

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

MARCELA OLIVETTI FERRETTI

**Relação da severidade e localização de sintomas de mancha preta
dos citros com a queda prematura de frutos**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

Coorientador: Dr. Franklin Behlau

Araraquara
Julho-2013

MARCELA OLIVETTI FERRETTI

**Relação da severidade e localização de sintomas de mancha preta
dos citros com a queda prematura de frutos**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

Coorientador: Dr. Franklin Behlau

Araraquara
Julho-2013

MARCELA OLIVETTI FERRETTI**Relação da severidade e localização de sintomas de mancha preta dos citros com a queda prematura de frutos**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Araraquara, 30 de julho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geraldo José da Silva Junior (orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara, SP

Prof. Dr. Franklin Behlau (Co-orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara, SP

Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP

DEDICATÓRIA

“Àquele que é poderoso para fazer infinitamente mais do que tudo quanto pedimos ou pensamos, conforme seu poder que opera em nós. Á Deus seja a glória... em Cristo Jesus, para todo sempre. Amém”.

Efésios. 3.20,21 (NVI)

Também quero dedicar este trabalho à citricultura, que ao redor do mundo demanda geração de novas tecnologias para enfrentar os desafios em fitossanidade que a acometem.

Um brinde! (Saúde!)

AGRADECIMENTOS

Tenho coração grato:

- ✓ Ao amigo Antonio Ricardo Violante, que me deu a oportunidade e o incentivo para ingressar no curso quando ainda trabalhávamos juntos na Sucocítrico Cutrale Ltda. Valeu, Viola!
- ✓ À Patrícia Guerra e ao Marino Surani, que permitiram minha ausência das lavouras de HF às sextas-feiras durante o período que trabalhei para a BASF S. A., para que eu pudesse assistir às aulas.
- ✓ À Giovana Marinzeck, citricultora e aluna especial do mestrado que, apesar de sua graduação na área da saúde, se empenhou em aprender sobre fitossanidade, abrindo a mente para receber informações que possa levar como extensão ao campo para tornar nossa agricultura brasileira mais técnica e competitiva. Além disso, me deu muita carona até o FUNDECITRUS. Não esqueço!
- ✓ Aos companheiros de classe, pelo espírito de equipe como agrônomos experientes que compartilharam seus conhecimentos e enriqueceram as aulas, pela companhia nos almoços e pela maravilhosa festa de confraternização que fizemos juntos.
- ✓ Aos docentes, pesquisadores importantes da nossa citricultura, que dedicaram tempo em transmitir novas informações e técnicas aos alunos, e também pela compreensão que demonstraram nos meus dias limitados pelas crises de enxaqueca.
- ✓ Ao Franklin, meu co-orientador, que partilhou de minhas labutas do começo a fim, e à Tamiris, minha ajudante de guerra, um “pé-de-boi” no serviço. Obrigada a vocês por toda ajuda no trabalho e pelo incentivo que me davam dizendo “vai dar tudo certo!”.
- ✓ Ao prof. Barbosa (UNESP-Jaboticabal) pela enorme ajuda que me deu ao esclarecer minhas dúvidas de estatística aplicada à experimentação agrícola; e à Amanda, quase uma biblioteconomista, por toda atenção dispensada para que este trabalho fosse padronizado e apresentável.
- ✓ Ao Geraldo, meu orientador, por elencar a possibilidade do trabalho com MPC, pois como também dizia o prof. André Paradela (UNIPINHAL): eu amo fungo! E

também ao biólogo Dênis, que foi companheiro em dias de sol a pino, me ajudando nas avaliações a campo. Obrigada, gente!

- ✓ Ao Marcel (ESALQ/USP), que dedicou seu tempo debandando do vinho e voltando para o suco de laranja por algumas horas para fazer parte da banca da minha defesa. Não poderia ser outro!
- ✓ Ao Lemão, agrônomo da citricultura, amigo e maridão agora, não só porque me incentivou a “agarrar firme” no mestrado e me dedicar à dissertação, mas porque acredita na minha capacidade, no meu trabalho. Amo!
- ✓ Ao tempo, porque me deu tempo.
- ✓ E certamente a Deus, ao qual por vezes orei pedindo e agora oro agradecendo:

Deus amado, obrigada por suas obras em minha vida; vão além da minha capacidade, além da minha fé. Suas bênçãos são incontáveis no meu viver de quase 30 anos. Além do perdão de meus pecados redimidos na cruz através da vida de teu filho Jesus e a certeza da vida eterna contigo pela Sua ressurreição, o Senhor tem feito ainda muito mais na minha caminhada - nos detalhes e nas grandezas. Quero te agradecer pela minha profissão; o Senhor esteve comigo no Técnico em Pecuária, cuidou de mim na Engenharia Agrônômica, me restaurou na Especialização em Proteção de Plantas, e acaba de me abençoar mais uma vez me tornando Mestre em Fitossanidade. Obrigada por permitir que eu faça o que amo!

Eu te louvo e te agradeço, em nome de Jesus. Amém!

EPÍGRAFE

“Prepara-se o cavalo para o dia da batalha, mas o Senhor é quem dá a vitória.”

Salomão, filho de Davi, rei de Israel

(Provérbios 21. 31 - NVI)

Relação da severidade e localização de sintomas de mancha preta dos citros com a queda prematura de frutos

Autora: Marcela Olivetti Ferretti
Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior
Co-orientador: Dr. Franklin Behlau

RESUMO

A mancha preta dos citros (MPC), causada por *Phyllosticta citricarpa*, é caracterizada pela formação de diferentes tipos de sintomas em frutos cítricos. Os sintomas podem ocorrer em diferentes posições e intensidades, ocasionando a queda prematura dos frutos. Com o objetivo de verificar o efeito da localização e da severidade dos sintomas sobre a predisposição dos frutos com MPC à queda, quatro pomares de laranja 'Pera' e dois pomares de 'Valência' foram avaliados quanto à distância linear mínima (cm) entre o pedúnculo e os sintomas da MPC, severidade de sintomas (% de área lesionada) e força necessária para remoção do fruto (kgf). Análises de correlação foram feitas para determinar a influência entre essas variáveis. Foram encontradas correlações negativas e significativas ($p < 0,05$) entre distância e severidade e entre força e severidade em todos os pomares de laranja 'Pera', nos quais também foram constatadas correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre força e distância. Nos pomares de laranja 'Valência' houve correlações negativas entre distância e severidade, significativas a $p < 0,05$ em Mogi Guaçu 1 e a $p < 0,01$ em Mogi Guaçu 2, sendo que em ambos os pomares encontrou-se correlações negativas e significativas ($p < 0,05$) entre força e severidade. Correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre força e distância também foram obtidas para esses pomares. Testes de paralelismo e coincidência entre retas revelaram que, de forma geral, as retas que relacionam as variáveis estudadas apresentaram magnitudes similares entre os diferentes talhões avaliados para cada variedade. Concluiu-se que tanto a proximidade das lesões ao pedúnculo, quanto a severidade de sintomas estão relacionadas com a queda prematura de frutos afetados pela MPC.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; laranja; *Guignardia citricarpa*; doença fúngica; danos e perdas.

Relationship between disease severity and location of citrus back spot symptoms on premature fruit drop

Author: Marcela Olivetti Ferretti
Adviser: Dr. Geraldo José da Silva Junior
Co-adviser: Dr. Franklin Behlau

ABSTRACT

Citrus black spot (CBS), caused by *Phyllosticta citricarpa*, is characterized by the formation of different symptom types on citrus fruits, which eventually lead to premature drop. Position of CBS lesions on the fruit and disease severity may vary. This study aimed at investigating the relationship between CBS symptom position or severity with premature fruit drop in four Pera sweet orange orchards and two Valencia sweet orange orchards in São Paulo State, Brazil. The minimal linear distance of symptom to the peduncle, CBS severity and strength needed to remove CBS symptomatic fruits were evaluated. The data were submitted to correlation analysis. For Pera sweet orange, the distance of symptom versus severity and strength versus severity showed negative correlations ($p < 0.05$). In these orchards there were positive correlations ($p < 0.05$) between strength and distance. Likewise, for the two Valencia orchards assessed there was a negative correlation ($p < 0.05$) between distance and severity and positive correlation ($p < 0.05$) between strength and distance. Furthermore, parallelism and coincidence analysis revealed a similar magnitude to different curves for each variety. This study concluded that the distance of CBS symptoms to peduncle and disease severity are associated with premature fruit drop.

