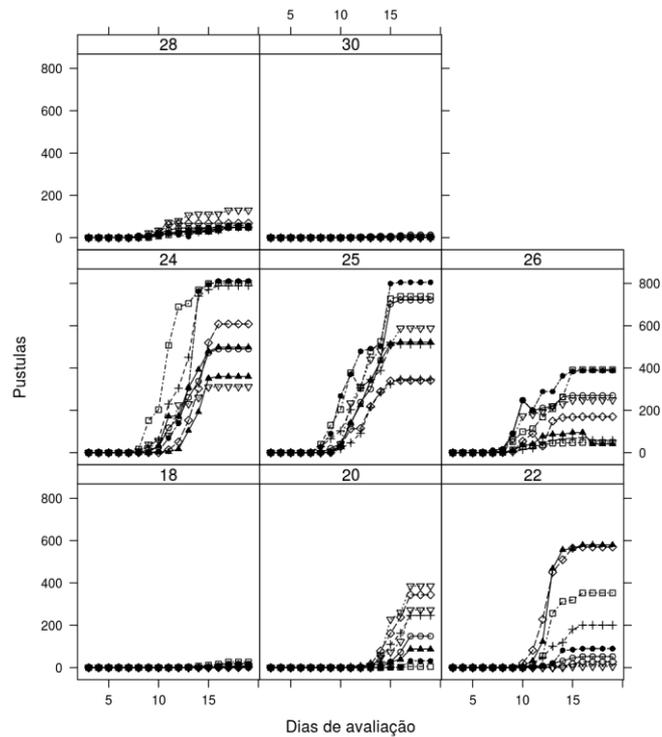


FIGURA 3.3 - Curva do progresso do número de pústulas de *Cerotelium fici* em folhas destacadas de figueira, cultivar Roxo de Valinhos, em função do tempo. Curitiba, PR, 2013.
 NOTA: Pontos unidos por linhas indicam a mesma folha em cada uma das temperaturas.

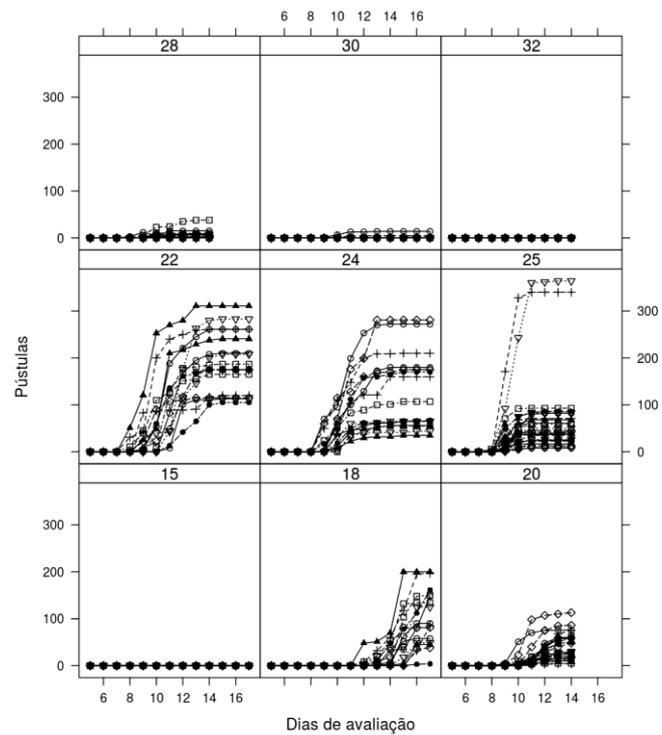


FIGURA 3.4 - Curva do progresso do número de pústulas de *Cerotelium fici* em folhas de plantas de figueira, cultivar Roxo de Valinhos, em função do tempo. Curitiba, PR, 2013.
 NOTA: Pontos unidos por linhas indicam a mesma folha em cada uma das temperaturas.

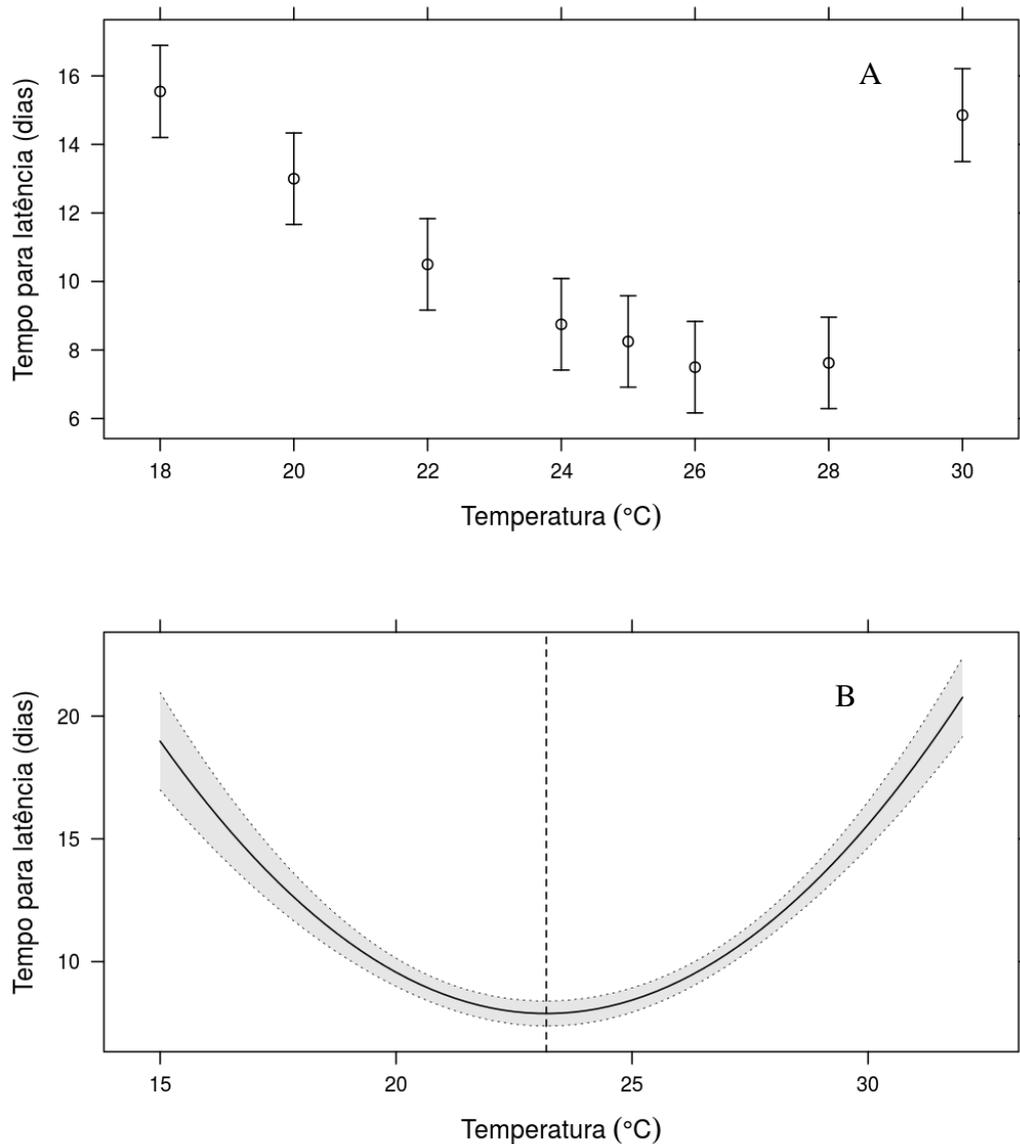


FIGURA 3.5 - Tempo mediano estimado para latência de *Cerotelium fici*, em folhas destacadas (A) (sem ajuste de modelo) e em plantas (B) (ajustado pelo modelo não linear considerado com a respectiva banda de confiança a 95%) em função da temperatura. Curitiba, PR, 2013.

O aumento da temperatura provocou incremento no número médio de pústulas da doença até aproximadamente 24 °C em folhas destacadas e 22°C em folhas de plantas, a partir das quais decresceu de forma acentuada (FIGURAS 3.6 A e B). A estimativa da temperatura ótima de infecção de *C. fici* ajustada pelo modelo estatístico em folhas destacadas foi de 23,9 °C e para plantas foi de 22,88 °C, confirmando assim nestas temperaturas os maiores valores médios de pústulas, como visto anteriormente.

