

PREDIÇÃO DE “BITTER PIT” EM MAÇÃS ‘GALA’ POR MEIO DA INFILTRAÇÃO DOS FRUTOS COM MAGNÉSIO¹

CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE², PAULO ROBERTO ERNANI³
CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS⁴

RESUMO - O “bitter pit” é considerado um dos principais distúrbios fisiológicos pós-colheita que ocorrem em maçãs. A análise nutricional dos frutos (concentrações de Ca, Mg, K e N), normalmente utilizada na avaliação do risco de ocorrência de “bitter pit”, apresenta custo elevado e tem-se mostrado pouco eficiente para este fim. Isto tem estimulado o desenvolvimento de métodos alternativos para a predição em pré-colheita do risco de ocorrência pós-colheita de “bitter pit”. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a viabilidade de utilização do método de infiltração de maçãs ‘Gala’ com magnésio (Mg), na predição do risco de ocorrência de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado. Em adição a isto, os valores de Ca na casca e na polpa (mg kg⁻¹ de peso fresco), relacionados aos diferentes níveis de severidade e incidência de “bitter pit”, em frutos infiltrados com Mg ou armazenados em câmara fria, foram representados graficamente, com o objetivo de prever o risco de “bitter pit” com base nas concentrações de Ca. Os frutos foram colhidos em pomar com histórico de elevada incidência de “bitter pit”, em Lages (SC), na safra 2003/2004, de 20 plantas previamente marcadas aleatoriamente. Os frutos utilizados para a infiltração (30 frutos por planta) foram colhidos 20 dias antes da maturação comercial, enquanto os frutos armazenados em câmaras frigoríficas (100 frutos por planta) foram colhidos na maturação comercial. Os valores de Ca nos frutos, acima dos quais houve baixo risco de ocorrência de “bitter pit”, foram similares entre frutos infiltrados e não infiltrados com Mg, correspondendo a 55 e 192 mg kg⁻¹, na polpa e na casca, respectivamente. A concentração de Ca quantificada no tecido da casca mostrou-se melhor indicador do risco de “bitter pit” em relação ao tecido da polpa. Os dados obtidos demonstram que o método de infiltração com Mg representa uma alternativa viável visando a avaliar o risco de ocorrência de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado em maçãs ‘Gala’ cultivadas no Sul do Brasil.

Termos para indexação: *Malus domestica* Borkh., cálcio, distúrbio fisiológico, análise de risco, pós-colheita.

PREDICTION OF BITTER PIT IN ‘GALA’ APPLES BY MEANS OF FRUIT INFILTRATION WITH MAGNESIUM

ABSTRACT - Bitter pit is one of the main postharvest physiological disorders in apples. Fruit mineral analysis (concentrations of Ca, Mg, K, and N), normally used to assess bitter pit risk, is expensive and shows a low predictive potential. This has stimulated the development of alternative methods to predict at the preharvest period the postharvest risk of bitter pit occurrence. The objective of this work was to assess the feasibility of fruit infiltration with Magnesium (Mg) to predict the risk of bitter pit occurrence during cold storage of ‘Gala’ apples. In addition, Ca concentrations (mg kg⁻¹ of fresh weight) in the flesh and skin tissues of the fruit with different levels of bitter pit severity and incidence, in both fruits, infiltrated with Mg or left in cold storage, were plotted to predict the risk of bitter pit in terms of Ca content. Fruits were harvested in an orchard with high incidence of bitter pit, in Lages, SC, in 2003/2004. Samples of fruits were harvested from 20 randomly marked trees, corresponding to 30 fruits for infiltration with Mg (harvested 20 days before the commercial maturity) and 100 fruits for cold storage (harvested at the commercial maturity). The levels of Ca in the fruits above those which there were low risk of bitter pit were similar among fruits infiltrated with Mg and those left in cold storage, corresponding to 55 and 192 mg kg⁻¹ for flesh and skin tissues, respectively. The Ca concentration quantified in the skin tissue provided a better prediction of bitter pit risk than when quantified in the flesh tissue. The results showed that fruit infiltration with Mg represents a feasible method to assess the bitter pit risk during cold storage in ‘Gala’ apples grown in Southern Brazil.

Index terms: *Malus domestica* Borkh., calcium, physiological disorder, risk analysis, postharvest.