Keywords: *Citrus sinensis*; sweet orange; *Guignardia citricarpa*; fungal disease; damage and losses.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa do estado de São Paulo, com destaque para os municípios de Luiz Antônio Botucatu, Cajobi e Mogi Guaçu, onde se encontravam os pomares avaliados neste estudo.....08
- Figura 2.** Medição com paquímetro da distância do sintoma de mancha preta dos citros (MPC) mais próximo do pedúnculo (A); dinamômetro eletrônico usado na determinação da força necessária para remoção dos frutos afetados pela MPC (B); escala diagramática adaptada de Spósito *et al.* (2004) usada para avaliar a severidade de sintomas da MPC, com notas de 1 a 13 atribuídas na avaliação no campo e os respectivos percentuais de área lesionada (C).....10
- Figura 3.** Diagrama de dispersão entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (%) e força necessária para remoção do fruto (kgf.), nos quatro pomares de laranja ‘Pera’, em Luiz Antonio (A, E, I), Botucatu (B, F, J), Cajobi (C, G, K) e Mogi Guaçu (D, H, L).....14
- Figura 4.** Diagrama de dispersão entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (%) e força necessária para remoção do fruto (kgf.), nos dois pomares de laranja ‘Valência’, em Mogi Guaçu 1 (A, C, E) e Mogi Guaçu 2 (B, D, F).....15
- Figura 5.** Comparações entre retas das correlações entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo, severidade de sintomas de mancha preta dos citros e força necessária para remoção dos frutos afetados, nos pomares de laranja ‘Pera’ (A-C) e ‘Valência’ (D-F).....19

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de correlação entre distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (%) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), nos quatro pomares de laranja ‘Pera’, em diferentes localidades.....12
- Tabela 2.** Análise de correlação entre distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (%) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), para dois pomares de laranja ‘Valência’ em diferentes localidades.....13
- Tabela 3.** Resultados teste t para paralelismo e teste F para coincidência entre as retas das correlações elaboradas com as variáveis: severidade de sintomas (% de área lesionada), distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), dos pomares de laranja ‘Pera’ avaliados, nas localidades de Luiz Antônio, Botucatu, Cajobi e Mogi Guaçu.....17
- Tabela 4.** Resultados teste t para paralelismo e teste F para coincidência entre as retas das correlações elaboradas com as variáveis: severidade de sintomas (% de área lesionada), distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), dos pomares de laranja ‘Valência’ avaliados, nas localidades de Mogi Guaçu 1 e Mogi Guaçu 2.....18

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Importância da citricultura no Brasil	2
2.2 A mancha preta dos citros.....	2
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Descrição das áreas experimentais	8
3.2 Avaliações.....	9
3.3 Análise dos dados	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5 CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

Os citros são importantes em diversos países do mundo principalmente no Brasil, onde a citricultura tem grande representatividade na economia agrícola. Em 2011, 3% das exportações do agronegócio brasileiro foram oriundas do complexo citrícola. O país é o maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo, representado por 53% da produção e exportação de aproximadamente 98% desse volume (Neves *et al.*, 2012). A fruta *in natura* também é exportada, mas a mancha preta dos citros (MPC), causada por *Phyllosticta citricarpa*, tem sido um dos grandes entraves para a comercialização internacional, por ser uma praga quarentenária na Europa.

A citricultura do estado de São Paulo, que representa a maior produção brasileira, vem sofrendo com a MPC em pomares comerciais desde o ano de 1992. Em 2010 foram relatados 53 municípios com a doença no estado (FUNDECITRUS, 2010). Os prejuízos causados pela MPC são enormes, uma vez que a redução na produtividade dos pomares é a consequência dos danos causados pela doença devido a queda prematura dos frutos. O controle da MPC nos pomares se dá por várias técnicas de manejo, sendo que pulverizações com fungicidas tem se mostrado imprescindíveis. Porém, em anos onde ocorrem condições climáticas favoráveis a infecção dos frutos pelo fungo por longos períodos, nota-se alta severidade da doença mesmo em frutos que receberam tratamento químico. Na literatura disponível sobre a MPC alguns autores citam que sintomas próximos do pedúnculo do fruto também exercem influência na queda prematura provavelmente devido à produção localizada de reguladores vegetais abscísicos. Entretanto, há pouca base científica para que esta informação seja utilizada no controle da doença, principalmente quando se trata das principais variedades de laranja doce cultivadas no Brasil, ‘Valência’ e ‘Pera’, que juntas representam cerca de 60% das variedades cultivadas no estado de São Paulo.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer a relação entre a (i) proximidade das lesões ao pedúnculo e a (ii) severidade dos sintomas com a queda prematura de frutos afetados pela mancha preta dos citros em pomares de laranjas ‘Pera’ e ‘Valência’. Estas informações serão importantes para auxiliar no direcionamento do controle quanto à época de aplicação de fungicidas que seja mais eficiente para proteger os frutos contra infecções que resultam em lesões associadas a queda de frutos, evitando assim diminuição da produtividade dos pomares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da citricultura no Brasil

A citricultura é uma atividade agrícola extremamente importante para a economia brasileira. Segundo Neves *et al.* (2012), em 2011 as exportações do complexo citrícola totalizaram 2,4 milhões de toneladas de produtos ou US\$ 2,7 milhões, representando cerca de 3% das exportações do agronegócio brasileiro. De acordo com IBGE (2013), a previsão da produção de laranja do Brasil para a safra 2012-2013 foi de 18 milhões de toneladas, sendo pouco mais de 80% desse volume somente no estado de São Paulo, que é o maior produtor brasileiro de citros. Grande parte de toda a laranja produzida no país é destinada à produção industrial de suco. O Brasil é o maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo, detendo 53% da produção e exportando aproximadamente 98% desse volume (Neves *et al.*, 2012). Há também a exportação da fruta *in natura*, porém em menor escala. Um dos entraves para essa pequena representatividade é a presença da mancha preta dos citros (MPC), pois a mesma é considerada praga quarentenária na Europa (Aguilar-Vildoso *et al.*, 2002).

2.2 A mancha preta dos citros

2.2.1 Ocorrência

A MPC, também chamada pinta preta, ocorre em importantes países produtores de citros, como a Austrália desde 1895 (Kiely, 1948; Sutton & Waterston, 1966), África do Sul desde 1925 (Doidge, 1929), Brasil desde 1980 (Robbs, 1990; Robbs & Bittencourt, 1995), China, Argentina, Uruguai (Timmer, 2000) e Estados Unidos (Schubert *et al.*, 2012).

No Brasil, a MPC foi constatada em pomares comerciais pela primeira vez em 1980, no estado do Rio de Janeiro (Robbs, 1990; Robbs & Bittencourt, 1995), e já foi relatada em plantios comerciais de citros de vários estados do país como Rio Grande do Sul (Feichtenberger, 1996), São Paulo (Goes & Feichtenberger, 1993), Espírito Santo (Costa *et al.*, 2003), Minas Gerais (Baldassari *et al.*, 2004), Santa Catarina (Andrade *et al.*, 2004), Amazonas (Gasparotto *et al.*, 2004), Paraná (Caixeta *et al.*, 2005), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Rondônia (Almeida, 2009; Scaloppi, 2010) e Bahia (Silva *et al.*, 2013). No estado de São Paulo, foi reportada pela primeira vez no município de Conchal (Goes & Feichtenberger, 1993), no ano de 1992, e atualmente está presente em mais de 53 municípios (FUNDECITRUS, 2010).

2.2.2 Hospedeiros, danos e sintomas

O fungo causador da MPC infecta as laranjas doces, principalmente a variedade ‘Pera’ e as variedades de maturação tardia, como ‘Valência’ e ‘Natal’. Também afeta os limões verdadeiros, ‘Siciliano’ e ‘Eureka’, os pomelos, o tangor ‘Murcott’, as tangerineiras e seus híbridos (Kotzé, 1981; Rossetti, 2001; Feichtenberger, 1996). Praticamente todas as variedades comerciais de citros são suscetíveis à MPC; porém, a lima ácida ‘Tahiti’ (Baldassari *et al.*, 2008) e a laranja azeda (Kotzé, 1981) são exceções e não apresentam sintomas nos frutos. As perdas provocadas pela doença podem ser muito elevadas principalmente em limões verdadeiros, mexericas ‘Rio’ e ‘Montenegrina’, laranjas doces e tangor ‘Murcott’.

A MPC afeta vários órgãos da planta, mas a incidência em frutos é a que causa maior prejuízo, pois as lesões na casca depreciam a qualidade dos frutos *in natura* para o mercado interno de fruta fresca e os restringem para a exportação a locais onde não há a presença dessa doença quarentenária (Aguilar-Vildoso *et al.*, 2002; Feichtenberger *et al.*, 2005). Em relação aos frutos destinados à indústria de suco, não há depreciação da qualidade interna do suco, portanto, não há prejuízo nesse aspecto (Fagan & Goes, 2000). Ataques severos da MPC, porém, provocam a queda prematura dos frutos sintomáticos, reduzindo a produtividade das plantas (Timmer, 1999; Rossetti, 2001; Spósito, 2003; Feichtenberger *et al.*, 2005). Podem ocorrer reduções de 70 a 80% na produção em áreas onde há alta pressão do inóculo (Klotz, 1978).

Além da ocorrência de sintomas em frutos, os quais são os mais facilmente visíveis, folhas e ramos também podem expressar sintomas da MPC (Feichtenberger *et al.*, 2005; Silva-Junior *et al.*, 2012). A expressão dos sintomas nos frutos é influenciada pela maturação, pois quanto mais maduro está o fruto, mais sintomas são encontrados (Feichtenberger, 1996; Spósito *et al.*, 2004). Além disso, altas temperaturas e intensa radiação solar são os dois fatores ambientais mais importantes para o favorecimento da expressão de sintomas (Kotzé, 1981; Feichtenberger, 1996).

De acordo com Rossetti (2001), as condições climáticas que provocam a desfolha das plantas favorecem a gravidade da doença, desprotegendo a planta dos raios solares que aceleram os sintomas, o que é complementado por Feichtenberger *et al.* (2005), que cita que as plantas mais velhas e estressadas por várias causas também são mais suscetíveis à doença do que plantas saudáveis e vigorosas. Para Schmidt (2003), além da temperatura, a precipitação parece ter relação com o aumento da incidência e da severidade. No hemisfério Sul essas condições ocorrem no segundo semestre do ano, o que intensifica os sintomas nas variedades

tardias, que amadurecem nesse período; entretanto, as variedades ‘Hamlin’, ‘Pera’ e ‘Valência’, apresentam o mesmo grau de suscetibilidade à MPC (Spósito *et al.*, 2004). O maior tempo de permanência do fruto na planta, aliado às condições climáticas favoráveis a doença, são agravantes importantes no aumento da incidência e severidade da doença, bem como na queda de frutos (Araújo, 2008).

