**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Resistência de cultivares de caquizeiros à cercosporiose
(*Pseudocercospora kaki*) e o efeito da doença na fisiologia da planta**

Thaís Silvestre Sanches Antichera

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2019**

Thaís Silvestre Sanches Antichera
Engenheira Agrônoma

**Resistência de cultivares de caquizeiros à cercosporiose (*Pseudocercospora kaki*) e o
efeito da doença na fisiologia da planta**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **MARCEL BELLATO SPÓSITO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2019

RESUMO

Resistência de cultivares de caquizeiros à cercosporiose (*Pseudocercospora kaki*) e o efeito da doença na fisiologia da planta

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma planta caducifólia pertencente à família Ebenaceae, tendo como centro de origem a região central da China. Entre os estados brasileiros, São Paulo é o que apresenta maior produção de caquis com 49.727 t. A cercosporiose (*Pseudocercospora kaki*), também conhecida como mancha angular, é a principal doença foliar da cultura. Alguns autores atribuem à cercosporiose a queda precoce de folhas, maturação antecipada dos frutos e a redução da produção na safra seguinte. Entretanto, não existem trabalhos com o patossistema *P. kaki* – *D. kaki* que deem suporte a essas pressuposições. Diante disso, os objetivos desse trabalho foram comparar a susceptibilidade de quatro cultivares de caquizeiro e avaliar o efeito da cercosporiose na fisiologia da planta. Os experimentos foram conduzidos em condições naturais de campo, com as cultivares Fuyu, Rama Forte, Taubaté e Giombo, por serem as mais cultivadas no estado de São Paulo. Nos experimentos desenvolvidos buscou-se conhecer o grau de resistência das quatro cultivares à cercosporiose, avaliando a incidência, severidade e queda de folhas ao longo de dois ciclos de cultivo, assim como avaliar o controle químico na redução da doença em cvs. Taubaté e Rama Forte e, conseqüentemente, no acúmulo de reservas na raiz e na qualidade dos frutos colhidos. Foram avaliadas também os danos na fotossíntese em folhas das quatro cultivares com diferentes intensidades de cercosporiose. Como resultados pode-se constatar, que a cv. Fuyu é a mais susceptível à cercosporiose, seguida com resistência média ‘Giombo’ e ‘Rama Forte’ e com maior resistência a cv. Taubaté. A intensidade da cercosporiose, para severidades da doença de até 7 % não influencia na queda de folhas. O controle químico reduziu a intensidade de doença nas cvs. Taubaté e Rama Forte, entretanto, entre as intensidades de cercosporiose avaliadas em plantas tratadas e não tratadas, não há redução no acúmulo de reservas no sistema radicular, assim como na qualidade físico-química dos frutos colhidos. Mesmo a cercosporiose afetando a fotossíntese, no processo fotoquímico, tanto na área lesionada como na área adjacente à lesão, a intensidade da doença observada no campo não foi suficiente para causar redução da produção à cultura.

Palavras-chave: Mancha foliar; Caqui, suscetibilidade; Acúmulo de reserva; Fotossíntese

ABSTRACT

Resistance of persimmon cultivars to angular leaf spot disease (*Pseudocercospora kaki*) and the effect of the disease on plant physiology