¹(Trabalho 254-08). Recebido em: 03-10-2008. Aceito para publicação em: 29-07-2009.

²Ph.D., bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. Professor do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Cx. Postal 281, CEP 88520-000, Lages-SC. Autor para correspondência. E-mail: amarante@cav.udesc.br

³Ph.D., bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. Professor do Departamento de Solos e Recursos Naturais, CAV/UDESC, Lages-SC. E-mail: a2pre@cav.udesc.br

⁴Dr., Professor do Departamento de Agronomia, CAV/UDESC, Lages-SC. E-mail: steffens@cav.udesc.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem ocorrido uma grande expansão da produção de maçãs na região Sul do Brasil. Paralelamente, faz-se necessário implementar a qualidade dos frutos e reduzir as perdas pós-colheita, principalmente devido à ocorrência de distúrbios fisiológicos. Na cultura da maçã, o “bitter pit” é um dos principais distúrbios relatados em todos os países produtores (Ferguson & Watkins, 1989). Este distúrbio geralmente se desenvolve durante a fase de frio-conservação. Em casos severos, entretanto, decorrentes da ausência de medidas de prevenção ou em anos com verão extremamente quente e seco, este distúrbio pode ocorrer mesmo antes da colheita (Ferguson & Watkins, 1989).

Os sintomas iniciais de ‘bitter pit’ caracterizam-se por manchas pequenas, que se manifestam pela tonalidade mais escura da película logo acima das áreas afetadas (Meheriuk et al., 1994). Os frutos com sintomas severos podem apresentar também lesões internas em qualquer parte da polpa, chegando até o centro, ocorrendo principalmente na metade inferior do fruto. A cultivar mais suscetível no Sul do Brasil é a Golden Delicious (Nachtigall & Freire, 1998), mas, em condições favoráveis, pode também ocorrer nas cultivares Gala, Fuji e Catarina (Nachtigall & Freire, 1998; Chaves, 2005; Amarante et al., 2006a e 2006b).

O “bitter pit” ocorre em frutos que apresentam baixas concentrações de Ca (Ferguson & Watkins, 1989; Meheriuk et al., 1994) e é agravado pela existência de altas concentrações de Mg, K e N (Faust & Shear, 1968; Argenta & Suzuki, 1994; Nachtigall & Freire, 1998; Amarante et al., 2006a e 2006b). Os teores baixos de Ca prejudicam a permeabilidade seletiva das membranas celulares, resultando em injúria e necrose dos tecidos. O efeito positivo do Ca na preservação da qualidade pós-colheita tem sido atribuído ao fato de o mesmo estar associado com as substâncias pécticas da lamela média e com as membranas celulares, conferindo rigidez aos tecidos e preservando as características de permeabilidade seletiva do sistema de membranas celulares (Ferguson & Watkins, 1989; Poovaiah, 1986; Poovaiah et al., 1988). Além disto, o Ca tem importante papel regulatório no metabolismo celular (Taiz & Zeiger, 2002).

A análise das concentrações de Ca nos frutos, bem como dos elementos Mg, K e N, é a forma mais utilizada pelas empresas produtoras de maçãs na avaliação do risco de ocorrência de “bitter pit”. Todavia, estas análises são caras, relativamente demoradas, requerem equipamentos especializados e muitas vezes

apresentam baixa capacidade de predição do risco de ocorrência da desordem. Além disso, devido à grande variabilidade entre frutos em um mesmo talhão de pomar, é necessário maior número de amostras por unidade de área do pomar para ter boa predição do risco de “bitter pit” (Ferguson & Watkins, 1989). Isto tem estimulado o estudo de métodos alternativos que permitam, de forma rápida, prática e econômica, a predição do risco de ocorrência desse distúrbio em maçãs.