Os tipos de sintomas causados pela MPC em frutos são seis (Feichtenberger *et al.*, 2005):

- mancha dura: é a mais encontrada e a mais típica, que aparece quando os frutos iniciam a maturação. Se o fruto estiver verde, um halo amarelado circunda a lesão, se o fruto estiver maduro, é um halo verde que aparece ao redor da lesão, a qual apresenta o centro claro deprimido e a borda escura e saliente. É no centro dessas lesões que os picnídios do fungo se encontram, apresentando aspecto de pontuações negras;
- falsa melanose: são lesões minúsculas, escuras e numerosas, que aparecem quando os frutos estão ainda verdes. São semelhantes às lesões de melanose, causada por *Diaporthe citri*, mas se diferenciam por serem lisas e negras, enquanto os sintomas de melanose são ásperos e em coloração marrom;
- mancha rendilhada: ocorre normalmente em fruto verde. As lesões são escuras e superficiais, de bordos não bem definidos, chegam a abranger grandes áreas da superfície do fruto com aspecto de escorrimento. As áreas lesionadas nos frutos verdes tornam-se de cor amarelada;
- mancha trincada: são lesões superficiais, escuras, de diferentes tamanhos e bordas não bem definidas, que aparecem em frutos verdes e formam trincas na sua superfície à medida que envelhecem. Está associada ao ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*).
- mancha sardenta: caracterizada por lesão levemente deprimida, que se diferencia da mancha dura por apresentar a borda avermelhada. Ocorre em frutos maduros ou mesmo já colhidos e podem ser formados os picnídios em seu interior;
- mancha virulenta: é resultante do crescimento ou da coalescência de sintomas do tipo mancha dura e mancha sardenta, e ocorre em frutos maduros, no final da safra. As lesões são grandes e deprimidas de centro claro, com bordos escuros e salientes. Também podem aparecer picnídios do fungo no centro dessas lesões.

2.2.3 Etiologia, epidemiologia e controle

A MPC é doença causada por *Guignardia citricarpa* (forma perfeita ou sexuada) e *Phyllosticta citricarpa* (forma imperfeita ou assexuada) (Kiely, 1948).

Os esporos sexuados (ascósporos) do fungo são produzidos, na forma perfeita, em folhas em decomposição no solo e são dispersos a longas distâncias pelo vento (Kotzé, 1963). Os ascósporos se constituem na principal fonte de inóculo e a produção deles é favorecida pelas alternâncias entre períodos de molhamento e seca das folhas (Kiely, 1948; Kotzé, 1963). Os esporos assexuados (picnidiósporos) são produzidos, na forma imperfeita, em lesões de ramos, espinhos, pedúnculos, frutos e folhas fixadas à planta e também em folhas mortas. São disseminados pela água, pois esta dissolve a mucilagem que protege o picnídio e carrega os esporos a curtas distâncias (Kotzé, 1963, 1981; Spósito *et al.*, 2010). O fungo pode permanecer dormente por até um ano, na forma de micélio subcuticular quiescente e essa dormência pode ser interrompida quando o fruto entra na fase de maturação, após ter atingido seu tamanho final, ou quando as condições ambientais se tornam favoráveis. A partir daí, o fungo cresce e atinge os tecidos mais internos, provocando os sintomas da doença (Kotzé, 1981; Spósito, 2003).

O tratamento químico tem sido o mais eficiente no Brasil e na África do Sul, o qual se faz através de aplicações de fungicidas associados a óleo vegetal ou mineral (Calavan, 1960; Feichtenberger, 1996). As pulverizações devem ser realizadas durante pelo menos quatro a cinco meses desde a queda das pétalas, período em que ocorrem condições favoráveis para a infecção (Feichtenberger *et al.*, 2005; Vinhas, 2011; Scaloppi *et al.*, 2012).

Além da proteção com fungicidas, recomenda-se evitar a queda excessiva de folhas através do uso da irrigação, reduzir a disseminação pelo vento através do uso de quebra ventos, e evitar a disseminação por restos vegetais transportados por veículos, destruindo-os e plantio de mudas sadias (Rossetti, 2001).

O controle cultural pode ser realizado com a produção de cobertura morta (*mulching*) nas entrelinhas do pomar e posterior roçada ecológica das mesmas para cobrir as folhas de citros caídas ao solo na área de projeção das plantas, bem como a eliminação de ramos secos ou de plantas depauperadas do pomar (Feichtenberger *et al.*, 2005; Rossêto, 2009; Scaloppi *et al.*, 2012).

Em virtude da importância econômica da citricultura aliada ao fato de que esta atividade exige intensivos tratamentos culturais e fitossanitários, é imprescindível lançar mão do uso do controle químico de pragas e doenças para que os pomares não tenham sua produtividade prejudicada. Pragas e doenças são algumas das principais ameaças à citricultura brasileira,

pois no ano de 2009, os fungicidas representaram 14% do total de ingrediente ativo consumido pela citricultura (Neves *et al.*, 2012). Pode-se inferir que praticamente toda essa porcentagem de fungicida foi destinada ao controle da MPC e da podridão floral dos citros, causada por *Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides*.

Além do grande impacto no custo de produção que o uso de fungicidas representa, é necessário destacar que existem apenas dois grupos químicos de ingredientes ativos registrados para a doença na cultura que constam na lista de produtos fitossanitários permitidos na Produção Integrada dos Citros (PIC) (FUNDECITRUS, 2013): estrobilurinas e cúpricos.

O carbendazim, um terceiro ingrediente ativo bastante utilizado para o controle da MPC e que já constou na lista PIC foi removido devido a restrições dos EUA, um dos maiores importadores do suco de laranja brasileiro. Segundo Nega (2012), apesar de o carbendazim ter limite máximo de resíduo (LMR) estabelecido em diversas culturas em outros países, inclusive citros, nos Estados Unidos seu uso não é permitido pela agência de proteção ambiental norte-americana (*Environmental Protection Agency - EPA*) na produção dos citros. Tampouco há LMR estabelecido para o suco de laranja importado.

Outro problema em relação às poucas opções de moléculas fungicidas para o controle de MPC é o risco de seleção de isolados do fungo resistentes aos fungicidas sistêmicos, como as estrobilurina. De acordo com Stamler *et al.* (2013), o risco de *P. citricarpa* apresentar resistência à estrobilurina é baixo, uma vez que mutações que conferem resistência são deletérias ao patógeno. Entretanto, este estudo foi realizado com poucos isolados, o que leva a necessidade do desenvolvimento de estudos que abranjam um maior número de isolados, que representem a realidade brasileira, para que o risco de resistência seja considerado uma possibilidade remota nas condições que se encontra a citricultura do país.

2.2.4 Fatores relacionados à queda prematura de frutos causada pela MPC

Os fatores relacionados à queda prematura dos frutos afetados pela MPC devem ser entendidos para que seja possível estabelecer eficazmente as estratégias de manejo da doença, evitando grandes perdas na produção das plantas cítricas. Para Spósito *et al.* (2004) a quantificação de doenças é fundamental em estudos epidemiológicos e na avaliação de estratégias de controle; por isso, desenvolveram uma escala diagramática de severidade de sintomas de MPC em frutos. A partir da mensuração de severidade da MPC é possível estabelecer uma relação com os danos causados pela doença.

O efeito da severidade de sintomas sobre a queda de frutos, por exemplo, foi avaliado por alguns autores, que encontraram uma relação positiva entre esses dois fatores. Além da severidade, Rosseti (2001) cita que a queda prematura dos frutos ocorre principalmente quando as lesões estão próximas do pedúnculo. Para Spósito (2006), mesmo em níveis baixos de severidade pode ocorrer a queda prematura dos frutos e, dependendo da severidade ou da posição das lesões nesses frutos, a queda pode ser acentuada. Entretanto, poucos trabalhos na literatura comprovam estas observações. Quanto à severidade, Fagan e Goes (1999) encontraram correlação positiva com a queda prematura de frutos. Quanto à posição das lesões, Scaloppi (2010) encontrou relação entre o local dos sintomas com força necessária para retirar o fruto, o que incita que os sintomas próximos do pedúnculo podem estar associados com a produção de reguladores vegetais ligados à queda de frutos.

O etileno é um regulador vegetal volátil que possui múltiplas funções fisiológicas em plantas e sabe-se que as plantas o sintetizam em resposta a ferimentos como infecção por patógenos e exposição a eliciadores de mecanismo de defesa (Grosskopf *et al.*, 1991 apud Silva *et al.*, 2008). Sharon *et al.* (2007) explica que não apenas a planta, mas também este fungo é capaz de produzir diferentes hormônios, e o desenvolvimento do fungo também pode ser influenciado por eles. Araújo (2008) incita que a abscisão dos frutos também possa estar relacionada ao aumento endógeno do teor de etileno, além de associar incidência e severidade da doença com a queda de frutos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição das áreas experimentais

O presente estudo foi conduzido em pomares comerciais de laranja ‘Pera’ e ‘Valência’, com histórico de MPC, em diferentes localidades. Foram estudados quatro pomares de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis*): (i) Botucatu, com idade de 17 anos, plantado sobre porta-enxerto de Limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia*); (ii) Mogi Guaçu, com idade de 26 anos, enxertado sobre Laranja ‘Caipira’ (*Citrus sinensis*); (iii) Luiz Antônio, com idade de 11 anos, enxertado sobre Tangerina ‘Sunki’ (*Citrus sunki*); e (iv) Cajobi, com idade de 10 anos, plantado sobre porta-enxerto de Limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia*). Para laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis*) foram avaliados dois pomares: (i) Mogi Guaçu 1, com 12 anos de idade e (ii) Mogi Guaçu 2, com 26 anos, enxertado sobre Citrange ‘Troyer’ (*Poncirus trifoliata* vs *Citrus sinensis*).

As localidades dos pomares foram escolhidas pela importância da doença na produção de citros nessas áreas e devido às diferenças nas condições climáticas que há nessas regiões (Figura 1).

