



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA
CÂMPUS URUPEMA
MANEJO DE POMARES DE MACIEIRA E PEREIRA**

FATORES PREPONDERANTES NA OCORRÊNCIA DE “BITTER PIT” EM MAÇÃS

Roberto Takechi Hirata

Urupema, SC

2021



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA
CÂMPUS URUPEMA
MANEJO DE POMARES DE MACIEIRA E PEREIRA**

Roberto Takechi Hirata

FATORES PREPONDERANTES NA OCORRÊNCIA DE “BITTER PIT EM MAÇÃS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Manejo de Pomares de Macieira e Pereira do Câmpus Urupema do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do diploma de Especialista em Manejo de Pomares de Macieira e Pereira.

Urupema, SC

2021

Hirata, Roberto Takechi
H668f Fatores preponderantes na ocorrência “bitter pit” em maçãs. /
Roberto Takechi Hirata ; orientadora: Paula Iaschitzki Ferreira. -- 2021.
14 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)-Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Urupema, 2021.
Inclui bibliografias

1. *Malus domestica B.*. 2. Maçã - Distúrbio fisiológico. 3. Maçã -
Pós-colheita. 4. Plantas - Fisiologia. 5. Maçã - Armazenamento. I.
Ferreira, Paula Iaschitzki. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina – Especialização em Manejo de Pomares e
Macieira e Pereira. III. Título.

CDD 634.11

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Maria Isabel Soares Feitosa (CRB-14/1705)

Roberto Takechi Hirata

FATORES PREPONDERANTES NA OCORRÊNCIA DE “BITTER PIT EM MAÇÃS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Manejo de Pomares de Macieira e Pereira do Câmpus Urupema do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do diploma de Especialista em Manejo de Pomares de Macieira e Pereira.

Aprovado em 13 de abril de 2021

Paula Iaschitzki Ferreira Dra. (IFSC-Urupema)
(Presidente/Orientadora)

Rogério de Oliveira Anese (IFSC- Urupema)

André Rodrigues da Costa (IFSC-Urupema)

Urupema, SC

2021

RESUMO

FATORES PREPONDERANTES NA OCORRÊNCIA DE “BITTER PIT” EM MAÇÃS

AUTOR: Roberto Takechi Hirata

ORIENTADORA: Paula Iaschitzki Ferreira

O “Bitter pit” é um distúrbio fisiológico que causa grande prejuízo na cultura da maçã. Como grande parte do fruto é armazenado durante longo período para comercialização, esse distúrbio ocorre na pós-colheita, no processo de conservação dos frutos, porém seu diagnóstico pode ocorrer na pré-colheita e dessa forma diminuir as perdas. O estudo de aspectos relacionados a ocorrência de “Bitter pit” pode contribuir aos profissionais da área, acadêmicos e produtores, para um maior entendimento sobre este desse distúrbio fisiológico. Este trabalho objetivou realizar um levantamento bibliográfico sobre o “Bitter pit”, fatores preponderantes para ocorrência e medidas de controle, destacando os sintomas e suas principais causas.

Palavras-chave: *Malus domestica* B.; Distúrbio fisiológico; Pós-colheita.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 MACIEIRA	5
3 BITTER PIT	7
3.1 FATORES PREPONDERANTES AO APARECIMENTO DE “BITTER PIT” E MEDIDAS DE CONTROLE.....	9
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11
REFERÊNCIAS	12

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio da maçã localiza-se no Sul do Brasil, envolvendo seus três estados, notadamente nas regiões mais frias dos mesmos, destacando-se a região de Vacaria, no Rio Grande do Sul, São Joaquim e Fraiburgo, no Estado de Santa Catarina, e de Palmas, no Estado do Paraná (Petri et al., 2011).

Segundo Brackman et al. (2010) para se ter uma oferta de maçã com qualidade durante todo o ano é necessário a conservação do fruto em câmaras frias, porém no armazenamento ocorrem perdas pós-colheita, devido ao surgimento de doenças, danos mecânicos e distúrbios fisiológicos.