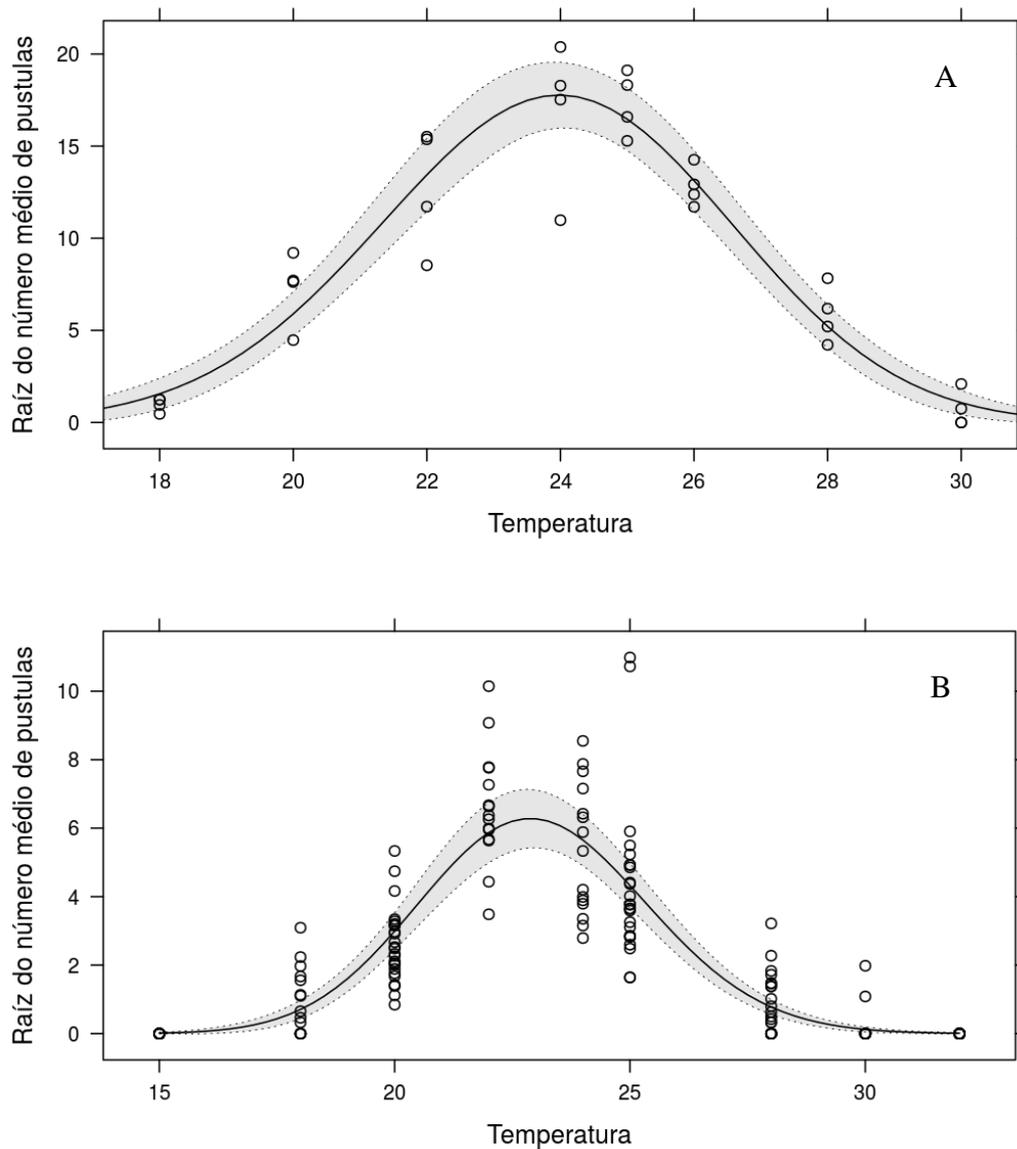


FIGURA 3.6 – Curva do progresso da raiz do número de pústulas de *Cerotelium fici* em folhas destacadas (A) e em plantas (B), em função das diferentes temperaturas testadas. Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Linha contínua representa o valor ajustado pelo modelo não linear considerado com a respectiva banda de confiança a 95% (linhas tracejadas). Raiz do número de pústulas ao longo das avaliações em função da temperatura.

Para outras ferrugens como *P. pacyrhizi*, as temperaturas entre 20 e 25 °C favorecem o desenvolvimento da infecção (ALVES, *et al.*, .2007). Segundo Agrios (2005), a umidade é indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos assim como também para a penetração do tubo germinativo no hospedeiro.

Considerando os 2 métodos de inoculação avaliados, pode-se considerar que ambos podem ser utilizados para verificar o desenvolvimento da ferrugem da figueira, pois as temperaturas ótimas de infecção da doença são iguais, visto que seus valores se encontram

dentro de intervalo de confiança de 5% e os períodos de incubação e latência são de 6 e 7 dias no intervalo de temperatura de 22 a 28 °C.

3.4 CONCLUSÃO

A germinação e infecção de *C. fici* não ocorre nas temperaturas de 15 e 32 °C.

A temperatura ótima de germinação de *C. fici* é de 25,49 °C.

O período de molhamento entre 6 a 24 horas não influencia na germinação *C. fici*.

A temperatura ótima de infecção de *C. fici* em folhas destacadas é de 23,9 °C e para plantas é de 22,88 °C.

As temperaturas entre 22 a 28 °C propiciam menores períodos de incubação, latência e maiores valores de pústulas de *C. fici*.

Os métodos de inoculação utilizados para infecção de *C. fici* em folhas destacadas e em folhas de plantas são equivalentes para testes de componentes monocíclicos.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5 th. ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam. 2005. p. 562-574.

ALVES, M. C., POZZA, E. A., FERREIRA, J. B., ARAÚJO, D. V. D., COSTA, J. D. C. D. B., DEUNER, C. C., MACHADO, J. D. C. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n.3, p. 239-244, 2007.

BARBOSA, J. C., CAIXETA, E. T., ZAMBOLIM, E. M., CAPUCHO, A. S., RUFINO, R. J. N., ALVARENGA, S. M., SAKIYAMA, N. S. Caracterização da resistência vertical e horizontal do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) em acesso de Híbrido de Timor, **Embrapa Café**, 2005.

BEDENDO, I. P. Ferrugens In: **Manual de Fitopatologia**, v. 1, 4 ed., p. 479-491, São Paulo, 2005.

BERGAMIM, A., AMORIM, L. Epidemiologia de doenças de plantas In: **Manual de Fitopatologia**, v. 2, 2 ed., p. 106-106, São Paulo, 2005.

CAPUCHO, A. S., CAIXETA, E. T., ZAMBOLIM, E. M., ZAMBOLIM, L. Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV 443-03 à ferrugem-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n.3, p. 276-282, 2009.

CAPUCHO, A. S., ZAMBOLIM, L., CABRAL, P. G., ZAMBOLIM, E. M., CAIXETA, E. T. Germinação e infecção da ferrugem em cafeeiro Conilon sob diferentes temperaturas e molhamentos foliares. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2011.

ELLISON, P. J., CULLIS, B. R., BAMBACH AND, R. W., KABLE, P.F. The effect of temperature on in vitro germination and germ tube growth of urediniospores of *Tranzschelia discolor* **Australian Journal of Agricultural Research**, v.41, n.3, p. 479 – 488, 1990.

GONÇALVES, C. A. A.; LIMA, L. C. O.; LOPES, P. S. N.; SOUZA, M. T. Poda e sistemas de condução na produção de figos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.955-961, 2006.

GILLES, T.; KENNEDY, R. Effects of an interaction between inoculums density and temperature on germination of *Puccinia allii* urediniospores and leek rust progress. **Phytopathology**, St. Paul, v.93, p.413-420, 2003.

GALLETI, S. R., REZENDE, J. A. M. Doenças da figueira In: **Manual de Fitopatologia**, v. 2, 2 ed., São Paulo, 2005.

GONÇALVES, E. C. P., CENTURION, M. A. P. C., DI MAURO, A. O. Avaliação da reação de genótipos de soja ao oídio em diferentes condições **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 2, p.151-153, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Sidra. Sistema de recuperação automática**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=&i=P>. Acesso em: 23 abril 2014.

MAGNANI, E. B. Z., ALVES, E., ARAÚJO, D. V. Eventos dos Processos de Pré-Penetração, Penetração e Colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em Folíolos de Soja **Fitopatologia Brasileira** v.32, p.156-160. 2007.

MEDICE, R., ALVES, E., ASSIS, R. D., MAGNO JÚNIOR, R. G., & LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n.1, p.83-90, 2007.

PEREIRA, S. C., RODRIGUES, F. A., CARRÉ-MISSIO, V., OLIVEIRA, M. G. A., & ZAMBOLIM, L. Aplicação foliar de silício na resistência da soja à ferrugem e na atividade de enzimas de defesa. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 3, p. 164-170, 2009.

PIO R.; EDVAN ALVES CHAGAS, E. A.; DALL'ORTO F. A. C.; BARBOSA, W. **O cultivo da figueira (*Ficus carica* L.)**. 2007. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 23 abril 2014.

SALUSTIANO, M. E.; FERRAZ FILHO, A. C.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A. Extratos de candeia(*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na inibição *in vitro* de *Cylindrocladium scoparium* e de quatro espécies de ferrugens **Nota Técnica**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 189-193, 2006.

SOARES, A. R.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Infecção de goiabas por *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 265-272, 2008.

ZAMBENEDETTI, E. B., ALVES, A., POZZA, E. A., ARAÚJO, D. V. Germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes métodos de armazenamento **Summa Phytopathology**, v. 33, n. 1, p. 83-85, Botucatu, 2007.

4 CAPÍTULO II - PROGRESSO TEMPORAL DA FERRUGEM DA FIGUEIRA EM DIFERENTES INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA CÚPRICO RELACIONADO AO ENFOLHAMENTO, CARBOIDRATOS E PRODUÇÃO

RESUMO

A espécie *Ficus carica* L tem seu cultivo amplamente difundido no mundo. Apesar da disseminação de seu plantio, a figueira apresenta entraves os quais podem limitar sua produção, dentre eles as doenças. A ferrugem, causada pelo fungo biotrófico *Cerotelium fici* é a principal doença em pomares de figueira, ainda são poucas as informações. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar os danos causados por *C. fici*, criando um gradiente da doença a campo, avaliou-se: a) progresso temporal da ferrugem em 3 safras consecutivas, b) o efeito da ferrugem na desfolha e na produtividade das figueiras e, c) a interferência do gradiente de doença na concentração de carboidratos solúveis totais em ramos e gemas. Durante três safras, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, no município de Pinhais- PR, no pomar de figueira cv. Roxo de Valinhos foi avaliado a incidência e o número de pústulas em plantas: não-tratadas (testemunha); plantas tratadas com pulverizações semanais à base de calda bordalesa iniciando quando as brotações atingiram de 10 à 15 cm de comprimento; pulverizações quinzenais; pulverizações mensais e pulverizações bimestrais. A unidade experimental foi composta por quatro plantas, sendo avaliadas as duas plantas centrais. Em cada planta útil foram marcados 4 ramos, avaliando o total de folhas e o número de folhas com incidência de ferrugem, e em cada parcela foram marcadas 5 folhas para avaliação do número de pústulas de ferrugem. As avaliações foram semanais. Para determinação de carboidratos, os ramos marcados nas plantas úteis foram coletados, secados, moídos e determinou-se a concentração de carboidratos pelo método fenol-sulfúrico. Para a determinação do índice de área foliar usou-se o equipamento ceptômetro. Nas condições estudadas foi possível gerar um gradiente da doença a campo, mostrando uma maior incidência e número de pústulas nas plantas não tratadas. Plantas que receberam aplicação semanal de calda bordalesa apresentaram fitotoxicidade nas folhas, o que levou a diminuição do peso dos frutos. A produtividade das plantas de figueira não tratada, não diferiu dos demais tratamentos, entretanto, bem como o número de frutos. Não houve diferença entre os teores de carboidratos solúveis totais e o número de folhas nas safras avaliadas em relação a testemunha. O tratamento quinzenal apresentou maior índice de área foliar em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chaves: biotrófico. calda-bordalesa. gradiente. incidência.