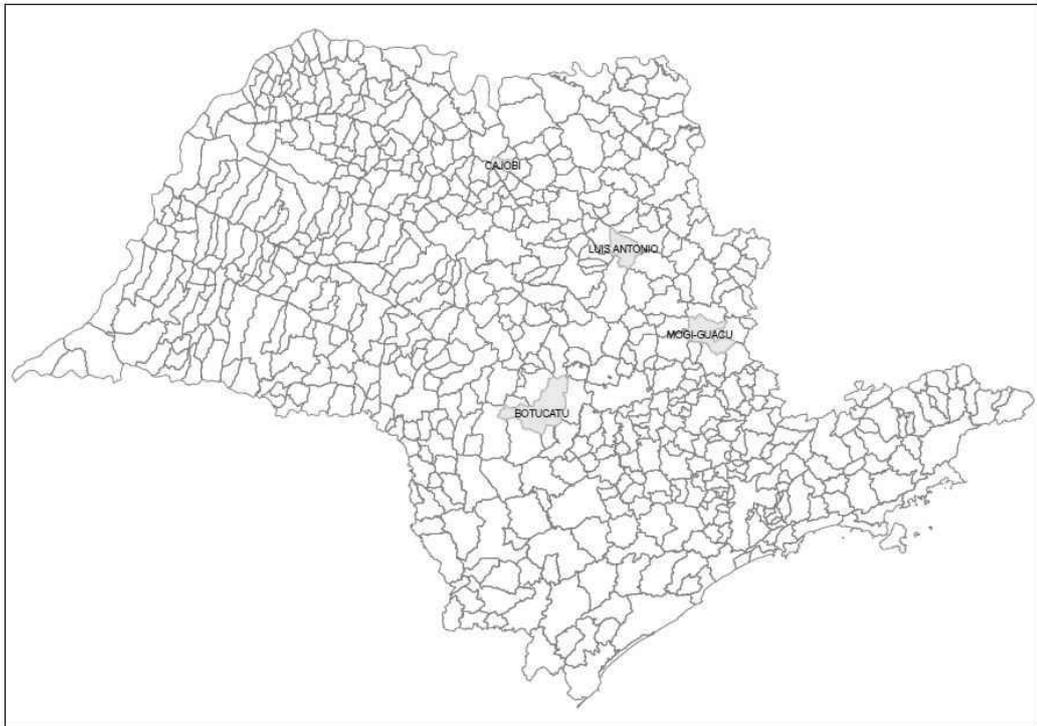


Figura 1. Mapa do estado de São Paulo, com destaque para os municípios de Luiz Antônio, Botucatu, Cajobi e Mogi Guaçu, onde se encontravam os pomares avaliados neste estudo.

A variedade ‘Pera’ foi selecionada para estudo devido à sua importância na demanda de laranjas para produção de suco. De acordo com a Coordenadoria de Defesa do Estado de São Paulo, em Boteon *et al.* (2013), o número de plantas cítricas no estado de São Paulo no segundo semestre de 2012 era de 200.559.712, sendo que a variedade ‘Pera’ representa cerca de 32% desse número, e a variedade ‘Valência’, 33%. Além das laranjas ‘Valência’ terem grande representatividade na citricultura paulista, essa variedade foi escolhida para o presente estudo porque pertence ao grupo das laranjas tardias, as quais são mais afetadas pela MPC devido ao período de maturação. Segundo Araújo (2008), nos frutos que permanecem mais tempo na planta expostos à intensa radiação solar e às altas temperaturas a expressão de sintomas ocorre de forma mais severa.

3.2 Avaliações

Para laranja ‘Pera’ foram avaliados aleatoriamente 150 frutos de plantas do interior de cada talhão no período de colheita, que se deu em setembro de 2010. Devido à baixa variabilidade dos dados coletados nos talhões de laranja ‘Pera’, a metodologia de avaliação para ‘Valência’ sofreu alterações. Para estes talhões, os frutos foram amostrados de acordo com faixas de distância da lesão mais próxima ao pedúnculo, pré-estabelecidas em intervalos de 0,5 cm. Para cada faixa foram coletados aproximadamente 15 frutos. A área Mogi Guaçu 1 foi avaliada em outubro e Mogi Guaçu 2 em dezembro de 2010, no período de colheita.

Todos os frutos foram avaliados quanto à (i) distância linear entre o pedúnculo e a lesão de MPC mais próxima; (ii) força necessária para remoção do fruto; e (iii) severidade de MPC. Os tipos de sintomas considerados na avaliação foram as manchas dura e sardenta. A distância (cm) da lesão mais próxima do pedúnculo foi mensurada com paquímetro (Figura 2A). A força necessária para remoção dos frutos foi avaliada com dinamômetro eletrônico (Lutron FG-5020) (Figura 2B), determinada em quilograma-força (kg_f). Na avaliação da severidade dos sintomas (% de área lesionada) foi usada a escala diagramática elaborada por Spósito *et al.* (2004) adaptada (Figura 2C). Notas de severidade foram atribuídas de acordo com a escala, as quais foram transformadas em seus respectivos valores de porcentagem de área lesionada para que estes dados fossem utilizados nas análises dos dados.

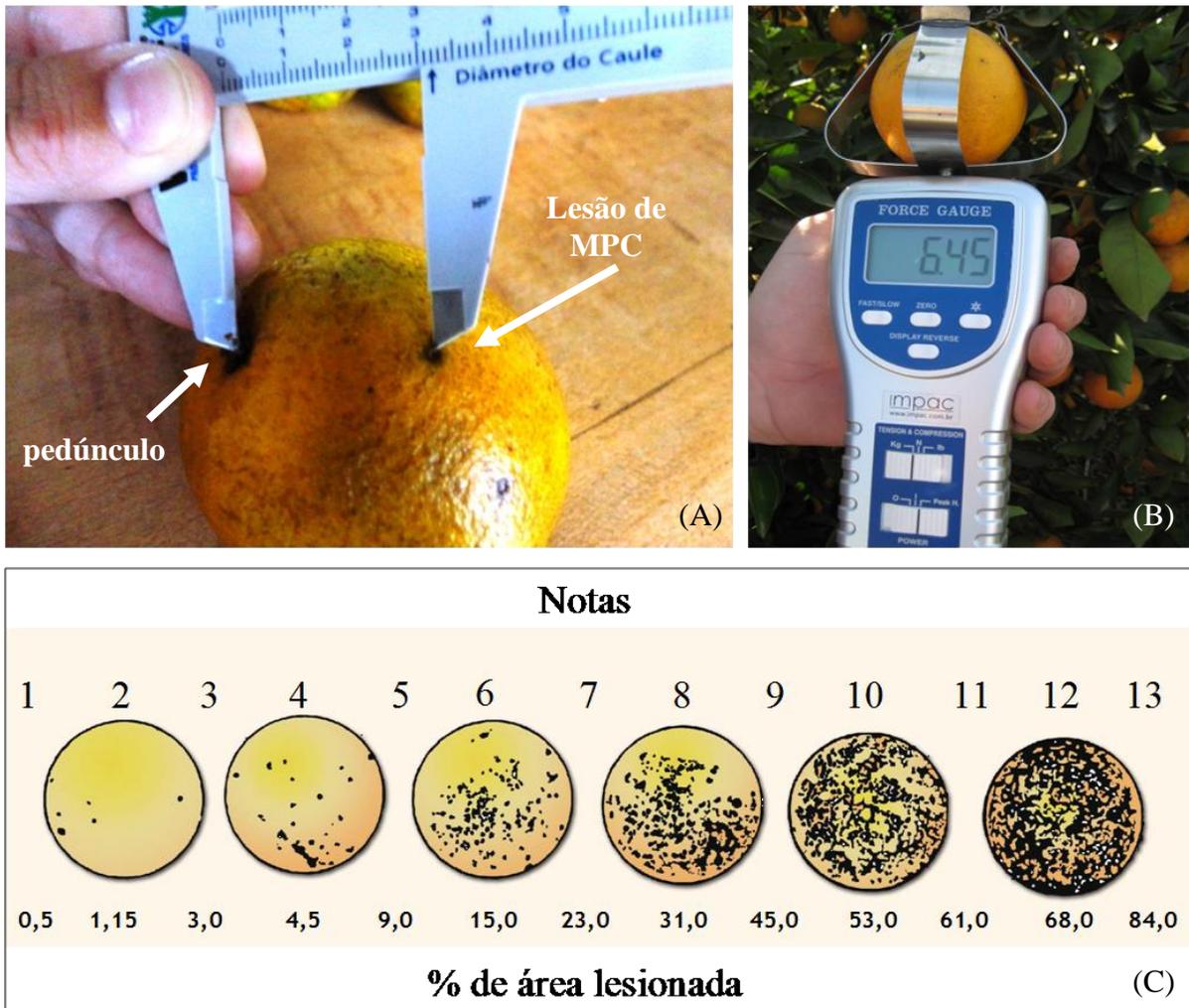


Figura 2. Medição com paquímetro da distância do sintoma de mancha preta dos citros (MPC) mais próximo do pedúnculo (A); dinamômetro eletrônico usado na determinação da força necessária para remoção dos frutos afetados pela MPC (B); escala diagramática adaptada de Spósito *et al.* (2004) usada para avaliar a severidade de sintomas da MPC, com notas de 1 a 13 atribuídas na avaliação no campo e os respectivos percentuais de área lesionada (C).

3.3 Análise dos dados

Análises de correlação foram elaboradas para verificar a associação entre as três variáveis analisadas. As correlações foram feitas entre (i) severidade de sintomas e distância da lesão mais próxima ao pedúnculo, (ii) severidade de sintomas e força necessária para remoção dos frutos, e (iii) distância da lesão mais próxima ao pedúnculo e a força necessária para remoção dos frutos. Os coeficientes de correlação (r) obtidos foram submetidos à análise de significância pelo teste t e cálculo da respectiva probabilidade de erro (p). Valores de t com $p < 0,01$ e $p < 0,05$, significam que os coeficientes de correlação são diferentes de zero a 99 e 95% de confiança, respectivamente, indicando a existência de correlação entre duas variáveis.