The persimmon (*Diospyros kaki* L.) is a deciduous plant of the botanical family Ebenaceae, native to central China. Among the Brazilian states, São Paulo has the highest production of persimmon with 49,727 ton/year. The angular leaf spot of persimmon (*Pseudocercospora kaki*), also known as cercosporiosis, is the main leaf disease of the crop. Some authors attribute to the cercosporiosis the premature defoliation, early maturation of the fruits and the reduction of the yield in the next crop cycle. However, there are no previous studies with the *Pseudocercospora kaki* pathosystem that support these hypotheses. Therefore, the objectives of this study were to compare the susceptibility of four persimmon cultivars and evaluate the effect of angular leaf spot on plant physiology. A field experiment was conducted with Fuyu, Rama Forte, Taubaté and Giombo cultivars, the four most cultivated in the state of São Paulo. The degree of resistance to cercosporiosis was determined by the incidence and severity of the disease and by defoliation of the plants in two crop cycles. Chemical spraying for the disease reduction was also evaluated in cvs. Taubaté and Rama Forte. The reduction of the carbohydrate reserve accumulation in the roots and the quality of the fruits harvested were tested. The photosynthesis reduction was also evaluated in leaves of the four cultivars with different intensities of cercosporiosis. The Fuyu cultivar was the most susceptible to cercosporiosis, followed by moderate resistance of 'Giombo' and 'Rama Forte' and high resistance of cv. Taubaté. The intensity of cercosporiosis, for disease severity up to 7% does not influence leaf drop. Though the chemical control reduced the disease intensity in cvs. Taubaté and Rama Forte, treated and untreated plants showed no differences in the reserves accumulation in the roots, as well as in the physicochemical quality of the harvested fruits. Even though cercosporiosis affects photosynthesis in the photochemical process on both the necrotic and remaining green leaf area, the intensity of the disease observed in the field was not enough to cause yield reduction to the culture.

Keywords: Leaf spot; Persimmon; Susceptibility; Reserve accumulation; Photosynthesis

1. INTRODUÇÃO

O caquizeiro foi introduzido no Brasil no final do século XIX, no estado de São Paulo, com a chegada dos imigrantes japoneses. O caquizeiro adaptou-se às condições climáticas das regiões Sudeste e Sul do Brasil, apresentando alta produtividade e, devido a sua rusticidade, com poucos problemas fitossanitários (Martins & Pereira, 1989). A produção de caqui no Brasil se concentra nas regiões Sul e Sudeste, responsáveis por 30% e 65% da produção nacional, respectivamente (Sato & Assunção, 2002). Entre os estados brasileiros, São Paulo é o estado com maior produção de caquis com 49.727 t, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul (41.711 t), Rio de Janeiro (11.107 t) e Minas Gerais (5.389 t) (IBGE, 2017).

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) pertencente à família Ebenaceae, tem como centro de origem a região central da China. O caquizeiro possui hábito caducifólio e necessita para completar seu ciclo anual, um período de repouso hibernar. As cultivares de caquizeiros são separadas em três grupos, de acordo com as características físico-químicas e propriedades organolépticas relacionadas à presença ou ausência de adstringência em seus frutos (Sato & Assunção, 2002). São os grupos: taninosos ou Sibugaki, não taninosos ou Amagaki e variáveis (Martins & Pereira, 1989).

O caquizeiro é uma planta adaptada a regiões com ampla gama de temperaturas e regimes de umidade, incluindo ambientes propensos à seca. O caquizeiro necessita de temperaturas baixas para quebrar a dormência de suas gemas após o período hibernar, entretanto, após a brotação, o caquizeiro é mais resistente a temperaturas elevadas do que outras fruteiras decíduas, tolerando temperaturas de até 50 °C (Kobayashi, 1960), sendo a temperatura ótima da folha para a atividade fotossintética de 20 °C (Amano et al., 1972).

As plantas de caquizeiros atingem o máximo de fotossíntese aos 85 dias após a brotação das gemas, reduzindo lentamente até os 50 dias antes da abscisão, quando então, declina rapidamente durante a senescência. O declínio na atividade fotossintética do final da estação pode ser devido, em partes, a baixa irradiância, queda de temperatura, idade da folha, senescência, ou a redução do teor de nitrogênio nas folhas. Em clima subtropical, a irradiância e condições de temperaturas após a colheita são suficientes para manter a atividade fotossintética elevada em caquizeiros ($8-12 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) até o período de senescência (Mowat & George, 1994).