PROGRESS OF THE FIG TREE TIME OF RUST IN DIFFERENT INTERVALS CUPRIC FUNGICIDE RELATED LEAFINESS, CARBOHYDRATES AND PRODUCTION.

ABSTRACT

The species *Ficus carica* L has its widespread cultivation in the world. Despite the spread of its cultivation, the fig tree presents obstacles which may limit its production, including diseases. Rust, caused by the biotrophic fungus *Cerotelium fici* and primary disease in orchards of fig, are still little information. The aim of this study was to evaluate the damage caused by *C. fici*, creating a gradient in the region of the disease in the field, were evaluated: a) temporal progress of rust in 3 consecutive years, b) the effect of rust on defoliation and productivity of fig and, c) the interference of the disease gradient in the concentration of soluble carbohydrates in stems and gemas. During three harvests, 2011/2012, 2012/2013 and 2013/2014 in the municipality of Pinhais- PR in orchard fig cv. Roxo de Valinhos was evaluated the incidence and the number of pustules on plants: untreated - witness; plants treated with weekly-based Bordeaux mixture sprays beginning when the shoots reached 10 to 15 cm long; fortnightly sprays; monthly and bimonthly sprayings sprays. The experimental unit consisted of four plants, two central plants being evaluated. In every useful plant four branches were scored by assessing the total number of leaves and number of leaves with rust incidence, and in each plot were marked 5 sheets to assess the number of rust pustules. The reviews have been weekly. For determination of carbohydrates, the branches marked on useful plants were collected, dried, ground and determined the concentration of carbohydrates by the phenol-sulfuric method. To determine the leaf area index was used ceptometro the equipment. Under the conditions studied was possible to generate a gradient field of the disease, showing a higher incidence and number of pustules on untreated plants. Plants that received weekly application of Bordeaux mixture showed phytotoxicity leaves, which led to decreased fruit weight. The productivity of fig plants untreated, did not differ from other treatments, however. There was no difference between the total soluble carbohydrates in the cordon. The biweekly treatment had greater leaf area index

Key words: biotrophic. bordeaux mixture. carbohydrate. gradient. incidence.

4.1 INTRODUÇÃO

A figueira *Ficus carica* L., é uma planta da família *Moraceae*, originária da região arábica mediterrânea, Mesopotâmia, Armênia e Pérsia, havendo relatos de cultivos até mesmo a 639 a.C. (FRANCO; PENTEADO, 1986; PIO *et al.*, 2007; PEREIRA; KAVATI, 2011). No Brasil, a cultivar Roxo de Valinhos, que pertence ao tipo comum (formada partenocarpicamente), é a única cultivada comercialmente (GONÇALVES *et al.*, 2006; PIO *et al.*, 2007). Segundo dados do IBGE (2014), a área colhida em 2012 foi de 2.925 ha, sendo 60,7% correspondente à Região Sul, 38,9% correspondente à Região Sudeste e uma pequena parcela de 0,4% referente ao Centro-oeste. O Paraná ocupa o quarto lugar em área colhida no país, com 146 ha e uma produção de 1.144 t, tendo a região sudoeste a maior produção com 770 t e Curitiba e região metropolitana com 85 t.

No que se refere ao manejo fitossanitário da cultura, a principal doença da figueira é a ferrugem, causada pelo patógeno *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. Os sintomas da doença são pequenas manchas angulosas de cor verde-amareladas nas folhas, que posteriormente tornam-se pardas. Na face inferior da folha, na região correspondente as manchas, é observada a presença de pústulas, que ao se abrirem expõem urediniósporos ferruginosos e pulverulentos. As folhas severamente afetadas amarelecem, secam e caem precocemente. Quando a pluviosidade é muito alta, a ferrugem pode ocasionar desfolha completa da árvore em 20 a 30 dias. O estudo do comportamento da epidemia em safras consecutivas é importante para entender relações com dano e conseqüentemente necessidade de controle, buscando estabelecer estratégias de controle mais sustentáveis e econômicas.

Apesar de ter 32 produtos formulados registrados no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) para o controle da ferrugem da figueira, dentre grupos químicos como: inorgânicos, triazóis, hidrocarbonetos alifáticos, ditiocarbamatos e azoxistrobina (AGROFIT, 2014), no Estado do Paraná, devido a restrições estabelecidas apenas três produtos químicos são liberados: Cuprozeb[®] (mancozebe + oxiclreto de cobre), Dithane NT[®] (mancozebe) e Garant[®] (hidróxido de cobre), dois grupos químicos do ditiocarbamatos e um inorgânico, respectivamente (SEAB, 2014). Entretanto, os ficicultores têm preferência pelo uso da calda bordalesa, por que ela confere certa rigidez desejável à casca do figo, além de controlar várias doenças em diferentes hospedeiros, tendo ainda efeito contra bacterioses (GALLETI; REZENDE, 2005). A calda bordalesa, composta basicamente por cal virgem ou hidratada e sulfato de cobre, é bem aceita pelas mais variadas correntes da agricultura

ecológica, onde seus componentes fazem parte dos processos metabólitos, sendo nutrientes essenciais para a constituição das plantas (MOTTA, 2008). Para a cultura do figo, Souza *et al.* (2014), recomendam usar calda bordaleza na concentração de 1% aplicadas a cada quinze dias, durante o período vegetativo da planta.

No Brasil e no mundo são poucas as pesquisas sobre a epidemiologia da ferrugem da figueira e não foram encontrados trabalhos avaliando progresso temporal da ferrugem em ciclos consecutivos ou sobre o impacto e importância do uso de fungicida cúprico no controle da doença e relação com danos na cultura. O estudo de danos, ou seja, qualquer redução na quantidade e, ou qualidade de produção pode fornecer informações ao pesquisador para compreender a relação entre a ocorrência da doença e os danos causados por ela, e assim estabelecer limites de ação em programas de manejo (ZADOKS, 1985; TENG, 1985). Para determinar o dano causado pela doença criam-se gradientes de intensidade desta doença e relaciona-se aos danos por ela causados, fazendo uso de modelos estatísticos (VALE *et al.*, 2004).

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar os danos causados por *C. fici*, sob os diferentes aspectos criando um gradiente da doença a campo. Como objetivos específicos avaliou-se: a) progresso temporal da ferrugem em 3 safras consecutivas, b) o efeito da ferrugem na desfolha e na produtividade das figueiras e, c) a interferência do gradiente de doença na concentração de carboidratos solúveis totais em ramos e gemas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área de estudo e tratamentos

A região de estudo, segundo a classificação de Koppen, é classificado como Cfb, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5 °C e temperatura máxima média de 22,5 °C, estando sujeito a geadas severas (mais de cinco por ano) (IAPAR, 2014). A área experimental constitui num pomar de figueira cv. Roxo de Valinhos, implantado em julho de 2004, com espaçamento de 2x2m, conduzidas com poda curta a 80 cm do solo e manejadas em sistema de produção orgânico pertencente à Fazenda Experimental do Canguiri da UFPR, em Pinhais - PR. O município localiza-se a 919

m de altitude, coordenadas geográficas 25°23, 265'S, 49°07, 996'W. O experimento foi conduzido durante três safras (2011/12, 2012/13 e 2013/14).

Os tratamentos realizados foram: plantas sem pulverização (testemunha); plantas com pulverização semanal; plantas com pulverização quinzenal; plantas com pulverização mensal e plantas com pulverização bimestral, com calda bordalesa (Bordasul[®], 1g.L⁻¹ de água), quando as brotações atingiram entre 10 - 15 cm de comprimento, o volume de calda foi de aproximadamente 200 mL por planta, até o ponto de escorrimento, utilizando-se pulverizador manual Trombone Guarany[®], capacidade de 5 L. De uma safra para outra as plantas observadas foram às mesmas, mas os ramos marcados foram outros devido à prática de poda drástica.

Na safra de 2011/12 as pulverizações e avaliações começaram no dia 29 de dezembro de 2011 até 30 de maio de 2012. Na safra 2012/13 as pulverizações e avaliações iniciaram no dia 25 de outubro de 2012 até 25 de maio de 2013. E na safra 2013/14 as avaliações e pulverizações começaram no dia 08 de novembro de 2013 até 25 de abril de 2014.

4.2.2 Avaliação da incidência e do número de pústulas da ferrugem da figueira

A avaliação constituiu na determinação semanal da incidência (porcentagem de plantas doentes) e número de pústulas da ferrugem. A avaliação da incidência iniciou na mesma data das pulverizações de cada safra. Foram marcados quatro ramos por planta útil (10 plantas úteis/tratamento), contando-se o número total de folhas e o número total de folhas doentes por planta útil. A avaliação do número de pústulas na safra 2011/12 iniciou no dia 16 de fevereiro de 2012 até 19 de maio de 2012, e na safra 2012/13 iniciou dia 12 de dezembro de 2012 até 1° de março de 2013, e na safra 2013/14 iniciou dia 5 de dezembro de 2013 até 31 de março de 2014, terminando quando ocorreu a queda das folhas marcadas. Foram selecionadas por parcela cinco folhas, sendo estas nos ramos marcados; no ápice de cada folha foi definida uma área de dois cm², onde foi quantificado o número de pústulas.

Para a estimativa da produção foram ensacados 10 frutos verdes por planta útil, 20 frutos por parcela (100 frutos/tratamento), em 24 de fevereiro de 2012 (safra 2011/12), em 3 de março de 2013 (safra 2012/2013) e em 6 de fevereiro de 2014 (safra 2013/14). Além disso, nestas datas foi quantificado o número total de frutos por planta útil. Na colheita os frutos ensacados foram pesados individualmente (g) em balança Analítica de Precisão Splabor[®]. A

colheita e pesagem foram realizadas quando os frutos apresentavam abertura natural do ostíolo e ocorreu durante a segunda quinzena de fevereiro até o final do mês de março.