Para elaboração das correlações, os pontos de severidade foram separados em cada uma das notas de severidade encontradas, e foram feitas médias aritméticas de todos os dados de severidade, distância e força para cada uma dessas notas; isto porque severidade é uma variável discreta. Os dados de força e distância, porém, por se tratarem de variáveis contínuas, foram correlacionados sem prévia elaboração de médias. Os dados de dispersão entre severidade e distância revelaram melhor ajuste ao modelo exponencial negativo. Por isso, na análise de correlação os dados de severidade foram transformados em logaritmo ($\% + 1$). Para as demais comparações os dados melhor se ajustaram a o modelo linear. Assim, transformações não foram necessárias para as análises de correlação.

Testes de paralelismo e coincidência entre as retas foram realizados com os dados do estudo, utilizando o software AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (Barbosa e Maldonado, 2011). O teste de paralelismo entre retas compara o ângulo de inclinação de duas retas, sendo consideradas paralelas as retas com mesma inclinação ou teste t não significativo para paralelismo das retas. O teste de coincidência entre retas avalia se a relação entre as variáveis correlacionadas são distintas nos diferentes pomares. Caso o teste F seja significativo para coincidência de duas retas, estas não são iguais e, portanto não apresentam a mesma inclinação, nem o mesmo ponto de intersecção com o eixo. Assim, essas análises estatísticas foram realizadas para comparar o comportamento e a magnitude das retas de correlação obtidas para os diferentes pomares de laranja ‘Pera’ e ‘Valência’ estudados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de correlação foram feitas entre severidade de sintomas, força necessária para remoção do fruto e distância da lesão mais próxima do pedúnculo para os quatro pomares de laranja ‘Pera’ e os dois pomares da laranja ‘Valência’. Para ambas as variedades estudadas neste trabalho, bem como para todos os pomares do estudo, as correlações foram significativas a 1% ou 5% de probabilidade (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise de correlação entre distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (% ou logaritmo da % + 1) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), nos quatro pomares de laranja ‘Pera’, em quatro localidades.

Variável x	Variável y	a	b	r	t	p
Luiz Antônio						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	2,31	-1,16	-0,89	-4,79	0,003**
Severidade (%)	Força (kg _f)	4,18	-0,12	-0,96	-8,58	0,000**
Distância (cm)	Força (kg _f)	2,22	0,86	0,25	3,17	0,002**
Botucatu						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	2,61	-1,46	-0,93	-6,12	0,000**
Severidade (%)	Força (kg _f)	4,99	-0,12	-0,95	-7,44	0,000**
Distância (cm)	Força (kg _f)	2,9	0,86	0,30	3,77	0,000**
Cajobi						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	3,87	-2,51	-0,92	-5,91	0,001**
Severidade (%)	Força (kg _f)	4,79	-0,09	-0,82	-3,47	0,013*
Distância (cm)	Força (kg _f)	2,83	0,69	0,45	6,11	0,000**
Mogi Guaçu						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	2,15	-0,94	-0,91	-5,32	0,002**
Severidade (%)	Força (kg _f)	4,84	-0,07	-0,84	-3,81	0,009**
Distância (cm)	Força (kg _f)	3,49	0,51	0,17	2,06	0,042*

Parâmetros das equações lineares ($y = a + bx$), onde a é o intercepto e b é a inclinação da reta; (r) é o coeficiente de correlação; (t) é o teste t para o valor de r; (p) é a probabilidade de erro do teste t e; () representa correlação significativa a 5% e (**) significativa para 1% de probabilidade. Na comparação com a distância os dados de severidade foram transformados para logaritmo (% + 1) para a linearização dos dados.

Tabela 2. Análise de correlação entre distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (% ou logaritmo da %) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), para dois pomares de laranja ‘Valência’ em duas localidades.

Variável x	Variável y	a	b	r	t	p
Mogi Guaçu 1						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	2,32	-0,88	-0,92	-5,93	0,001**
Severidade (%)	Força (kg_f)	4,65	-0,07	-0,81	-3,35	0,016*
Distância (cm)	Força (kg_f)	3,11	0,51	0,26	2,11	0,039*
Mogi Guaçu 2						
Severidade (log % + 1)	Distância (cm)	2,77	-1,16	-0,97	-10,53	0,000**
Severidade (%)	Força (kg_f)	5,09	-0,05	-0,79	-3,11	0,021*
Distância (cm)	Força (kg_f)	4,14	0,32	0,22	1,99	0,050*

Parâmetros das equações lineares ($y = a + bx$), onde a é o intercepto e b é a inclinação da reta; (r) é o coeficiente de correlação; (t) é o teste t para o valor de r; (p) é a probabilidade de erro do teste t e; () representa correlação significativa a 5% e (**) significativa para 1% de probabilidade. Na comparação com a distância os dados de severidade foram transformados para logaritmo (% + 1) para a linearização dos dados.

Tanto as correlações entre distância do sintoma mais próximo do pedúnculo e severidade dos sintomas, como as correlações entre força necessária para remoção dos frutos e severidade dos sintomas, foram negativas para todos os pomares avaliados de laranja ‘Pera’ (Figura 3) e ‘Valência’ (Figura 4). Isto indica que, quanto maior a severidade de sintomas no fruto, menor a distância do sintoma mais próximo do pedúnculo (Figura 3 A-D; Figura 4 A-B). Além disso, à medida que a severidade dos sintomas aumentou, houve uma redução da força necessária para remoção dos frutos da planta (Figura 3 E-H; Figura 4 C-D).

Resultados similares foram observados em outros estudos. A escala diagramática elaborada por Spósito *et al.* (2004) mostra que os sintomas de MPC são mais próximos do pedúnculo quando a severidade é maior. Em observações realizadas a campo, é possível notar que os sintomas surgem da região peduncular para a região estilar do fruto à medida que este se desenvolve, pois o crescimento do fruto ocorre nesta mesma direção. Assim, as primeiras infecções ocorrem logo após a queda das pétalas, de acordo com o crescimento do tecido, ocorrendo até os cinco meses após a queda das pétalas. As infecções tardias, então, devem ocorrer próximas do fim do período do crescimento do fruto, e são responsáveis pelos sintomas que se manifestam próximos ao pedúnculo. Fagan e Goes (1999) avaliaram o efeito da severidade dos sintomas de mancha preta dos citros sobre queda de frutos em laranja ‘Natal’ e constataram correlação positiva entre a severidade e o percentual de queda de frutos. Apesar dos valores de r e de p não terem sido detalhados pelos autores, a informação do comportamento corrobora com o resultado da correlação entre severidade e força encontrada neste trabalho.

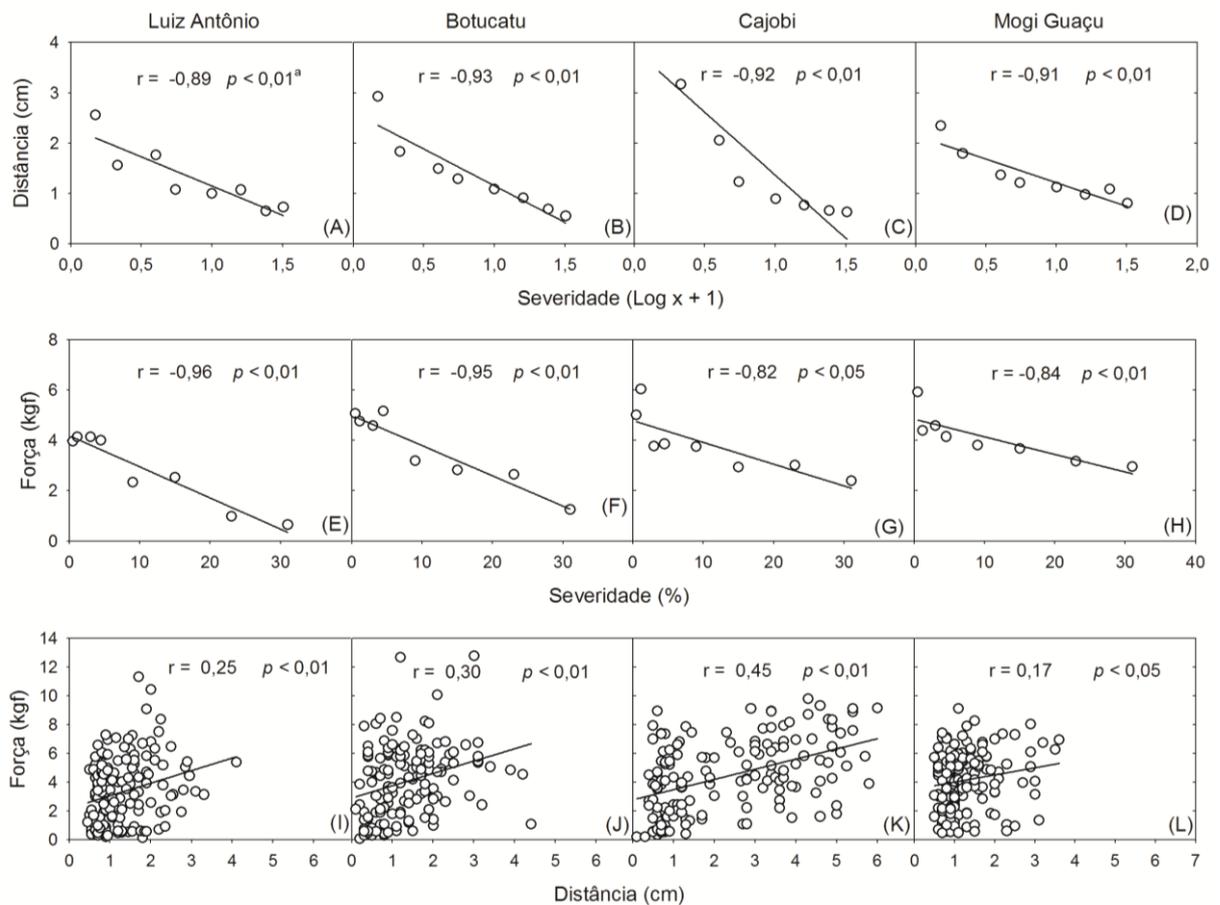


Figura 3. Diagrama de dispersão entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (% ou logaritmo da %) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), nos quatro pomares de laranja ‘Pera’, em Luiz Antonio (A, E, I), Botucatu (B, F, J), Cajobi (C, G, K) e Mogi Guaçu (D, H, L). ^ar é o coeficiente de correlação; p é a probabilidade de erro do teste t, o qual avalia a probabilidade do r ser diferente de zero.