Burmeister & Dilley (1991 e 1994) reportaram a indução de sintomas de “bitter pit” em maçãs infiltradas com solução de $MgCl_2$. Segundo estes autores, frutos com baixas concentrações de Ca e altas concentrações de Mg foram mais suscetíveis ao desenvolvimento de “bitter pit” induzido por infiltração com $MgCl_2$. Em adição, o desenvolvimento de “bitter pit” por infiltração com $MgCl_2$ foi reduzido quando concentrações crescentes de cloreto de cálcio foram incluídas no meio de infiltração. Burmeister & Dilley (1994) e Retamales et al. (2000) observaram boa correlação entre “bitter pit” induzido por infiltração com $MgCl_2$ e a incidência de “bitter pit” após armazenamento refrigerado. Através deste método, os frutos são colhidos cerca de 20 dias antes da colheita comercial, infiltrados a vácuo em uma solução de $MgCl_2$ e avaliados quanto à incidência e severidade de sintomas tipo “bitter pit” após serem deixados durante 10-14 dias em temperatura ambiente (Burmeister & Dilley, 1991 e 1994; Retamales et al., 2000). Na prática, a infiltração com Mg pode permitir rápida e eficiente segregação de frutos quanto à suscetibilidade ao “bitter pit” no momento da colheita comercial.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar a viabilidade do emprego do método de infiltração com solução de $MgCl_2$ na predição do risco de ocorrência de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ durante o armazenamento refrigerado. Em adição a isto, os valores médios de Ca na casca e na polpa, relacionados aos diferentes níveis de severidade e incidência de “bitter pit”, em frutos infiltrados com Mg ou armazenados em câmara fria, foram representados graficamente, com o objetivo de predizer o risco de “bitter pit” com base nas concentrações de Ca.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos utilizados neste estudo foram coletados na safra de 2003/2004 de uma área comercial plantada com macieiras da cultivar Gala enxertada sobre porta-enxerto Marubakaido. O pomar de 18 anos de idade está localizado no município de Lages (SC) e apresenta histórico de elevada incidência de

“bitter pit”. O clima da região é o “Cfb”, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como sendo temperado, com verão fresco (Lemos et al., 1973). As temperaturas médias máximas e mínimas são de 20°C e 16°C, respectivamente, e a precipitação média anual é de 1.200-1.900mm. O solo do pomar apresenta teores de argila e matéria orgânica de 34% e 5,4%, respectivamente, e a análise química resultou nos seguintes valores: pH em água = 6,5; pH SMP = 6,0; P = 42 ppm; K = 59 ppm; Al = 0,0 meq/100g de solo; Ca = 12,1 meq/100g de solo; Mg = 3,9 meq/100g de solo; Cu = 0,9 ppm; Zn = 5,0 ppm; Fe = 33,5 ppm; e Mn = 39 ppm (todos os micronutrientes extraídos com solução de HCl 0,1N, na relação solo/solvente de 1:4).

Vinte plantas foram aleatoriamente marcadas, visando a amostrar toda a área do pomar, nas quais foram feitas as colheitas dos frutos.

A infiltração foi feita em amostras de 30 frutos/planta, todos pesando entre 120-135g. Os frutos foram colhidos no terço médio de todo o perímetro da copa das plantas previamente marcadas, cerca de 20 dias antes do início da colheita comercial. Os frutos foram deixados a 20±4°C/60-70% UR, durante 24 horas, e então submersos em solução de MgCl₂ 0,1 mol L⁻¹, contendo 0,3 mol L⁻¹ de sorbitol (como agente osmótico) e o espalhante adesivo Silwet L-77 AG (0,05%), e infiltrados a vácuo (150 mm de Hg) durante 2 minutos. Os frutos infiltrados foram avaliados quanto à severidade de manchas tipo “bitter pit” (manchas/fruto) induzidas pelo Mg após um período de 14 dias a 20±4°C/60-70% UR.

Amostras de 100 frutos/planta foram colhidas das plantas previamente marcadas durante a maturação comercial. Os frutos, de tamanho uniforme (120-135g), foram armazenados em câmara fria convencional (0-2°C/90-95% de UR), durante quatro meses, e então avaliados quanto à severidade de “bitter pit” (manchas/fruto) após sete dias de permanência a 20±4°C/60-70% UR.