4.2.3 Determinação dos carboidratos solúveis totais

Para a determinação dos carboidratos solúveis totais foram coletados os ramos marcados de cada parcela durante a poda de inverno (30 de julho de 2012 - safra 2011/2012 e 6 de agosto de 2013 - safra 2012/2013), os ramos foram levados ao Laboratório de Fitotecnia do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná onde foram acondicionados em sacos de papel Kraft e colocados em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 7 dias, até a estabilização do peso seco. Posteriormente os ramos utilizados para a determinação de carboidratos foram separados em ramos com gemas e ramos sem gemas, e então moídos em Macro Moinho de facas tipo Willey Marconi[®], peneira 1 mm no Laboratório de Polpa e Papel do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

A extração dos carboidratos solúveis totais foi feita utilizando 1,0 g de material seco e moído, suspenso em 10 mL de etanol a 80%, mantido em banho-maria por 10 minutos. Essa operação foi repetida três vezes, filtrando-se o líquido e adicionando-se 10 mL de etanol ao resíduo para nova extração. O filtrado (resultado obtido nas extrações) foi colocado em estufa para evaporação da água e do etanol. O resíduo seco foi re-suspenso em três mL de água destilada e em seguida retirou-se uma alíquota de 0,1 mL para a dosagem de carboidratos solúveis totais.

O método utilizado para determinação de carboidratos solúveis totais foi o do fenol sulfúrico (DUBOIS *et al.* 1956). Sobre a alíquota de 0,1 mL do resíduo re-suspenso, foram acrescentados 0,4 mL de água destilada esterilizada, mais 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico P.A.. Em seguida, foi feita a leitura em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 490 nm. As dosagens de carboidratos solúveis totais, nas frações, foram obtidas de acordo com as absorbâncias e calculadas em função da curva padrão de glucose. De acordo com os rendimentos previamente obtidos calculou-se a concentração de carboidratos solúveis totais em mg g⁻¹ de matéria seca do material vegetal.

4.2.4 Análise dos dados

O experimento consistiu na avaliação de três safras consecutivas de plantas de figueira, sob diferentes níveis de controle. Os níveis estudados foram: aplicação semanal, quinzenal, mensal, bimestral e testemunha (sem aplicação) de calda bordalesa. Cada nível foi aplicado em 5 parcelas, inteiramente ao acaso. As variáveis analisadas foram:

a) Incidência da ferrugem da figueira: Foram coletados dados sobre o número total de folhas e número de folhas doentes em 4 ramos marcados por planta. As avaliações foram feitas regularmente em intervalos semanais. A Área Abaixo da Curva do número de Folhas (AAF) e a Área Abaixo da Curva de folhas Doentes (folhas doentes/total de folhas, AAD) foram calculadas e divididas pelo número de dias entre a primeira e última observação em cada safra, gerando assim os valores médios de número de folhas (mnf) e proporção de folhas doentes (mfd) ao longo da safra.

Para as duas variáveis respostas (mnf e mfd) foi considerado o modelo linear misto seguinte:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijkl} &\sim \text{Normal}(\mu_{ijkl}, \sigma^2) \\
 \mu_{ijk} &= \mu + \alpha_i + \tau_j + \gamma_{ij} + a_k + b_l \\
 a_k &\sim \text{Normal}(0, \sigma_a^2) \\
 b_l &\sim \text{Normal}(0, \sigma_b^2)
 \end{aligned}$$

em que Y_{ijkl} é o valor observado na planta l da unidade experimental k do manejo j na safra i . O efeito fixo de safra, manejo e sua interação são representados por α_i , τ_j e γ_{ij} . O efeito aleatório das unidades experimentais é representado por a_k cuja variância é σ_a^2 , o efeito aleatório das plantas dentro das unidades experimentais é representado por b_l cuja variância é σ_b^2 e a variância residual representada por σ^2 .

b) Número de pústulas da ferrugem da figueira: Foram coletados dados sobre o número de pústulas em 5 folhas marcadas nas duas plantas (3 e 2 em cada em cada planta útil da parcela) realizadas regularmente em intervalos semanais.

O tempo para a queda da folha (em dias) e o valor de número de pústulas antes da queda foram os objetivos de investigação. Como as avaliações foram semanais, o tempo para cada de folha é uma variável registrada com censura intervalar quando a queda ocorre entre duas avaliações e censura à direita quando ocorre após o último dia de avaliação. A partir das avaliações foram obtidos os tempos e tipos de censura para a quedas das folhas. O seguinte modelo foi considerado:

$$Y_{ijkl} \sim \text{Normal}(\mu_{ijkl}, \sigma^2)$$

$$\mu_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \gamma_{ij} + \delta_k$$

em que Y_{ijkl} é o tempo para a queda da folha l da unidade experimental k do manejo j na safra i . O efeito fixo de safra, manejo e sua interação são representados por α_i , τ_j e γ_{ij} . O efeito das unidades experimentais é representado por δ_k . A variância residual representada por σ^2 . O modelo teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança considerando os tipos de censura intervalar e à direita.

Para os modelos testados para produtividade, incidência e número de pústulas da ferrugem da figueira, os pressupostos dos modelos considerados foram inspecionados por análise gráfica dos resíduos. Transformações da resposta ou eliminação de observações foram abordagens consideradas para adequar os pressupostos se apresentaram fuga. Teste de Wald para o modelo misto e análise de variância para o modelo fixo foram aplicados para avaliar a significância dos termos de efeito fixo. Foram aplicados contrastes entre médias para os níveis de manejo. Na presença de interação, estudo sobre o manejo foi feito dentro de cada safra. O p-valor para os contrastes foram corrigidos pelo método *fdr* (false discovery rate). Todos os testes de hipótese foram conduzidos sob um nível nominal de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa estatístico livre R

c) Produção da figueira: Foram coletados dados sobre o peso de 20 frutos e o número de frutos total da parcela. Para safra de 2012, número de frutos e peso médio foi ao nível de parcela e nos anos de 2013 e 2014 ao nível de plantas dentro da parcela. Em 2013 e 2014, o peso de frutos foi ao nível de parcela, mas, o número de frutos ao nível de planta. Para a média dos frutos, o número de frutos considerados para o cálculo da média foi variável (em função da queda ou perda do fruto por ataque de aves, dentre outras coisas), sendo o número máximo igual à 20. Portanto foi utilizado o peso de frutos no modelo linear com resposta ponderada pelo número de observações.

Para as duas variáveis respostas coletadas ao nível de parcela foi considerado o seguinte modelo linear de efeitos fixos:

$$Y_{ijk} \sim \text{Normal}(\mu_{ijk}, \sigma^2)$$

$$\mu_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \gamma_{ij}$$

Para os dados coletados ao nível de plantas, usou-se o modelo de efeito aleatório da unidade experimental. Assim, o seguinte modelo linear de efeitos mistos foi considerado:

$$Y_{ijkl} \sim \text{Normal}(\mu_{ijkl}, \sigma^2)$$

$$\mu_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \gamma_{ij} + a_k$$

$$a_k \sim \text{Normal}(0, \sigma_a^2)$$

em que Y_{ijkl} é o valor observado na planta l da unidade experimental k do manejo j na safra i . O efeito fixo de safra, manejo e sua interação são representados por α_i , τ_j e γ_{ij} . O efeito aleatório das unidades experimentais é representado por a_k cuja variância é σ_a^2 e a variância residual representada por σ^2 . O modelo teve seus parâmetros estimados por máxima verossimilhança.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Incidência da ferrugem da figueira

Na safra 2011/12 nas primeiras avaliações, final de dezembro de 2011 e janeiro de 2012, 80% das parcelas em todos os tratamentos apresentaram 100% de incidência da ferrugem da figueira, isto ocorreu por que no início das avaliações a doença já estava presente no campo e não era feito controle da doença. Para a safra 2012/13 e safra 2013/14 as avaliações iniciaram quando as brotações da figueira estavam com 10 a 15 cm de comprimento, outubro e novembro, respectivamente, e ainda não havia incidência de ferrugem no campo experimental. Além disso, na safra 2012/13 houve uma maior variação dentro dos tratamentos, o que não foi observado nas outras safras.

O enfolhamento da figueira não apresentou grande variação dentro dos tratamentos (FIGURA 4.1), nas três safras avaliadas. Para os tratamentos semanal e quinzenal a queda mais acentuada das folhas iniciou-se no mês de março na safra 2012/13 enquanto para o tratamento testemunha, iniciou-se no mês de fevereiro. Na safra 2013/14, na segunda quinzena de janeiro, até a primeira quinzena de fevereiro, todos os tratamentos tiveram queda antecipada das folhas, isto ocorreu por que nesta época, as temperaturas médias estavam acima da média esperada e sem ocorrência de chuvas nestas datas. Segundo Medeiros (2002),

as folhas amarelecidas por falta de água, mesmo que, posteriormente, haja água em disponibilidade, cairão, iniciando-se um novo período de brotação.

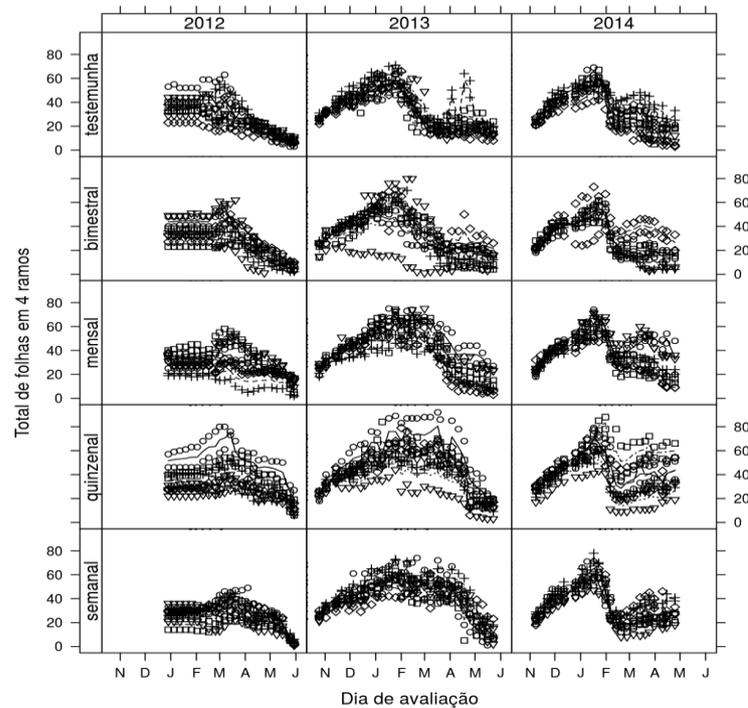


FIGURA 4.1 – Curvas de progresso do enfolhamento da figueira, c.v Roxo de Valinhos, avaliações semanais a partir de 29 de dezembro de 2011 até 30 de maio de 2012, safra 2011-2012, avaliações semanais de 25 de outubro de 2012 até 23 de maio de 2013, safra 2012-2013, e avaliações semanais de 8 de novembro de 2013 a 25 de abril de 2014 safra 2013-2014. Curitiba, PR, 2012

NOTA: Pontos representam número de folhas,.