A maior vulnerabilidade à queda de frutos com alta severidade de MPC provavelmente se deve ao fato da planta produzir etileno em resposta à infecção e colonização por *G. citricarpa*. Nesse sentido, Bem-David (1986) encontrou correlações diretas entre a produção de etileno em plantas de pimenta afetadas pela sarna bacteriana e o número de bactérias (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) no tecido, e entre o inóculo inicial com a abscisão da folha e com o desenvolvimento da doença. Assim, o etileno produzido durante a infecção da bactéria contribuiu para o desenvolvimento dos sintomas da doença e da abscisão foliar. Para El-Otmani (1992) a indução de abscisão no fruto cítrico pode ser um efeito da liberação de etileno promovida como consequência de lesões de qualquer origem na casca. A especulação sobre os reguladores vegetais associados à queda prematura de frutos afetados

pela MPC deve ser mais profundamente estudada, de forma que as informações corroborem para o desenvolvimento de novas técnicas que, se não auxiliarem no controle da doença, ao menos colaborem para a redução de queda prematura desses frutos, de modo que a produção citrícola se mantenha como uma atividade agrícola economicamente viável mesmo com a presença da MPC nos pomares.

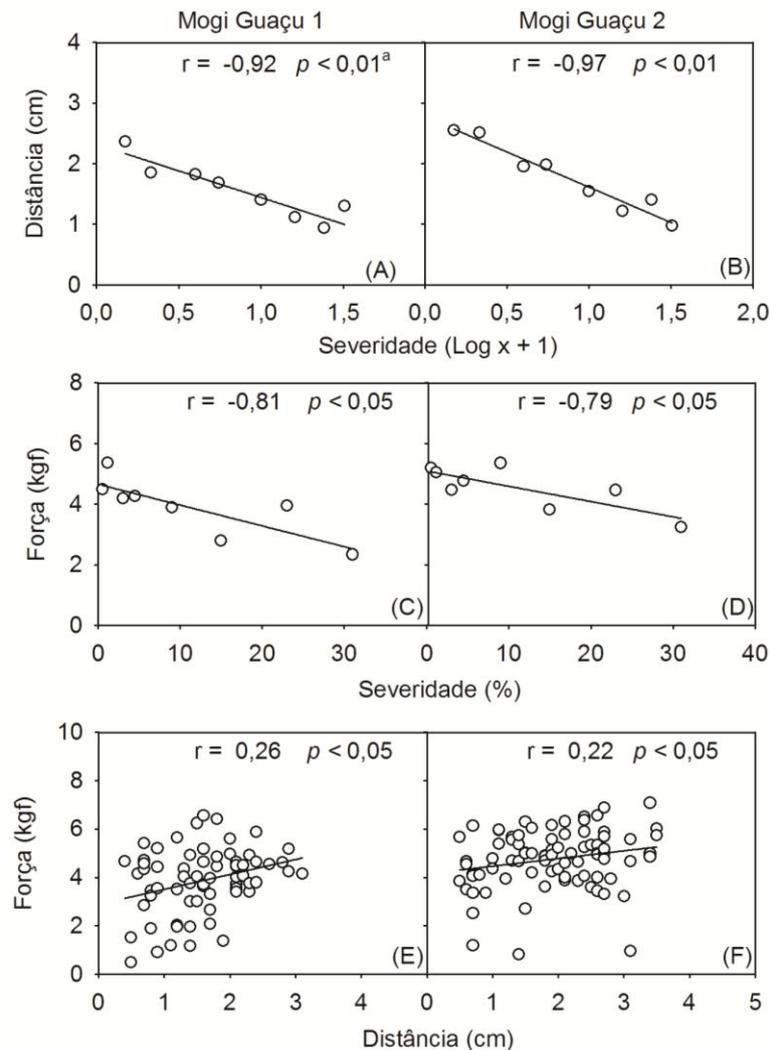


Figura 4. Diagrama de dispersão entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm), severidade de mancha preta no fruto (% ou logaritmo da %) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), nos dois pomares de laranja ‘Valência’, em Mogi Guaçu 1 (A, C, E) e Mogi Guaçu 2 (B, D, F). ^a r é o coeficiente de correlação; p é a probabilidade de erro do teste t, o qual avalia a probabilidade do r ser diferente de zero.

Correlações entre severidade de doenças e queda de frutos são pouco estudadas; porém, encontra-se na literatura trabalhos que relacionam severidade com perda na produção, seja na forma de perda de folhas, ramos ou mesmo de frutos. A exemplo, Oliveira *et al.* (2012) estudaram o efeito do enfezamento pálido em milho causado por espiroplasma no desenvolvimento das plantas de milho e verificaram alta correlação positiva ($r = 0,80$) entre os percentuais de redução do peso seco das plantas causados pela doença e as notas de severidade dos sintomas. Rocha (2005) avaliou os efeitos da atrofia dos ramos do cafeeiro causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* e observou que o crescimento dos ramos do cafeeiro foi maior nas plantas assintomáticas ($p < 0,01$). Além disso, foi observada relação negativa e significativa entre valores de severidade e produção, e relação significativa também entre tamanho dos grãos e severidade da doença. O autor concluiu que lavouras onde as plantas apresentam alta severidade de atrofia dos ramos do cafeeiro tornam-se inviáveis economicamente devido à redução na produção de 1,2 sacas beneficiadas por hectare a cada aumento de 1% na severidade de sintomas da doença.

Em citros, Schmidt (2003) avaliou a ocorrência de mancha preta em pomares orgânicos onde verificou severidade da doença relacionada à queda de frutos em tangerina ‘Montenegrina’. O coeficiente de correlação entre frutos com sintomas e frutos no chão por árvore foi de $0,72^*$ ($p = 0,05$). Isto evidenciou a associação positiva entre a severidade da doença e o aumento na queda dos frutos; porém, não se verificou a mesma relação em tangor ‘Murcott’, uma vez que o coeficiente de correlação entre a quantidade de frutos sintomáticos na planta e quantidade de frutos foi $0,44ns$ ($p > 0,05$). Essa diferença de resultados foi atribuída à ocorrência de outras doenças e pragas que causam queda de frutos e ao pequeno tamanho da amostra avaliada. Scaloppi (2010) também observou a existência de relação entre distância dos sintomas de mancha dura próximos do pedúnculo e força necessária para retirar o fruto de pomares da variedade ‘Hamlin’ do estado de São Paulo, avaliadas nos municípios de Nova Europa ($r = 0,24^*$ a $p > 0,05$), Rincão ($r = 0,59^{**}$ a $p < 0,01$) e de Mogi Guaçu ($r = 0,31^*$ a $p < 0,05$); apenas no município de Borborema os dados foram não significativos ($r = 0,19ns$ a $p > 0,05$). Assim, como demonstrado no presente estudo, uma menor força foi necessária para a remoção do fruto quando a distância do sintoma mais próximo ao pedúnculo foi menor. Isso indica que essa relação é independente do período de exposição à infecção pelo fungo e de expressão de sintomas da MPC, o qual varia de acordo com o ciclo de cada variedade. A variedade ‘Hamlin’ é considerada precoce, a ‘Pera’ é meia-estação e a ‘Valência’ é tardia.

Uma vez que houve relação entre as variáveis estudadas, ou seja, uma variável influenciou a outra, testes de paralelismo e de coincidência entre retas foram realizados para comparar o comportamento das variáveis correlacionadas nos diferentes pomares das variedades Pera (Tabela 3, Figura 5 A-C) e Valência (Tabela 4, Figura 5 D-F).

As retas das correlações entre severidade e distância foram paralelas e coincidentes para a maioria das comparações, exceto para Cajobi (CJ) *versus* Luis Antonio (LA) e Mogi Guaçu (MO), demonstrando que os dados destas duas variáveis na maioria das comparações tiveram a mesma tendência e magnitude no presente trabalho, indicando que severidade e a localização de sintomas são dependentes da doença. Para a correlação entre a severidade e força, as comparações que envolveram os dados do município de LA não apresentaram coincidência com os dados dos demais municípios, apesar das correlações terem sido significativas e terem sido paralelas nas comparações com Botucatu (BT) e CJ. Resultados similares foram obtidos para as comparações entre distância e força, onde todas as retas foram paralelas, mas apenas nas comparações de LA *versus* BT e MO as retas não foram coincidentes (Tabela 3). Portanto, não foi possível reunir os dados dessas localidades formando uma única reta que demonstre a correlação entre severidade e força.

Tabela 3. Resultados teste t para paralelismo e teste F para coincidência entre as retas das correlações elaboradas com as variáveis: severidade de sintomas (% de área lesionada ou logaritmo da % + 1), distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), dos pomares de laranja ‘Pera’ avaliados, nas localidades de Luiz Antônio, Botucatu, Cajobi e Mogi Guaçu.