Pelo processo da fotossíntese há a formação de carboidratos. Nesse processo, a planta concentra energia em ligações químicas, com acúmulo de carbono, originando carboidratos monossacarídeos. O amido é o principal e mais abundante carboidrato de reserva nas plantas. A

sacarose, durante o dia, flui continuamente do citosol da folha para os tecidos-drenos, enquanto o amido se acumula nos cloroplastos. Em períodos de escuro, além de cessar a assimilação de CO₂, ocorre a degradação do amido nas folhas e seu nível de conteúdo cai nos cloroplastos a fim de sustentar no citosol a exportação de sacarose para outros órgãos (Taiz et al., 2017).

Em espécies lenhosas caducifólias, o armazenamento de carboidratos possui uma grande importância durante o período de dormência da planta, onde os órgãos de armazenamento mantêm os seus níveis de carboidratos de reserva elevados durante vários meses (Wardlaw, 1990).

O caquizeiro apresenta poucos problemas fitossanitários, podendo ser considerado uma planta rústica, que necessita de poucos tratamentos no controle de doenças. Entre as doenças fúngicas que causam danos em caquizeiros estão a antracnose em frutos na pré e pós-colheita (*Colletotrichum gloeosporioides*), a podridão das raízes (*Rosellinia necatrix*), o mofo cinzento em frutos na pós-colheita (*Botrytis cinerea*), o declínio dos frutos em pré e pós-colheita (*Alternaria alternata*) e a cercosporiose, principal doença foliar do caquizeiro (Bassanezi et al, 2016).

A cercosporiose do caquizeiro, também conhecida como mancha angular do caquizeiro, é uma doença foliar que tem como agente causal o fungo *Pseudocercospora kaki* (Bassanezi et al., 2016). A cercosporiose está presente em países produtores como o Japão, Austrália, Estados Unidos e Brasil (Biasi, 2009).

A cercosporiose apresenta sintomas somente em folhas, com manchas delimitadas pelas nervuras, tomando um aspecto angular. As lesões se expressam nas duas faces da folha e podem ter de 1 a 8 mm de tamanho, com coloração escura, pardo-avermelhada, com bordos pretos bem definidos. Com o incremento da doença pode ocorrer a redução na fotossíntese devido a destruição da área foliar e consequentemente levar a antecipação da queda das folhas (Bedendo, 2018). A queda das folhas é caracterizada por um novo período de consumo de amido, tanto nas raízes como nos ramos do caquizeiro (Corsato et al., 2008).

Patógenos de variados grupos como fungos, bactérias e vírus, que apresentam distintas relações tróficas, podem alterar a taxa de fixação de CO₂ de plantas infectadas (Erickson et al., 2003). A redução da fotossíntese, nesses casos, é diretamente proporcional ao aumento da severidade (Bassanezi et al., 2001).

Entretanto, a taxa fotossintética também é reduzida no tecido verde, aparentemente sadio, ao redor das lesões, o que é chamado de lesão virtual (Bastiaans, 1991). Para definir o tipo de efeito causado pelo patógeno, Bastiaans (1991) estabeleceu a função matemática $P_x / P_o = (1 - x)^\beta$ que relaciona severidade da doença (x) e taxa fotossintética líquida relativa da folha (P_x / P_o),

onde P_x é a fotossíntese líquida da folha com severidade de doença x e P_o é a fotossíntese líquida média de folhas saudáveis. O parâmetro β representa a razão da lesão virtual (área foliar em que a fotossíntese é nula) pela lesão visual (área foliar com sintomas visíveis ou severidade). Valores de β significativamente maiores que 1 demonstram que o patógeno reduz a taxa fotossintética no tecido verde remanescente ao redor das lesões.

Diante disso, os objetivos desse trabalho foram comparar a susceptibilidade de quatro cultivares de caqui e avaliar o efeito da cercosporiose na fisiologia da planta.