A análise estatística para o número médio de folhas (TABELA 1), não mostrou diferença entre os tratamentos nas safras 2011/12 e 2012/13. Na safra 2013/14, o intervalo de aplicação quinzenal apresentou uma média de folhas maior em relação aos demais tratamentos, a aplicação bimestral teve a menor média de enfolhamento, sendo semelhante estatisticamente a testemunha e a aplicação semanal. A menor incidência da ferrugem da figueira foi observada para os tratamentos semanal e quinzenal, que se mostraram diferente estatisticamente entre si e dos demais tratamentos nas safras 2011/12 e 2012/13 (TABELA 1). Na última safra avaliada (2013/14) todos os tratamentos diferiram da testemunha que apresentou maior incidência da doença. O tratamento semanal com uso de calda bordalesa na concentração de 1%, apesar de controlar a incidência da ferrugem, causou fitotoxiciade nas folhas de figueira. Porém isso não se mostrou um problema para plantas que receberam aplicação de calda bordalesa quinzenalmente ou em intervalos mais longos. Mazaró *et al.* (2013), trabalhando com morango, constatou que a aplicação de calda bordalesa a 1% causou

manchas nos frutos, sendo um fator limitante em concentrações acima desse valor. Peruch e Bruna (2008) observaram fitotoxidez no início de brotações, nos cachos e folhas de videira, com a aplicação de calda bordalesa a 0,8%.

TABELA 4.1 – Área abaixo da curva para número médio de folhas e incidência de ferrugem da figueira nas safras avaliadas em função dos tratamentos., Curitiba, PR, 2014.

Tratamento	Safrá 2011/12		Safrá 2012/13		Safrá 2013/14	
	nº médio de folhas	Incidência	nº médio de folhas	Incidência	nº médio de folhas	Incidência
Testemunha	27,24 a	84,10 a	35,11 a	46,27 a	35,01 ab	60,49 a
Bimestral	28,51 a	87,08 a	35,59 a	48,42 a	31,48 b	50,95 b
Mensal	29,61 a	86,42 a	40,68 a	48,09 a	40,23 ab	47,18 b
Quinzenal	33,51 a	70,93 b	43,67 a	28,08 b	40,91 a	23,96 c
Semanal	25,79 a	54,75 c	42,72 a	16,76 c	35,86 ab	5,75 d

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5%.

4.3.2 Número de pústulas da ferrugem da figueira e tempo de vida de folhas de figueira

O número médio de pústulas em 2 cm² de área foliar foi menor nos tratamentos semanal e quinzenal, nas diferentes safras. O número máximo de pústulas foi observado na testemunha, atingindo valores de 106, 56 e 90 nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, respectivamente, onde houve maior variação no número de pústulas em cada safra avaliada.

Para o número de pústulas quantificadas anteriormente a queda da folha (FIGURA 4.2), o tratamento com as aplicações em intervalos semanais mostrou valores próximos de zero. Para o tratamento testemunha, o número médio de pústulas foi maior na primeira safra (2011/12), diminuindo ao longo das outras. Este fato pode ter ocorrido pela redução do inóculo inicial da ferrugem entre safras, visto que antes da primeira safra avaliada, no pomar não foram feitos tratamentos fitossanitários regulares para o controle da doença no pomar.

A maior quantidade de pústulas foi verificado nos tratamentos testemunha e bimestral nas safras 2011/12 e 2012/13 e testemunha na safra 2013/14. Os tratamentos semanal e quinzenal foram semelhantes nas três safras avaliadas, com menores valores encontrados de pústulas, indicando melhor controle da ferrugem.

Piva *et al.* (2009) observaram que com a realização da poda de inverno na primeira quinzena de julho, na região sudoeste do Paraná, a severidade da ferrugem nas folhas foi superior as das plantas podadas na primeira quinzena de agosto, isto provavelmente pode ter ocorrido devido ao efeito estimulante da poda no aceleração da brotação. Além disso o

aumento da temperatura do ar a partir de agosto e das maiores precipitações ocorridas durante o início da brotação e desenvolvimento inicial das mesmas (571,6 mm de agosto a outubro), meses que antecederam o início da epidemia o que pode ter contribuído para o aumento da severidade.

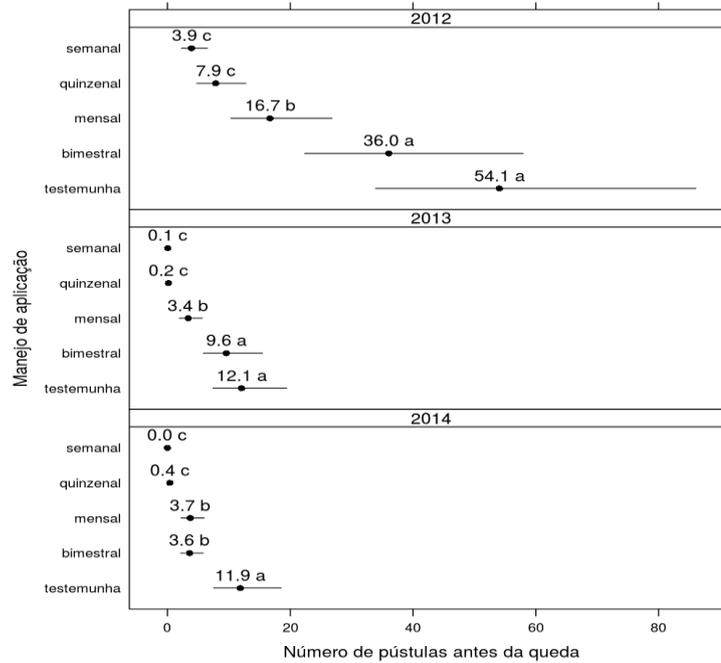


FIGURA 4.2 - Número médio de pústulas de *Cerotelium fici* em 2 cm² de área foliar antes da queda das folhas, em função dos tratamentos para cada safra. A análise foi feita sob a transformação da resposta por $y = \log(x+0.5)$. Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

Em Pinhais, região do presente estudo, as podas foram realizadas no final de julho, e os valores acumulados de precipitação nas três safras para os períodos compreendidos entre os meses de agosto a outubro foram de 448,6 mm, 257,6 mm e 305,6 mm, nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, respectivamente, mostrando uma variação na pluviosidade entre três anos de avaliação. Desta forma como observado por Piva *et al.* (2009) podas em julho, associadas a chuvas mais intensas entre agosto e outubro, podem favorecer epidemias de ferrugem como no caso do primeira safra, 2011/12. McKenzie (1986), na Nova Zelândia, verificou que com o aumento da precipitação para 373 mm, valor acima da média nos meses de dezembro e janeiro (162 mm), associado a temperaturas médias mais amenas (18,5 °C) favoreceu o desenvolvimento da ferrugem da figueira a campo, ocasionando maior desfolha nas plantas atacadas.

Para a estimativa de tempo de vida das folhas de figueiras (FIGURA 4.3), verificou-se que intervalos de aplicação quinzenal e mensal nas safras 2012/13 e 2013/14, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando maior tempo de vida das folhas nas

plantas. Na safra 2011/12, a aplicação quinzenal foi semelhante a mensal, e diferente estatisticamente dos demais tratamentos. A aplicação semanal, não diferiu estatisticamente nas três safras em relação às aplicações bimestral e sem aplicação. A queda precoce das folhas para o tratamento semanal, como foi dito anteriormente, pode ter sido influenciada pela fitotoxicidade, observada a campo, causada pela aplicação de calda bordalesa em menores tempos de intervalo. As diferenças entre os tratamentos foram mais evidentes nos anos em que as folhas permaneceram por mais tempo na planta (safra 2011/12 e 2012/13). Na terceira safra (2013/14) não se confirmou diferença entre tratamentos, isto pode ter ocorrido pelas altas temperaturas no período de 17 de janeiro a 12 de fevereiro de 2014, com média de 31,4 °C, 23,5 °C e de 17,9 °C para máxima, média e mínima, respectivamente, e uma distribuição irregular da precipitação acumulada (54,6 mm) neste período, favorecendo a queda de parte das folhas nos ramos das plantas, levando a uma desfolha precoce.