Comparação ^a	Severidade x Distância		Severidade x Força		Distância x Força	
	Teste t	Teste F	Teste t	Teste F	Teste t	Teste F
LA BT	0,884ns ^b	0,432ns	-0,172ns	6,989**	-0,001ns	3,206*
LA CJ	2,720*	5,215*	-1,292ns	6,397*	0,557ns	1,010ns
LA MO	-0,736ns	0,310ns	-2,293*	15,410**	0,961ns	5,939**
BT CJ	2,108ns	3,420ns	-1,128ns	0,771ns	0,651ns	0,850ns
BT MO	-1,755ns	1,540ns	-2,042ns	3,265ns	1,028ns	0,664ns
CJ MO	-3,370**	7,084**	-0,531ns	0,398ns	0,663ns	1,295ns

^aLA, Luiz Antônio; BT, Botucatu; CJ, Cajobi; MO, Mogi Guaçu. ^bteste significativo a 5% (*) e 1% (**) de probabilidade ou não significativo (ns). Testes t e F não significativos indicam paralelismo e coincidência entre duas retas, respectivamente. Na comparação com a distância os dados de severidade foram transformados para logaritmo (% + 1) para a linearização dos dados.

Para os dados de comparação entre as duas áreas de ‘Valência’ foi possível observar que os resultados dos testes de t e F demonstram haver paralelismo e coincidência para a maioria das comparações, exceto quando se comparou distância e força, não sendo as retas coincidentes, mas sim paralelas (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados teste t para paralelismo e teste F para coincidência entre as retas das correlações elaboradas com as variáveis: severidade de sintomas (% de área lesionada), distância da lesão mais próxima do pedúnculo (cm) e força necessária para remoção do fruto (kg_f), dos pomares de laranja ‘Valência’ avaliados, nas localidades de Mogi Guaçu 1 e Mogi Guaçu 2.

Comparação ^a		Severidade x Distância		Severidade x Força		Distância x Força	
		Teste t	Teste F	Teste t	Teste F	Teste t	Teste F
MO 1	MO 2	1,544ns ^b	4,456ns	-0,701ns	2,950ns	0,666ns	6,256**

^aMO 1, Mogi Guaçu 1; MO 2, Mogi Guaçu 2, ^bteste significativo 1% (**) de probabilidade ou não significativo (ns). Testes t e F não significativos indicam paralelismo e coincidência entre duas retas, respectivamente. Na comparação com a distância os dados de severidade foram transformados para logaritmo (% + 1) para a linearização dos dados.

Nas comparações entre retas dos dois pomares de laranja ‘Valência’, foi verificado que tanto a correlação entre severidade e distância, quanto à correlação entre severidade e força foram paralelas e coincidentes entre si. Isto indica que o comportamento e os valores dessas correlações foram iguais para as duas localidades. Já na correlação entre distância e força houve paralelismo, mas não houve coincidência entre as retas. Assim, pode-se afirmar que apesar dos valores dessas variáveis não serem iguais estatisticamente, a tendência das retas é a mesma entre os dois pomares de Mogi Guaçu (MO1 e MO2). Este fato pode ser explicado pela diferença de idade entre os pomares, a qual interfere na intensidade da doença, de forma que os pomares velhos são mais severamente afetados pela MPC.

Na figura 5 é possível verificar que as retas são bem similares para a maioria das correlações entre as diferentes variáveis, mesmo não sendo paralelas e coincidentes em alguns casos. A existência de paralelismo entre retas demonstra que existe uma mesma tendência de comportamento, pois a inclinação das retas é a mesma estatisticamente. Já a não coincidência indica que os pontos de intersecção com o eixo y são diferentes, o que pode ser explicado por vários fatores. A intensidade de doença, por exemplo, pode ser influenciada pela idade do pomar, a qual tem efeito na quantidade de inóculo da planta. A localidade do pomar influencia quanto ao regime de chuvas e a intensidade de exposição ao sol, e conseqüentemente na dispersão do inóculo e na expressão dos sintomas, respectivamente. A severidade ainda pode ser influenciada pelo espaçamento de plantio ou mesmo pelo regime de irrigação, o que

reforça o fato de há grande variabilidade de intensidade de doença e que, portanto, não há necessidade das retas serem sempre coincidentes para poder generalizar a afirmação de que há correlação negativa e significativa entre severidade e força.

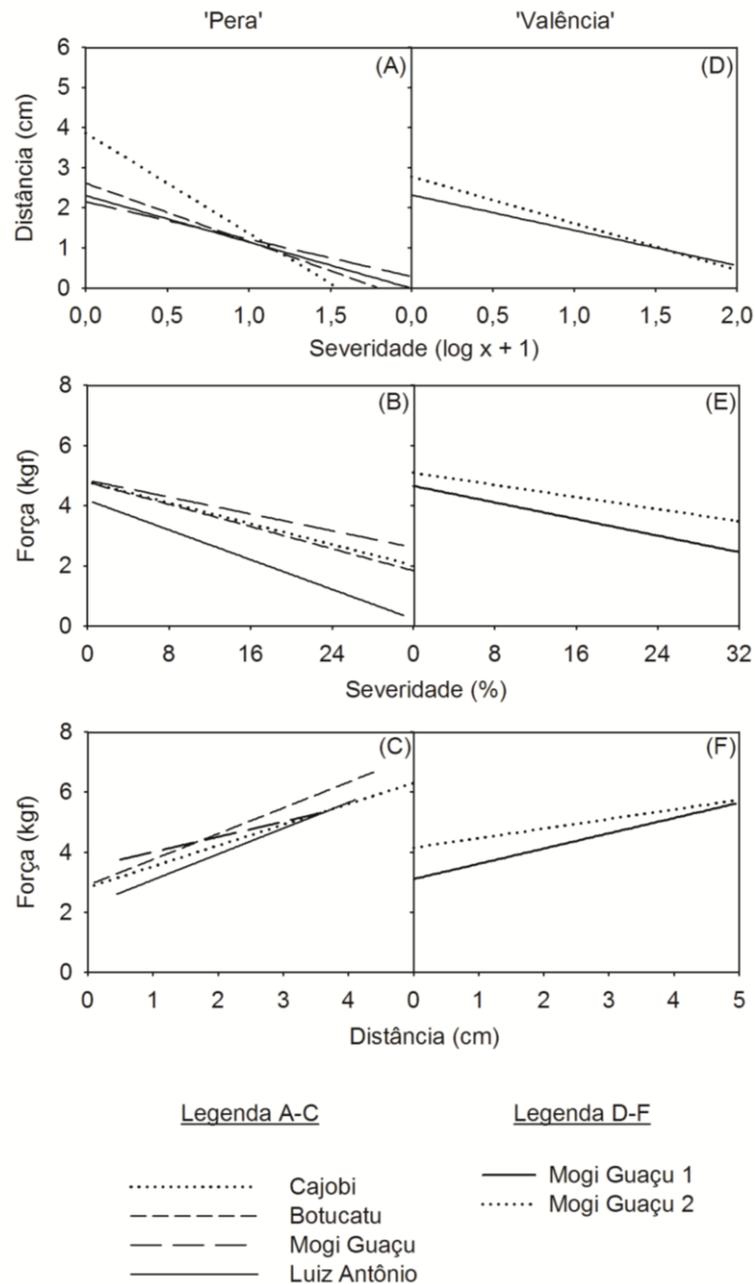


Figura 5. Comparações entre retas das correlações entre: distância da lesão mais próxima do pedúnculo, severidade de sintomas de mancha preta dos citros e força necessária para remoção dos frutos afetados, nos pomares de laranja ‘Pera’ (A-C) e ‘Valência’ (D-F). Como em A e D aos dados apresentaram melhor ajuste ao modelo exponencial negativo, os valores de severidade foram transformados em logaritmo ($\% + 1$) para linearizar as curvas e realizar a análise de correlação.

O presente trabalho demonstrou que, quanto mais alta a severidade de MPC ou mais próximas as lesões de MPC estão do pedúnculo, menor é a força necessária para remoção de frutos sintomáticos, uma vez que estes ficam mais predispostos à queda prematura. No entanto, não é possível identificar se a influência da severidade de sintomas é mais importante que a posição das lesões em relação ao pedúnculo sobre a queda prematura de frutos afetados pela MPC. Isso porque a distância é influenciada pela severidade, uma vez que em altas severidades de sintomas de mancha preta dos citros ocorrem lesões mais próximas do pedúnculo do fruto. Ainda que a intensidade de doença não seja da mesma magnitude nas diferentes áreas de laranja 'Pera' e 'Valência', o comportamento da distância, severidade e força tem a mesma tendência em todos os pomares dessas variedades.

5 CONCLUSÕES

Através do presente estudo foi possível concluir que a queda prematura de frutos de laranjas doces ‘Pera’ e ‘Valência’ afetados pela mancha preta dos citros está relacionada com a posição em que os sintomas se encontram e com o nível de severidade que esses sintomas expressam. Além disso, a distância da lesão mais próxima do pedúnculo e a severidade da MPC são dependentes da doença, de modo que fatores externos não exercem influência sobre elas, visto que o comportamento e a magnitude dessas variáveis foram iguais em todos os pomares estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-Vildoso, C.I., Ribeiro, J.G.B., Feichtenberger, E., Goes, A., Spósito, M.B. 2002. **Manual técnico de procedimento da mancha preta dos citros**. Brasília: Ministério da Agricultura/DAS/DDIV. 72p.

Almeida, T.F. 2009. Mancha preta dos citros: Expressão dos sintomas em frutos pela inoculação com conídios e controle do agente causal (*Guignardia citricarpa*). 66 f. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

Andrade, T., Theodoro, G.F., Goes, A., Baldassari, R.B. 2004. Mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos citros no Estado de Santa Catarina. **Summa Phytopathologica**, Botucatu 30:126.

Araújo, D. 2008. Interferência do volume de pulverização no controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa* Kiely) em frutos de laranjeira ‘Valência’. 85 f. **Dissertação de Mestrado**. Botucatu SP. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0307.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2013.

Baldassari, R.B., Reis, R.F., Goes, A. 2004. Relato de mancha preta do citros em pomares do estado de Minas Gerais. Anais. In: **Congresso Paulista de Fitopatologia**, 27. Campinas. 2004. p. 126.

Baldassari, R.B., Wickert, E., Goes, A. 2008. Pathogenicity, colony morphology and diversity of isolates of *Guignardia citricarpa* and *G. mangiferae* isolated from *Citrus* spp. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht 120:103-110.