Entre os distúrbios fisiológicos, o "bitter pit" é um dos mais importantes, e pode ocasionar perdas pós-colheita de até 30%, em frutos provenientes de pomares com elevado risco e em safras agrícolas que propiciam a sua ocorrência (Basso, 2002 citado por Miqueloto et al., 2011).

Demonstrar os conhecimentos de muitos artigos em um único documento de forma harmoniosa ajudará alunos de cursos da área de Ciências Agrárias no processo de aprendizagem sobre o tema, além de auxiliar produtores e técnicos que atuam na área. Assim, é importante ressaltar que para a compreensão do "Bitter pit" é necessário agregar conhecimentos de vários fatores, como colheita do fruto antes da maturação, poda e raleio excessivo, adubações pesadas de N ou K, importância do cálcio, entre outros.

Portanto, este estudo tem como objetivo agrupar o conhecimento sobre o distúrbio fisiológico "Bitter pit", que se encontram disponíveis na literatura científica, enfocando a contribuição desses nos fatores preponderantes para a ocorrência deste distúrbio em maçãs.

2 Macieira

A macieira, devido sua exigência em horas de frio é a frutífera de clima temperado mais cultivada no Sul do Brasil. As maçãs brasileiras são produzidas em áreas acima de mil metros de altitude, no planalto e meio oeste catarinense, nordeste gaúcho e no sul paranaense o que proporciona produtividade e qualidade (Longo,

2017). As cultivares mais produzidas no Brasil são a ‘Gala’ e ‘Fuji’, as quais representam cerca de 90% da produção (Petri et al., 2011).

Os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul representam cerca de 97,3% da Produção Brasileira (EPAGRI/CEPEA, 2018). De acordo com Landau e Silva (2020) a média anual nestes estados tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas, passando, respectivamente, de 270.325 e 216.429 toneladas em 1990-1999 para 612.002 e 601.453 toneladas em 2010-2016.

Em 2018 a exportação de maçã fresca e suco rendeu a cadeia produtiva aproximadamente US\$ 9,98 milhões, porém uma tendência de comercialização no mercado nacional durante todo ano vem diminuindo as exportações (ANUARIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2020).

Para se ter um fruto conservado e com qualidade durante todo o ano e atingir um bom valor econômico, 90% da produção de maçã é destinada ao armazenamento (Associação Brasileira de Produtores de Maçã, 2004). No entanto, nesta etapa pode ocorrer muitas perdas pós-colheita, que estão relacionadas à distúrbios fisiológicos.

3 BITTER PIT

A maior parte da produção de maçãs é destinada à armazenagem, permitindo sua comercialização durante longos períodos após a colheita (Mazzurana et al., 2016). Contudo durante a conservação, ocorrem perdas pós-colheita, devido ao surgimento de doenças, danos mecânicos e distúrbios fisiológicos (Brackmann et al., 2010).

De acordo com Flores-Cantilano e Girardi (2004), os distúrbios fisiológicos são alterações de caráter não-parasitário que afetam as frutas, alterando seu metabolismo normal durante a maturação e senescência e produzem uma aparência (externa ou interna) e/ou sabores anormais na fruta. Estes autores ainda citam que fatores de pré e pós-colheita que condicionam o aparecimento desses problemas são: estágio de maturação, desequilíbrios nutricionais, período entre a colheita e a refrigeração, condições climáticas durante o desenvolvimento da fruta no pomar, manejo no pomar e condições de armazenagem.

Dentre estes distúrbios fisiológicos o “Bitter pit” é um dos que mais depreciam a qualidade da maçã em todos os países produtores (Ferguson; Watkins, 1989; Saure, 2005 citados por Amarante et al. 2011). Seus sintomas são manchas circulares, deprimidas, escuras, de 3 a 6 mm de diâmetro, que penetram na polpa, e seu tecido

abaixo da mancha é seco e corticento (Flores-Cantillano e Girardi, 2004). Segundo estes autores é mais abundante entre as regiões do cálice e equatorial da fruta, aparecendo durante o primeiro mês de armazenamento e em casos severos pode aparecer na colheita. A figura 1 demonstra os sintomas externos do distúrbio fisiológico de Bitter pit em frutos de macieira.