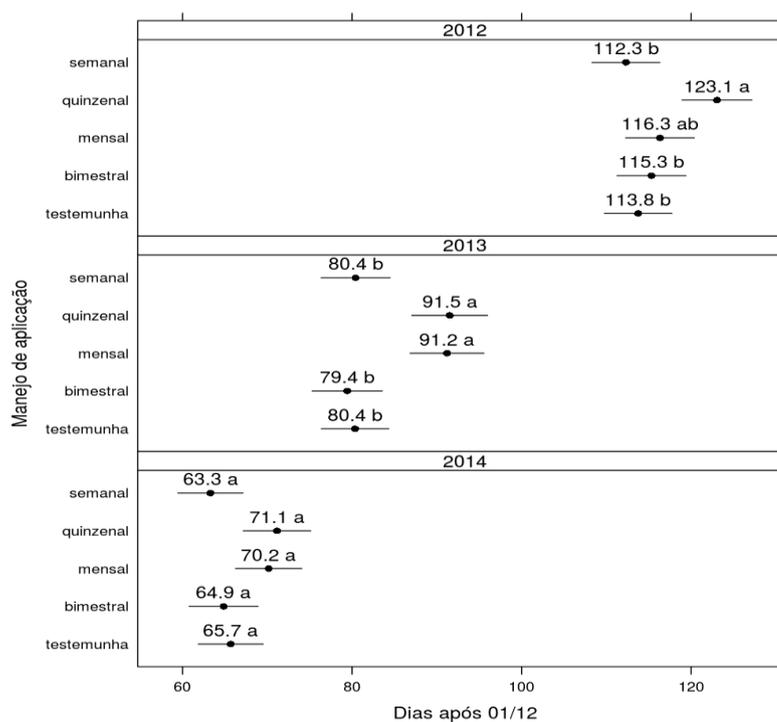


FIGURA 4.3 - Estimativa do tempo de vida de folhas com intervalo de confiança (95%) em função dos tratamentos para cada safra. Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

Simão (1998) cita que a figueira tolera temperaturas entre 35 a 40 °C, mas no período vegetativo requer chuvas frequentes e bem distribuídas. Em locais com precipitações irregulares, pequenas estiagens afetam o desenvolvimento das plantas, causando a queda das folhas, com prejuízos à produção, sendo neste caso, necessário o emprego da irrigação. Por

outro lado, a alta umidade pode predispor as frutas ao ataque de doenças bem como causar rachaduras nas frutas quando estas se encontram no estágio de maturação.

4.3.3 Produtividade da figueira

Comparando o peso médio de frutos em relação aos tratamentos não houve diferença estatística nas três safras avaliadas (FIGURA 4.5), mostrando que as plantas tratadas não se sobressaíram melhor que as plantas não tratadas. A única diferença para peso médio de frutos foi notada na safra 2013/14 onde o intervalo de aplicação semanal apresentou menor peso médio de fruto em relação aos demais tratamentos. Isto pode ter ocorrido devido à fitotoxicidade causada nas plantas pela aplicação de calda bordalesa. Para o tratamento testemunha, o peso de frutos não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos nas duas primeiras safras; ficando igual ao mensal e semelhante ao quinzenal na safra 2013/14 (FIGURA 4.5). O número médio de frutos por tratamento, não apresentou diferença entre os cinco tipos de manejos empregados nas três safras consecutivas.

De acordo com Piva *et al.* (2009) a época de poda pode influenciar no peso dos frutos; em seu trabalho avaliando diferentes épocas de poda da figueira verificou que, para nas condições avaliadas na região sudoeste do Paraná, a poda na primeira quinzena de julho propiciou uma maior produtividade de frutos por ramo e por planta, com peso médio de frutos de 44,72 g e uma produtividade de 3,65 Kg por planta. Para as plantas avaliadas no presente estudo, a maior produtividade média na safra 2011/12 foi da testemunha (4,7 Kg planta⁻¹) e para as safras 2012/13 e 2013/14 foi para o tratamento mensal (6,9 Kg e 6,7 Kg planta⁻¹, respectivamente) e as menores médias de produtividade por planta foram observadas nos tratamentos semanal e mensal na safra 2011/12 (1,6 Kg e 3,0 Kg planta⁻¹, respectivamente), testemunha, bimestral e semanal na safra 2012/13 (5,0 Kg, 5,2 Kg e 5,1 Kg planta⁻¹ respectivamente) e semanal e bimestral na última safra (3,1 Kg e 4,7 Kg planta⁻¹ respectivamente). Nienow *et al.*, (2006), trabalhando com cultivo protegido de figueira submetido a poda na primeira quinzena de agosto, verificou que a produtividade média foi de 11 kg planta⁻¹ em árvores mantidas com 12 ramos, onde os frutos apresentaram peso médio de 51,5 g.

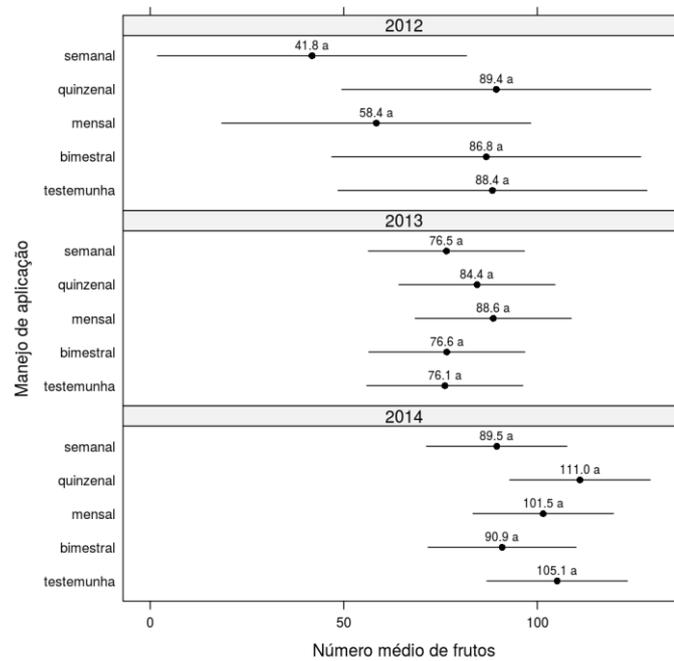


FIGURA 4.4 - Número médio de frutos por tratamentos para cada safra avaliada. Curitiba, PR, 2014. NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

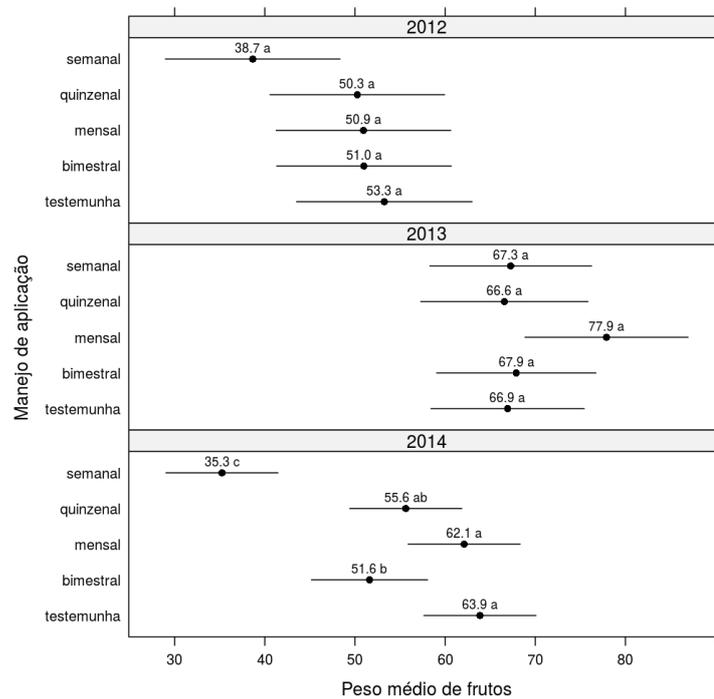


FIGURA 4.5 - Peso médio de frutos (g) em função dos tratamentos para cada safra. Curitiba, PR, 2014. NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

Nas condições deste estudo verificou-se que a desfolha causada pela ferrugem da figueira, não causou danos na produção de figos, ou seja, as plantas não tratadas com calda

bordalesa não apresentaram diferença estatística para peso e número de frutos em relação às plantas que receberam aplicação nos intervalos quinzenal e mensal. Isto demonstra que nas condições em que o experimento foi realizado, o controle inicial da ferrugem da figueira na primeira safra é importante para diminuir o inóculo inicial das safras seguintes, e que as aplicações realizadas em intervalos mais longos, em especial mensal, tem efeito de controle da epidemia da ferrugem dentro de uma safra, fato observado com a redução do número de pústulas e incidência da ferrugem nos valores observados ao longo dos três anos.

4.3.4 Análise de carboidratos em ramos de figueira e índice de área foliar

Houve diferença estatística entre ramos com a presença de gemas em relação a ramos com ausência de gemas (ANEXO 5). A análise de ramos em relação a aos tratamentos mostrou não haver diferença para ramos com gemas quando contrastados com os tratamentos.

Na safra 2011/12, os teores de carboidratos encontrados nos ramos de figueira sem gema (FIGURA 4.6), os tratamentos quinzenais e mensais foram semelhantes a testemunha, diferindo dos tratamentos semanal e bimestral que apresentaram menores valores.

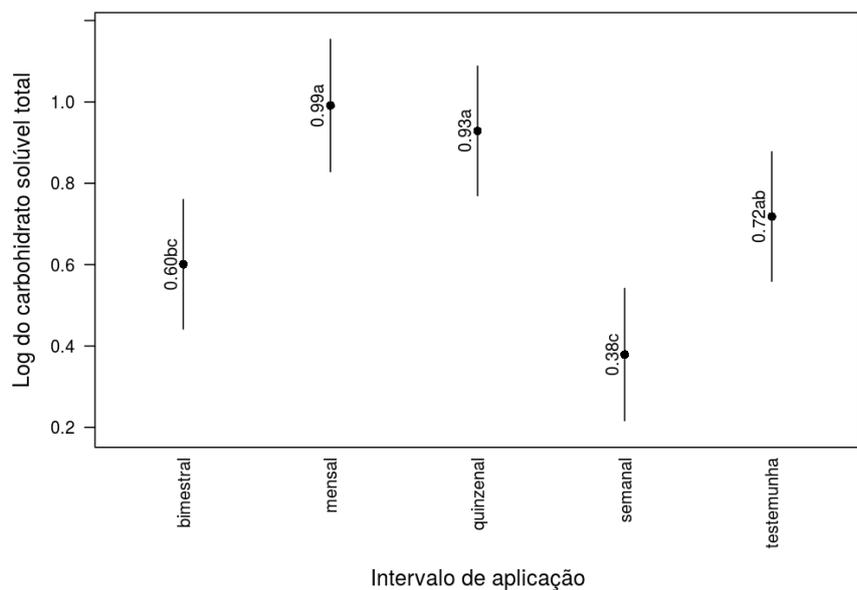


FIGURA 4.6 - Carboidratos solúveis totais em ramos de figueira sem gema, safra 2011/12. Curitiba, PR, 2013. NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

Na safra 2012/13, os teores de carboidratos em ramos de figueira sem gema não diferiram entre os tratamentos (FIGURA 4.7), mostrando não haver interferência dos

tratamentos no armazenamento de carboidratos. Apesar de não haver diferença estatística, a aplicação semanal, mostrou menor teor de carboidratos em ramos sem gemas.