Barbosa, J.C., Maldonado Jr., W. 2011. **AgroEstat** - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos. Versão 1.1.0.696. No prelo.

Ben-David, A., Bashan, Y., Okon, Y. 1986. Ethylene production in pepper (*Capsicum annuum*) leaves infected with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **Physiological and**

Molecular Plant Pathology 29:305-316. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0048-4059\(86\)80047-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-4059(86)80047-9)>. Acesso em: 25 jun. 2013.

Boteon, M., Capello, F.P., Gomes, F.G., Viana, M.M. 2013. É viável continuar na citricultura? **Hortifruti Brasil** 123:10-26

Caixeta, M.P., Coraza Nunes, M.J., Vida, J.B., Nunes, W.N., Tessmann, D.J., Zanuto, C.A., Muller, G.R. 2005. Ocorrência da pinta preta dos citros (*Guignardia citricarpa*) no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília 30(1):136.

Calavan, E.C. 1960. Black spot of citrus. **The California Citrograph**, Los Angeles 46 (11):21-24.

Costa, H., Ventura, J.A., Arleu, R.J., Aguilar-Vildoso, C.I. 2003. Ocorrência da pinta preta (*Guignardia citricarpa*) em citros no estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília 28:205. Suplemento.

Doidge, E.M. 1929. Some diseases of citrus prevalent in South Africa. **South African Journal of Science**, Pretoria 26:320-325.

El-Otmani, M. 1992. Uso dos principais reguladores de crescimento na produção de citros. **Anais do Segundo Seminário Internacional de Citros: Fisiologia**. Campinas SP. Fundação Cargill. p. 43-51.

Fagan, C., Goes, A. 1999. Efeito da severidade da mancha preta dos frutos cítricos causada por *Guignardia citricarpa* na queda de frutos de laranja 'Natal'. **Fitopatologia Brasileira** 24:282. (Suplemento).

Fagan, C., Goes, A. 2000. Efeito da mancha preta dos frutos cítricos causada por *Guignardia citricarpa* nas características tecnológicas do suco de frutos laranja 'Natal' e 'Valência'. **Summa Phytopathologica** 26:122.

Feichtenberger, E. 1996. Mancha preta dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja** 17:93-108.

Feichtenberger, E., Bassanezi, R.B., Spósito, M.B., Belasque Jr., J. 2005. Doenças dos Citros. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das Plantas Cultivadas**. 4. ed. São Paulo SP: Ceres. v. 2.

FUNDECITRUS. 2008. **Manual de Pinta preta**. Araraquara SP: FUNDECITRUS. 12 p. (Manual Técnico).

FUNDECITRUS. 2010. Pinta preta é detectada na Flórida. **Citricultor** 4:4-5.

FUNDECITRUS. 2013. **Grade de inseticidas, acaricidas, fungicidas da Produção Integrada dos Citros-PIC Brasil**. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/pdf/PIC-31-05-2013.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2013.

Gasparotto, L., Goes, A., Pereira, J.C.R., Baldassari, R.B. 2004. Ocorrência da Mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos citros no Estado de Amazonas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu 30:126.

Goes, A., Feichtenberger, E. 1993. Ocorrência da mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (McAlp) Van der Aa em pomares cítricos do Estado de São Paulo. Anais. In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia, X**. Aracajú, 1992. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia. 1993. 318p.

IBGE. 2013. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro RJ. IBGE 26(2):1-84.

Kiely, T.B. 1948. Control and epiphytology of black spot citrus on the central coast of New South Wales. Department of Agriculture Science. (Bulletin).

Klotz, L.J. 1978. Fungal, bacterial and nonparasitic diseases and injuries originating in the seedbed, nursery and orchard. In: Reuther, W., Calavan, E.C., Carman, G.E. (Eds.). **The Citrus Industry**. Davis CA: University of California. p. 1-66.

Kotzé, J.M. 1963. Studies on the black spot disease of citrus caused by *Guignardia citricarpa* Kiely with particular reference to its epiphytology and control at Lebata. **PhD Thesis**. Pretoria. University of Pretoria.

Kotzé, J.M. 1981. Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. **Plant Disease** 65(12):945-950.

Nega, B. 2012. FDA testing orange juice imports for carbendazim, notifies industry. **U. S. Food and Drug Administration**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Pesticides/ucm286302.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2013.

Neves, M.F, Trombin, V.G., Kalaki, R.B., Lopes, F.F. 2012. **A Laranja do Campo ao Copo**. São Paulo: Atlas. 218 p.

Oliveira, E., Gama, E.E.G., Teixeira, F.F., Oliveira, A.C., Silva, A.R. 2012. Controle genético da resistência do milho ao enfezamento pálido causado por espiroplasma. **Tropical Plant Pathology** 37 (Suplemento). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67455/1/Controle-genetico.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

Robbs, C.F. 1990. A mancha preta dos frutos cítricos (*Phyllosticta citricarpa*): ameaça à citricultura paulista. **Laranja** 11:87-95.

Robbs, C.F., Bittencourt, A.M. 1995. **A mancha preta dos frutos**: um dos fatores limitantes à produção citrícola do estado do Rio de Janeiro. CTAA EMBRAPA. p.1-5. v. 19. (Comunicado Técnico).

Rocha, J.G. 2005. Dinâmica espaço-temporal da atrofia dos ramos do cafeeiro causada por *Xylella fastidiosa*. 67 f. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/2773/190296f.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 jun. 2013.

Rossetti, V.V. 2001. Doenças Causadas por Fungos. In: _____. **Manual Ilustrado de Doenças dos Citros**. Piracicaba SP: FEALQ/FUNDECITRUS. p. 127-131.

Rossêto, M.P. 2009. Resistência varietal e manejo da mancha preta dos citros. 75 f. **Dissertação de Mestrado**. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas.

Scaloppi, E.M.T. 2010. Mancha preta dos citros: técnicas de manejo e queda precoce de frutos. 65 f. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<http://fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2412.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

Scaloppi, E.M.T., Aguiar, R.L., Goes, A.D., Sposito, M.B. 2012. Efeito do manejo cultural e químico na incidência e severidade da mancha-preta dos citros. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34:102-108

Schmidt, J. 2003. Ocorrência de pinta preta causada por *Guignardia citricarpa* Kiely em pomares de citros sob manejo orgânico no município de Montenegro, RS. 77 f. **Dissertação de Mestrado**. Porto Alegre RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2694/000379784.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 jun. 2013.

Schubert, T.S., Dewdney, M.M., Peres, N.A., Palm, M.E., Jeyaprakash, A., Sutton, B., Mondal M., Wang, N.Y., Rascoe, J., Picton, D.D. 2012. First report of *Guignardia citricarpa* associated with citrus black spot on sweet orange (*Citrus sinensis*) in North America. **Plant Disease** 96(8):1225. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-01-12-0101-PDN>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

Sharon, A., Elad, Y., Barakat, R., Tudzynski, P. 2007. Phytohormones in Botrytis-Plant Interactions. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N. (Eds.) **Botrytis: Biology, Pathology and Control**. The Netherlands. Springer. p. 163-179. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-2626-3_10>. Acesso em: 29 jun. 2013.

Silva, R.A., Reis, V.M., Baldani, J.I., Olivares, F.L. 2008. **Defesa de plantas contra o ataque de fitopatógenos**. Seropédica RJ: Embrapa Agrobiologia. 49 p. Disponível em <www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/doc250.pdf>. Acesso em: 16 set. 2010.

Silva, S.X.B., Nunes, C.C.S., Santana, O.S., Guimarães, R.S., Santos Filho, H.P., Aguilar-Vildoso, C.I. 2012. Serviço de vigilância ativa da defesa agropecuária detectou nova ocorrência fitossanitária na citricultura baiana. **Seagri**. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/bahia_agricola_v9_n2/3_comunicacao04v9n2.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2013.

Silva-Junior, G.J., Pereira, R.G., Marin, D.R., Wulff, N.A., Scapin, M.S., Sala, I. 2012. First report of false melanose symptoms of Citrus Black Spot on sweet orange leaves in Brazil. In: **XII International Citrus Congress, International Society of Citriculture (ISC)**. Valencia, Spain. p. 260.

Spósito, M.B. 2003. Dinâmica temporal e espacial da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) e quantificação dos danos causados à cultura dos citros. 112 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

Spósito, M.B., Amorim, L., Belasque Jr., J., Bassanezi, R.B., Aquino, R. 2004. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira** 29:81-85.

Spósito, M.B. 2006. Mancha ou Pinta-preta dos Citros. In: Zambolim, L. & Bassanezi, R. B. **Doenças quarentenárias dos citros**. Viçosa MG: UFV. p. 93-108.

Spósito, M.B. 2010. Atualização no controle da pinta preta dos citros. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis 8-10.

Stamler, G., Schutte, G.C., Speakman, J., Miessner, S., Crous, P.W. 2013. *Phyllosticta* species on citrus: Risk estimation of resistance to QoI fungicides and identification of species with cytochrome b gene sequences. **Crop Protection** 48:6-12.

Sutton, B.C., Waterston, J.M. 1966. *Guignardia citricarpa*. Kew: C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria 85, CAB International, Wallingford, UK.

Timmer, L.W. 1999. Diseases of fruit and foliage. In: Timmer, L.W., Duncan, L.W. (Eds.). **Citrus Health Management**. Saint Paul MN: APS Press. p. 107-115.

Timmer, L.W. 2000. Black Spot. In: Timmer, L.W., Garnsey, S.M., Graham, J.H. **Compendium of Citrus Diseases**. 2 ed. Sant Paul, Minnesota: APS Press. 92 p.

Vinhas, T. 2011. Controle químico da *Guignardia citricarpa*, agente causal da mancha preta dos citros em frutos de laranja 'Valência'. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara. Fundo de Defesa da Citricultura.