Figura 1: Dano externo causado pelo Bitter pit em maçãs.



Foto: C.L. Girardi. Fonte: Flores-Cantillano e Girardi, 2004.

Conforme Ferguson e Watkins (1989) citado por Chaves (2005), mesmo cultivares com baixa suscetibilidade sob condições de crescimento normais, podem apresentar uma grande incidência de "Bitter pit" sob circunstâncias agravantes, tais como baixa carga de fruto, verões secos, podas muito severas, adubação nitrogenada pesada ou colheita antecipada do fruto.

Alguns estudos têm abordados a ocorrência de "Bitter pit" em diferentes cultivares. Amarante et al. (2006a) em estudo sobre identificação de nutrientes e relações nutricionais que afetam a severidade de incidência de "Bitter pit", em frutos da cultivar Gala, concluíram que para a cultivar Gala o aumento na severidade de "Bitter pit" é o resultado de baixos teores de Ca nos tecidos da casca e da polpa e altos teores de K no tecido da casca; e também que a amostragem da casca é mais indicada para a análise nutricional visando a caracterizar a ocorrência de "Bitter pit" em maçãs 'Gala'; e que maçãs 'Gala' com relação K/Ca no tecido da casca igual ou superior a 12,4 são suscetíveis ao "Bitter pit". Amarante et al. (2006b) em estudo para

identificar os nutrientes e/ou relações nutricionais que afetam a severidade de "Bitter pit" em maçãs da cultivar Catarina, concluíram que o aumento na severidade de "Bitter pit" na cultivar Catarina é o resultado de baixas concentrações de Ca nos tecidos da casca e da polpa, bem como dos elevados valores das relações Mg/Ca, (K+Mg)/Ca e (K+Mg+N)/Ca na casca. Segundo Miqueloto et al. (2011) em estudo para identificar os atributos fisiológicos, físico-químicos e minerais associados à ocorrência de "bitter pit" em maçãs 'Fuji' e 'Catarina', verificaram que a ocorrência de "bitter pit" em maçãs 'Fuji' e 'Catarina' está associada a menores teores de Ca, altos valores da relação (K+Mg+N)/Ca nos tecidos da casca e da polpa da região pistilar, maiores taxas respiratórias, de produção de etileno e de acidez titulável, e menor firmeza de polpa, texturas da casca e da polpa e percentagem de cor vermelha nos frutos; e também que a força para penetração na polpa e a relação K/Ca na polpa, em maçãs 'Fuji', e a acidez titulável e a relação K/Ca na casca, em maçãs 'Catarina', são os atributos que melhor discriminam frutos com e sem "bitter pit". Amarante et al. (2011) em estudo para identificar os atributos minerais na casca e na polpa relacionados à severidade de "bitter pit" em maçãs 'Fuji', concluíram que o teor de cálcio na casca é o melhor indicativo da suscetibilidade ao "Bitter pit" em maçãs 'Fuji'. Miqueloto et al. (2014) avaliaram a relação entre a funcionalidade do xilema, a deficiência de cálcio e a incidência de Bitter pit em maçãs 'Fuji' e 'Catarina' e registraram que durante o desenvolvimento dos frutos, as maçãs 'Catarina' demonstraram uma perda mais precoce da funcionalidade do xilema, menor teor de Ca, maior teor de K e maiores relações K / Ca, (K + Mg) / Ca e (K + Mg + N) / Ca em comparação com Maçãs 'Fuji'. De acordo com estes autores a grande perda na funcionalidade do xilema em maçãs 'Catarina', que levou a uma razão mais alta (K + Mg + N) / Ca na fruta, parece explicar a maior suscetibilidade ao Bitter pit em comparação com 'Fuji'; mostrando com isso, a funcionalidade do xilema pode ser uma chave fisiológica para inferir sobre este distúrbio. Santos (2015) em estudo para avaliar as diferenças entre as cultivares Fuji e Catarina quanto à taxa de crescimento e composição mineral nas diferentes regiões dos frutos, que podem estar relacionadas à suscetibilidade diferenciada entre as duas cultivares, conclui que a cultivar Catarina apresenta taxa de crescimento dos frutos superior a cultivar Fuji, favorecendo a diluição de Ca no fruto, o que pode estar associada à sua alta suscetibilidade a "bitter pit".