Rodrigues *et al.* (2009), observaram em pessegueiro que os teores de carboidratos solúveis não foram influenciados pela intensidade da poda verde. De Araújo *et al.* 2008 observaram em pessegueiro que após a colheita dos frutos, ocorreu aumento na concentração de carboidratos em ramos, uma vez que os frutos, principais drenos, foram retirados das plantas. , isso também ocorreu para a concentração de carboidratos solúveis em raízes, as quais em períodos de frutificação apresentam maior fluxo de carboidratos, sendo os ramos e frutos o dreno (RODRIGO *et al.* 2009).

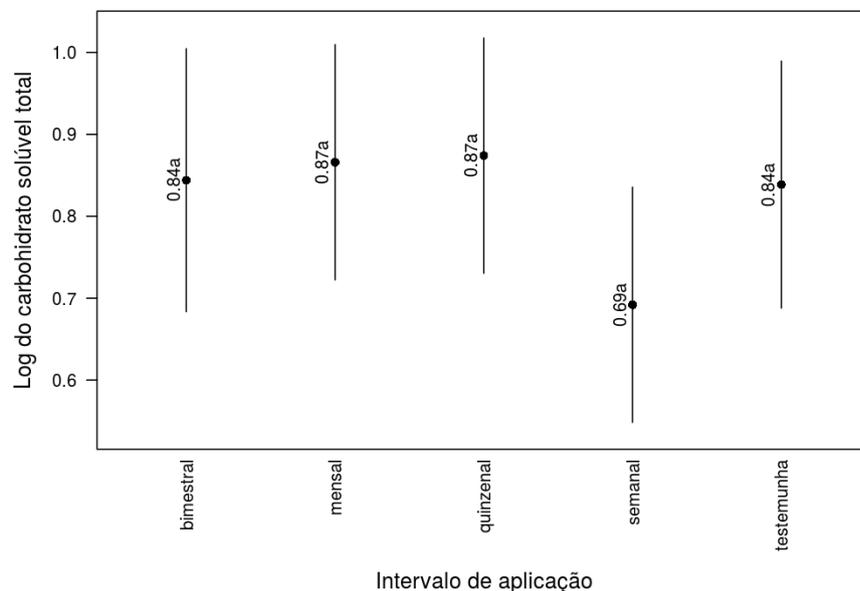


FIGURA 4.7 - Carboidratos solúveis totais em ramos de figueira sem gema, safrinha 2011/12. Curitiba, PR, 2014. NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5% de significância.

Para o índice de área foliar (FIGURA 4.8), dado coletado na última safrinha (2013/14), verificou-se que o tratamento quinzenal apresentou maior índice de área foliar, diferindo dos demais tratamentos. Os tratamentos bimestral e testemunha apresentaram os menores índices de área foliar, sendo estatisticamente semelhantes entre si. Com isso verifica-se que a aplicação de calda bordalesa em intervalos quinzenais, favorece o aumento da área foliar das plantas. A queda de folhas propiciou uma área foliar menor nos tratamentos testemunha e bimestral. Os intervalos de aplicação de calda bordalesa semanal e mensal apresentaram valores intermediários de área foliar, ficando acima da testemunha, sendo estatisticamente semelhante a todos os tratamentos. Para a figueira observou ao longo das avaliações na safrinha 2013/14, o aumento da área foliar para todas as plantas, confirmando o que foi visto por

Albuquerque *et al.* (1997) onde o índice de área foliar em feijoeiro aumentou na mesma medida que houve aumento da evapotranspiração da planta, mostrando maior atividade do metabolismo da planta, principalmente no fim do ciclo da planta.

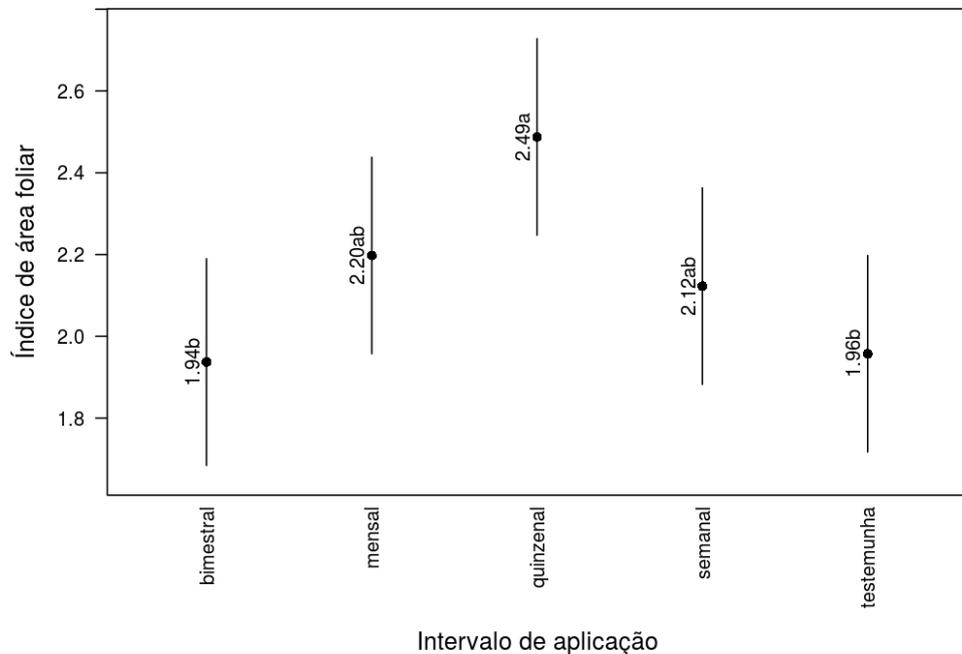


FIGURA 4.8 - Valores médios para o índice de área foliar de plantas de figueira em função dos tratamentos. Curitiba, PR, 2014.

NOTA: Ponto representa à estimativa

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si à 5%.

4.4 CONCLUSÃO

O número de pústulas e incidência da ferrugem da figueira diminui ao longo das safras avaliadas.

Nas condições estudadas foi possível gerar um gradiente de ferrugem da figueira a campo, com maior incidência e número de pústulas nas plantas não tratadas em relação as plantas tratadas.

O tratamento com aplicação semanal de calda bordalesa causa fitotoxicidade nas folhas da figueira, apesar de não alterar a produtividade.

Nas condições estudadas, ao longo de três safras consecutivas, não se verificou interferência da doença no número e peso dos frutos.

Não houve relação entre o número e peso de frutos de figo.

Não houve diferença para peso e número de frutos em relação aos diferentes tratamentos.

O controle da ferrugem não influenciou nos teores de carboidratos solúveis totais entre a testemunha e os demais tratamentos.

Aplicações quinzenais de fungicida cúprico promovem melhor enfolhamento do que em plantas sem nenhuma aplicação.

REFERÊNCIAS

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. **Legislação de agrotóxicos** Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15/07/2014

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANTONIO EVALDO KLAR, A. E.; GOMÍDE, R. L. Estimation of maximum evapotranspiration in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a function of the leaf area index and class "a" pan evaporation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v. 5. n. 2. p. 183-187. 1997.

BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: MANUAL de Fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 1, p. 479-491.

CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M.; CASTRO, H. A.; CARVALHO, V. D. Influencia da produção na incidência da ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 16, p. 401-405, 1996.

DE ARAÚJO, J. P. C.; RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J. A.; PIO, R. Influência da poda de renovação e controle da ferrugem nas reservas de carboidratos e produção de pessegueiro precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 331-335, 2008.

DUBOIS, M. K.; GILLES, A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances **Analytical Chemistry** v.28, p.350-356, 1956.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A. M. Doenças da figueira In: MANUAL de Fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 351-354

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1996. v. 56.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Dados Climáticos**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 15/07/2014.

MAZARO, S. M.; MANGNABOSCO, M. C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; GOUVEA, A. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa,

sulfocálcica e biofertilizante supermagro. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3285-3294, 2013.

MCKENZIE, E. H. C. New plant disease record in New Zealand: fig rust (*Cerotelium fici*) on *Ficus carica*. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 707-710, 1986.

MEDEIROS, A. R. M. **Figueira (*Ficus carica* L.) do plantio ao processamento caseiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. (Circular técnica, n. 35).

NIENOW, A. A.; CHAVES, A.; LAJÚS, C. R.; CALVETE, E. O. Produção da figueira em ambiente protegido submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 421-424, 2006.

PEREIRA, F. M., KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. esp. E, p. 92-108, 2011.

PERUCHI, L. A. ; BRUNA E. D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2413-2418, 2008.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; DALL'ORTO, F. A. C.; BARBOSA, W. O cultivo da figueira (*Ficus carica*L.). **Campo & Negócio**, Uberlândia, p. 62-63, 2007.

PIVA, A. L.; MEZZALIRA, E. J.; CASSOL, D. A.; ALEGRETTI, A. L.; PAULUS, D.; WAGNER JÚNIOR, A.; CONCEIÇÃO, P. C.; NAVA, G. A. Influência da época de poda, do desbaste de ramos e do tipo de cobertura de solo de inverno sobre os componentes de rendimento, incidência de lagartas e ferrugem na cultura do figo. **Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária - Ciências Agrárias, Animais e Florestais**, Dois Vizinhos, 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br>>. Acesso em: 23/07/2014

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

RODRIGUES, A.; ARAUJO, J.P.C.; GIRARDI, E. A.; SCARPARE FILHO, J.A. Desenvolvimento do pessegueiro 'Flordaprince' sob duas intensidades de poda verde. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.673-679, 2009.

SECRETÁRIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ (SEAB).
Agrotóxicos no Paraná. Disponível em:
<<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>. Acesso em: 15/07/2014.

SOUZA, O. P.; MELO, B.; MANCIN, C. A. **Cultura da figueira.** Disponível em:
<<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/figo.html>>. Acesso em: 25/07/2014.