2. CONCLUSÃO

O caquizeiro é uma planta rústica que apresenta poucos problemas de doenças. A mais comum em pomares paulistas é a cercosporiose, que causa sintomas em folhas e leva a sua queda precoce. Supunha-se que a queda precoce de folhas pudesse reduzir o acúmulo de reservas da planta no sistema radicular e com isso reduzir a produção na safra seguinte. Com os resultados do projeto desenvolvido, pode-se obter maiores informações sobre esse patossistema pouco estudado.

Pelas curvas de progresso da doença, pode-se observar que a cv. Fuyu foi a mais suscetível apresentando maior incidência de folhas sintomáticas e maior severidade (% área lesionada) em comparação as cvs. Rama Forte, Giombo e Taubaté. A cv. Taubaté foi a mais resistente entre as cultivares avaliadas. Contudo, para a intensidade de doença observada no campo, tanto na cv. Taubaté quanto na cv. Rama Forte, o acúmulo de amido no sistema radicular ao longo de dois ciclos de avaliação não foi reduzido pela incidência de folhas sintomáticas ou severidade da doença, assim como pela precocidade na queda de folhas em plantas não tratadas para a doença.

A doença afeta o aparato fotossintético de folhas de caquizeiros reduzindo a taxa fotossintética com o aumento da severidade da doença. Além da lesão aparente foi possível medir a lesão virtual a qual mostrou possuir um valor mais elevado em relação a outros patossistemas.

REFERÊNCIAS

- Amano S, Hino A, Daito H, Kuraoka T, 1972. I. Studies on the Photosynthetic Activity in Several Kinds of Fruit Trees. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 41(2), 144-150.
- Bassanezi RB, Amorim L, Bergamin Filho A, Hau B, Berger RD, 2001. Accounting for photosynthetic efficiency of bean leaves with rust, angular leaf spot and anthracnose to assess crop damage. *Plant Pathology* 50, 443-452.
- Bassanezi RB, Amorim L, Malvas CC, May - De Mio LL, 2016. Doenças do Caquizeiro. In: Amorim L, Bergamin Filho A, Camargo LEA, & Resende JAM, *Manual de Fitopatologia, vol. 2. Doenças de Plantas Cultivadas*. 5a Ed., 243-249.
- Bastiaans L, 1991. Ratio between virtual and visual lesion size as a measure to describe reduction in leaf photosynthesis of rice due to leaf blast. *Phytopathology* 81, 611-615.
- Bedendo IP, 2018. Manchas Foliares In: Amorim L, Bergamin Filho A & Resende JAM, *Manual de Fitopatologia, vol. 1. Princípios e conceitos*. 5a Ed., 339-344.
- Biasi LA, Curitiba-PR UFPR, 2009. Cultura do Caquizeiro. II Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais, Ponta Grossa.
- Corsato CE., Scarpate Filho, JA., & Sales, ECJD, 2008. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caquizeiro em clima tropical. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(2), 414-418.
- Erickson JE, Stanosz GR, Kruger EL, 2003. Photosynthetic consequences of Marssonina leaf spot differ between two poplar hybrids. *New Phytologist* 161, 577-583.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>. Acesso em: 16 junho 2017.
- Kobayashi A, 1960. Studies on thermal conditions for grapes. I. Effects of night temperatures on the growth and respiration of several fruit trees including grapes. 24.
- Martins FP, Pereira FM, 1989. Cultura Do Caquizeiro. Jaboticabal: Funep. 71.
- Mowat AD, George AP, 1994. Persimmon. In: Schaffer B, Anderssen PC. *Handbook of environmental physiology of fruit crops*, v. 1, 209-232.
- Sato GS, Assumpção RD, 2002. Mapeamento e análise da produção do caqui no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, 32(6), 47-54.
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A, 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. *Artmed Editora*.

Wardlaw Ian F, 1990. Tansley Review No. 27. The control of carbon partitioning in plants. *New phytologist* 116(3), 341-381.