3.1 FATORES PREPONDERANTES A OCORRÊNCIA DE “BITTER PIT” E MEDIDAS DE CONTROLE

Conforme discutido acima o distúrbio fisiológico relacionado ao “Bitter pit” tem como maior influência níveis baixos de Ca em relação a altos teores de N, Mg e K. Segundo Amarante et al. (2010) o risco de ocorrência de “Bitter pit” é normalmente avaliado por meio da análise mineral (teores de Ca, N, K e Mg) dos frutos.

O cálcio é constituinte da parede celular, em baixos teores influência negativamente a permeabilidade seletiva da membrana celular, ocasionando danos na célula, que causam degradação e morte (Flores-Cantilano e Girardi, 2004). Estes autores ainda citam que níveis adequados de cálcio mantêm a fruta firme, com menor taxa respiratória, menor índice de podridões e alterações fisiológicas. Embora esse nutriente esteja disponível no solo, pode ocorrer deficiência no frutos pois ele é transcolado em baixas concentrações via floema, sendo o fruto suprido por cálcio no início do desenvolvimento via xilema (Brackmann et al., 2010).

Miqueloto et al. (2011) relataram que os frutos com "bitter pit" apresentaram maiores teores de N na polpa e menores teores de Ca total. Segundo Qil et al. (1995), citado por Miqueloto et al. (2011), há uma forte relação entre os elevados teores de N e a perda na firmeza pois, aparentemente, o excesso de N reduz a capacidade do tecido mesocárpico em acumular Ca. De acordo com Ernani (2003) o excesso de N, por outro lado, também é prejudicial, pois estimula o desenvolvimento vegetativo excessivo, com reflexos negativos na qualidade das gemas e dos frutos, principalmente na coloração e no aparecimento de distúrbios fisiológicos, dentre eles “Bitter pit”.

Como os íons Ca^{2+} são transportados principalmente pelo xilema (Saure, 2005), essa é a explicação lógica de porque algumas cultivares apresentam maior suscetibilidade ao distúrbio. Miqueloto et al. (2014) observaram uma redução nos feixes vasculares corticais primários durante o período de 40 a 188 dias após a plena floração em maçãs ‘Catarina’ e ‘Fuji’. A maior manutenção da funcionalidade do xilema em maçãs ‘Fuji’ pode ser devido a um maior número e / ou maior viabilidade de células procambiais, em comparação com maçãs ‘Catarina’. As células procambiais dão origem a novos elementos do xilema (protoxilema e metaxilema) (Chatelet et al., 2008) que são capazes de substituir e desempenhar a função de elementos do xilema colapsados.

Diante do exposto, práticas de manejo incorretas podem contribuir para o aparecimento desse distúrbio fisiológico. Práticas culturais como raleio intensos que ocasionam um aumento do calibre dos frutos, podas severas originando crescimento vegetativo, adubação desequilibrada promovendo elevado vigor vegetativo e frutos maiores, além de colheitas antecipadas, fazendo com que o fruto não tenha maturação ótima são fatores que influenciam o “Bitter pit” (Guerra, 2009). Segundo Chaves (2005) a poda equilibrada não vai gerar excesso de crescimento vegetativo para que haja uma competição entre folha e fruto pelo cálcio, assim como raleio para que não ocorra frutos maiores e dessa forma o cálcio não supra a demanda pelo fruto diminuirá a incidência de “Bitter pit”. Segundo Magrin (2017) maçãs colhidas antes do ponto de maturação ideal exibem boa conservação pós-colheita, porém apresentam aspectos indesejáveis como frutos pequenos de pouca coloração e maior suscetibilidade a distúrbios fisiológico como o “Bitter pit”.