TENG, P. S. **Crop loss assessment in rice** International Rice Research Institute p. 19,
Phillippines, 1990.

VALE, X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo
de doenças de plantas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004.

YRUELA, I. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 1,
p. 145-156, 2005.

YRUELA, I. Copper in plants: acquisition, transport and interactions **Functional Plant
Biology**, Victoria, v. 36, p. 409-430, 2009.

ZADOKS, J. C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory.
Annual Review Phytopathology, Palo Alto, v. 23, p. 455-473, 1985.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

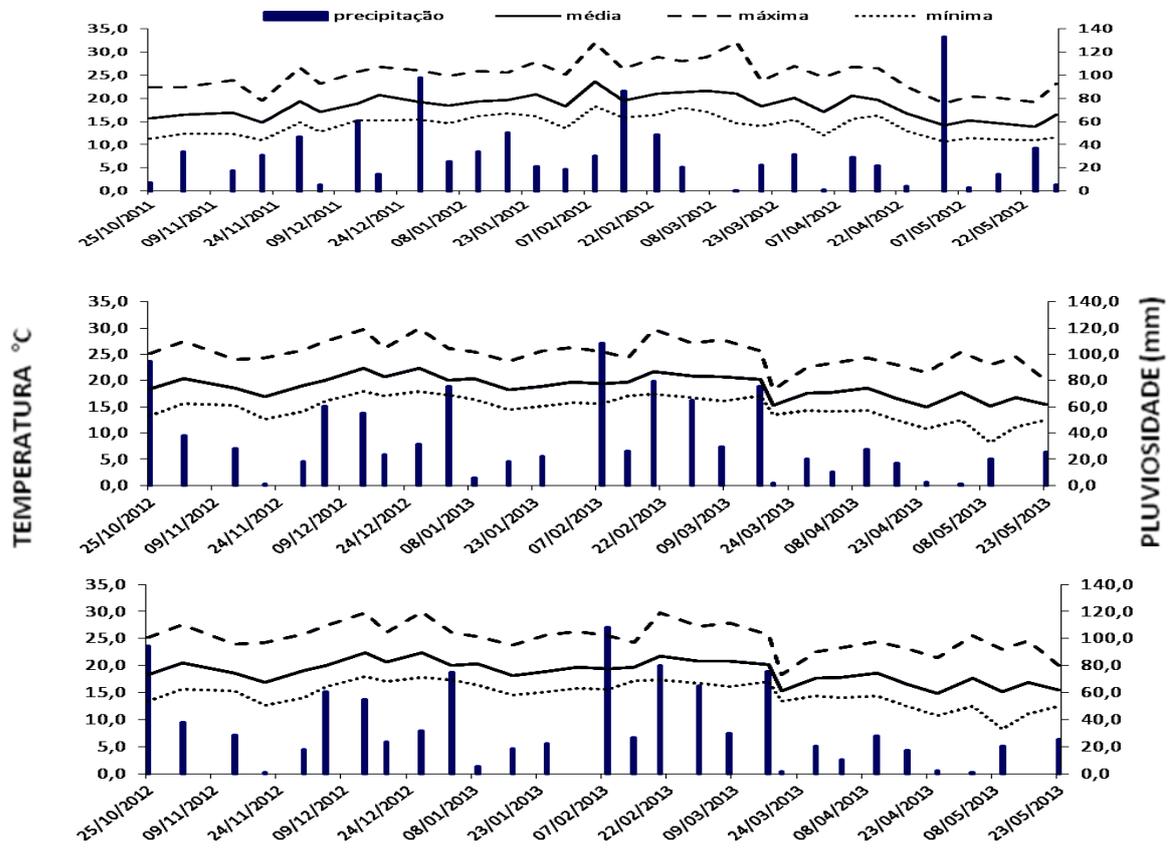
Neste trabalho a germinação de *Cerotelium fici*, apresentou valores baixos (19%), quando comparado a outras ferrugens, para próximos trabalhos realizados com este patógeno, sugerem-se avaliações em períodos maiores que 24 horas.

Os dados coletados para produtividade da figueira nesta trabalho mostram que os diferentes intervalos de aplicação de fungicida cúprico realizados a campo, não influenciaram o peso e número de frutos, a testemunha apresentou valores iguais em relação às plantas que receberam as aplicações de calda bordalesa, sugerindo assim que a ferrugem da figueira não causou danos na produção.

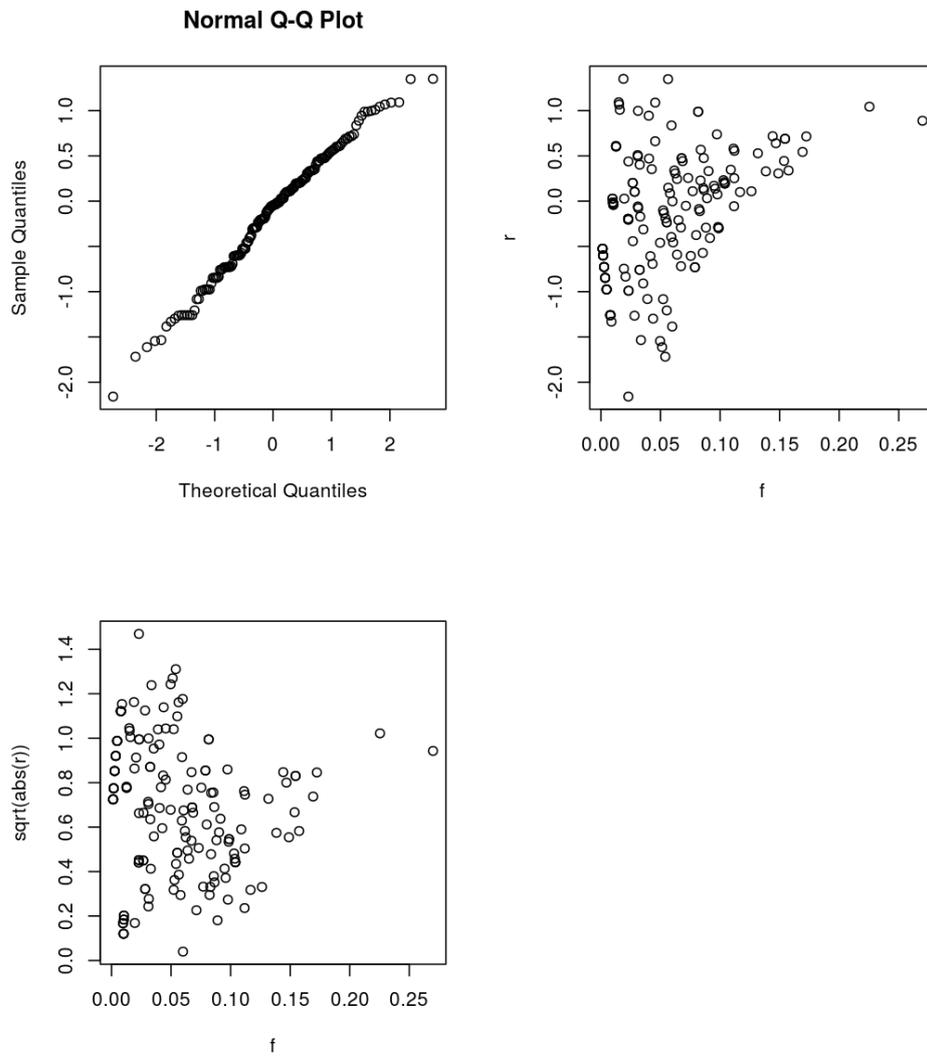
ANEXOS

ANEXO 1 -	DADOS CLIMÁTICOS (TEMPERATURAS MÍNIMA, MEDIA, MÁXIMA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA) OBTIDOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SIMEPAR, PINHAIS –PR 2014.....	69
ANEXO 2 -	RESÍDUOS REFERENTES À ANÁLISE DO MODELO ESTATÍSTICO PARA GERMINAÇÃO DE <i>Cerotelim fici</i> CURITIBA, PR, 2014.....	70
ANEXO 3 -	QUADRO DE TESTES DE WALD PARA OS TERMOS DE EFEITO FIXO DO MODELO PARA O TEMPO ATÉ O APARECIMENTO DE PÚSTULAS EM FOLHAS DESTACADAS. CURITIBA, PR, 2013.....	71
ANEXO 4 -	QUADRO DE TESTES DE WALD PARA OS TERMOS DE EFEITO FIXO DO MODELO PARA O TEMPO ATÉ O APARECIMENTO DE PÚSTULAS EM PLANTAS. CURITIBA, PR, 2013.....	71
ANEXO 5-	COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DE RAMOS DE FIGUEIRA COM PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE GEMAS, TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. CURITIBA, PR, 2013.....	71

ANEXO 1 - DADOS CLIMÁTICOS (TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA, MÁXIMA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)) OBTIDOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SIMEPAR, PINHAIS-PR 2014



ANEXO 2 - RESÍDUOS REFERENTES À ANÁLISE DO MODELO ESTATÍSTICO PARA GERMINAÇÃO DE *Cerotelium fici*. CURITIBA, PR, 2014



ANEXO 3 - QUADRO DE TESTES DE WALD PARA OS TERMOS DE EFEITO FIXO DO MODELO PARA O TEMPO ATÉ O APARECIMENTO DE PÚSTULAS EM FOLHAS DESTACADAS. CURITIBA, PR, 2013.

FV	GL	Chi-quadrado	Pr (>chi)
Bloco	1	0,72	0.3952
temperatura	7	161,07	0,0000

ANEXO 4 - QUADRO DE TESTES DE WALD PARA OS TERMOS DE EFEITO FIXO DO MODELO PARA O TEMPO ATÉ O APARECIMENTO DE PÚSTULAS EM PLANTAS. CURITIBA, PR, 2013.

FV	GL	Chi- quadrado	Pr (>chi)
Bloco	1	8,15	0,0043
Temperatura	1	149,3	0,0000
I(temp) ²	1	159,78	0,0000

ANEXO 5 – COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DE RAMOS DE FIGUEIRA COM PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE GEMAS, TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. CURITIBA, PR, 2013.

Ramos	Carboidratos solúveis totais
Presença de gema	0,86 a
Ausência de gema	0,74 b