A análise foliar ou do fruto é uma ferramenta que permite diagnosticar algum desequilíbrio nutricional durante o crescimento e próximo a colheita e dessa forma tomar uma medida de correção para resolver o problema (Flores-Cantilano e Griradi, 2004). Cinco pulverizações com sais de cálcio durante o crescimento do fruto, fase entre o final da floração até cerca de 40 dias após a plena floração diminuem a incidência do distúrbio (Chaves, 2005). Outro aspecto importante é o emprego de infiltração com solução de cloreto de magnésio na predição do risco de ocorrência de “Bitter pit” em maçãs durante o armazenamento refrigerado, conforme avaliado por Amarante et al. (2009).

Considerando o exposto as principais medidas para o controle de Bitter pit em maçãs, são:

- Utilização de cultivares pouco suscetíveis à ocorrência, ou seja, cultivares com xilemas funcionais e bom aporte de Cálcio.
- Manejo adequado do solo com boa calagem e adubação equilibrada, evitando especialmente o excesso de nutrientes antagonistas ao Cálcio, como N, Mg e K.
- Manter um equilíbrio vegetativo/produtivo na planta com manejos de poda, raleio e controle do crescimento adequados.
- Colheita na época adequada é fundamental para reduzir as chances do aparecimento do distúrbio.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo percorrer vários estudos sobre o “Bitter pit”, afim de ajudar técnicos, profissionais da área e agricultores para esclarecer e diminuir a perda com esse distúrbio fisiológico.

O principal atributo relacionado ao “Bitter pit” é o Cálcio, devido ser constituinte da parede celular dando estrutura e resistência para mesma, teores baixos de Ca é o principal fator que ocasiona o “Bitter pit”, além de altos teores de (Mg, K, N) / Ca. Dessa maneira, uma amostragem de solo, interpretação e recomendação para se ter um solo equilibrado, sem acidez, para se ter um bom crescimento de raiz e melhor o aporte de nutrientes para planta principalmente do cálcio, são ações que visam mitigar o problema do “Bitter pit” em maçãs. Ainda, evitar adubações pesadas de N, para não ter um aumento no crescimento vegetativo, aumento do calibre dos frutos, e de Mg, K para não elevar relação desses nutrientes em relação ao Cálcio; realizar teste foliares e de frutos para ver a necessidade de aplicações de cálcio e também prever o tempo que esses frutos poderão ser armazenados, são ações que podem contribuir como medidas de controle. As aplicações de Ca, quando necessárias, devem ser realizadas semanalmente, durante o crescimento do fruto, fase entre o final da floração até cerca de 40 dias após a plena floração. Outro aspecto importante está relacionado ao melhoramento genético. É necessária a obtenção de materiais com maior aproveitamento de cálcio, frutos menores, mas de aceitação no mercado, além de maximizar pesquisas com porta enxertos. A escolha de cultivar também é importante, pois algumas cultivares são mais tolerantes ao “Bitter Pit”, dessa forma ocasionaram mais perdas e diminuirá o tempo de armazenamento.

Por fim o manejo do pomar, evitando podas drásticas, raleios excessivos, colheita antecipada, falta de água, são práticas importantes para diminuir o “Bitter Pit”.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C.V.T; ERNANI, P.R; STEFFENS, C. A. **Identificação pré-colheita do risco de ocorrência de “Bitter Pit” em maçãs ‘Gala’ por meio de infiltração com magnésio e análise dos teores de cálcio e nitrogênio nos frutos.** Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2009, p. 3.

AMARANTE, C. V. T. et al. **O teor de cálcio na casca é indicativo da suscetibilidade ao “Bitter Pit” em Maçãs ‘Fuji’.** Jaboticabal, Rev. Bras. Frut. V.33, n.1, p. 180-186, março 2011.

AMARANTE, C. V. T; ERNANI, P. R.; CHAVES, D. V. **Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “Bitter Pit” em maçãs ‘Gala’.** Pesq.agropec.bras., Brasília, v.41, n.5, p.841-846, maio 2006

AMARANTE, C.V.T.; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. **Composição Mineral de severidade de “Bitter Pit” em maçãs ‘Catarina.** Rev. Bras. Frut., Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.51-54, Abril 2006.

ANUARIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI.2020. Santa Cruz do Sul: Editora Santa Cruz, 2019.

BRACKMANN A. et al. **Aplicação pré – colheita de cálcio na qualidade pós-colheita de maçãs ‘Fuji’.** Santa Maria, Ciência Rural, V.40, n. 6, p.1435-1438, jun, 2010.

CHATELET, D.S., ROST, T.L., SHACKEL, A.K., MATTHEWS, M.K. **The peripheral xylem of grapevine (Vitis vinifera) structural integrity in post-veraison berries.** J. Exp. Bot. 59, 1987–1996, 2008.

CHAVES, D. V. **Teores nutricionais e ocorrência de “Bitter Pit” em maçãs das cultivares Gala e Catarina.** Lages, 2005, 43 p. Tese (Mestre produção Vegetal). Programa de Mestrado em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2005.

EMBRAPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária. **Evolução da produção de maçã.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214988/1/Cap28-EvolucaoProducaoMaca.pdf> .

EPAGRI/CEPEA - **SINTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA (EPAGRI/CEPEA).** Departamento de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Boletins Informativos de 2018.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de Nitrogênio e Adubação Nitrogenada para a Macieira.** Lages: Graphel, 2003. 76p.

FERGUSON IB, WATKINS CB. **Bitter pit in apple fruit.** Hort v.11, p. 289-355, 1989.

FLORES-C.F.; GIRARDI C.L. **Distúrbios Fisiológicos**. In: Maçã : pós-colheita / editor técnico César Luis Girardi. – Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 109 p. ; il.; (Frutas do Brasil; 39).

GUERRA, A.P.T. O “Bitter pit” na maçã. Direção Regional de Agricultura e Pesca do Norte – DRAP NORTE. Núcleo de relações e documentações públicas. Ficha técnica n. 20. 1 ed., 2009. ISBN 978-989-8201-13-3

LANDAU E. C.; SILVA G.A. **A Evolução da Produção de Maçã**. Empresa de pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Comunicação pessoal de Alexandre Hoffman, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS enviado por e-mail em 10/maio/2020.

LONGO, D.R. **Desenvolvimento de sistema de informação Geográfica para mapeamento de qualidade de maçã**. Medianeira, 2017. 91 p. Tese (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós graduação em tecnologias computacionais para o Agronegócio. Medianeira, 2017.

MAZZURANA, ELIS REGINA et al . **POTENCIAIS BENEFÍCIOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAGEM EM ATMOSFERA CONTROLADA DE MAÇÃS ‘GALA’ TRATADAS COM 1-MCP**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal , v. 38, n. 1, p. 43-52, Feb. 2016.

MAGRIN, F. P. et al. **Índice de Maturação para o ponto ideal de colheita de maçã ‘SC425 Luiza’**. Agropecuaria Catarinense, Florianópolis, v.30, n.3, p.55-60, set./dez. 2017.

MIQUELOTO, A. et al. **Atributos fisiológicos, físico-químicos e minerais associados à ocorrência de “Bitter Pit” e maçãs**. Pesq.agropec. bras., Brasília, v.46, n.7, p. 689-696, jul. 2011.

MIQUELOTO, A.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; DOS SANTOS, A.; MITCHAM, E. **Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit**. Scientia Horticulturae , v. 165, p. 319-323, 2014.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. 1, p. 48-56, 2011.

SANTOS, A. **Estudo de Métodos de Amostragem e de Distribuição Mineral em maçãs como ferramenta para segregar frutos com predisposição ao “Bitter Pit”**. Lages, 2015. 66p. Tese (Mestre Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Lages, 2015.