Tanto em frutos infiltrados com Mg como em frutos armazenados em câmara fria, foram selecionados 225 frutos, apresentando ampla variação de severidade de “bitter pit”, os quais foram analisados individualmente quanto às concentrações de Ca (mg kg⁻¹ de peso fresco) na polpa e na casca. Os frutos foram lavados com água destilada antes da remoção dos tecidos para proceder a análise nutricional. Com o auxílio de uma faca, foi efetuada a remoção da casca de toda a superfície do fruto e utilizado todo o tecido da polpa (região do córtex, exceto o tecido da região carpelar central) de cada fruto. O tecido vegetal, tanto da casca quanto da polpa, foi digerido a 350°C, usando-se uma mistura de ácido sulfúrico

concentrado (H₂SO₄) e água oxigenada (H₂O₂, 30 volumes). Três gramas de cada amostra de tecido foram pesados e transferidos para tubos de digestão, aos quais foram adicionados 2 mL de H₂SO₄ e 3 mL de H₂O₂. Em seguida, os tubos foram transferidos para bloco digestor ajustado a uma temperatura inicial de 150°C, a qual foi sendo elevada gradativamente de 50 em 50°C a cada dez minutos até atingir a temperatura final de 350°C. A partir desse momento, as amostras foram mantidas no bloco digestor por três horas, sendo que, na metade desse tempo, foram acrescentados mais 3 mL de H₂O₂ por amostra. Ao término do processo de digestão, as amostras foram retiradas do bloco digestor e, após resfriarem, tiveram o volume completado para 20 mL com água destilada. O Ca foi determinado por espectrofotometria de emissão induzida por plasma.

Após a análise de Ca, os frutos individuais foram agrupados em lotes, com valores crescentes de Ca, em intervalos de 2 mg kg⁻¹ para a polpa e de 10 mg kg⁻¹ para a casca. Foi então calculado o valor médio de Ca, tanto para a polpa como para a casca, e de severidade (manchas/fruto) e incidência (%) de “bitter pit” de todos os frutos pertencentes ao mesmo intervalo de concentrações de Ca. Os valores médios de Ca na casca ou na polpa foram relacionados graficamente com os valores médios de severidade e incidência de “bitter pit”, tanto em frutos infiltrados com Mg como naqueles que desenvolveram naturalmente “bitter pit” após armazenamento refrigerado, com o objetivo de prever o risco de “bitter pit” com base nas concentrações de Ca, bem como de avaliar a viabilidade de emprego do método de infiltração com Mg para prever o risco de “bitter pit” em pós-colheita. As relações quantitativas entre valores médios de concentração de Ca e de severidade e incidência de “bitter bit”, induzido e natural, foram ajustadas através de modelos matemáticos segmentados, constituídos de equações quadráticas (correspondente ao incremento na severidade de “bitter pit” com a redução na concentração de Ca) e lineares (correspondente ao valor mínimo de severidade de “bitter pit”, verificado a partir de determinada concentração de Ca), utilizando o procedimento PROC NLIN do programa SAS (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diminuição na concentração de Ca em maçãs ‘Gala’, quantificada na casca ou na polpa, aumentou a severidade (Figura 1) e a incidência (Figura 2) de “bitter pit”, tanto em frutos infiltrados com Mg como em frutos armazenados em câmara fria.

Em baixas concentrações de Ca, houve maior severidade de “bitter pit” em frutos infiltrados com Mg do que em frutos que desenvolveram naturalmente o distúrbio (Figura 1). Isto sugere que a infiltração com Mg intensifica o aparecimento de lesões do tipo “bitter pit” nos frutos que apresentam baixas concentrações de Ca, ao ocasionar um excessivo desequilíbrio entre estes dois nutrientes, especialmente naqueles colhidos em estágio ainda verde, os quais apresentam maior suscetibilidade ao aparecimento do distúrbio (Ferguson & Watkins, 1989). No entanto, da mesma forma como observado em frutos que foram simplesmente armazenados em câmara fria, frutos infiltrados com Mg manifestaram o aparecimento de mancha de “bitter pit” principalmente na região do cálice, onde a concentração de Ca é menor (Lewis & Martin, 1973; Ferguson & Watkins, 1983). Portanto, a infiltração com Mg é capaz de induzir o aparecimento de “bitter pit” naqueles tecidos predisponentes à manifestação do distúrbio, só que em maior intensidade.

O modelo segmentado relativo às concentrações de Ca na polpa mostrou severidade nula de “bitter pit” de acordo com o tipo de fruto: nos infiltrados com Mg, ocorreu quando eles tinham mais de 32 mg kg⁻¹, enquanto nos armazenados, ocorreu quando eles possuíam mais de 52 mg kg⁻¹ (Figura 1). Apesar dessa disparidade entre os valores críticos de Ca na polpa para a severidade de “bitter pit”, a simples análise visual dos dados apresentados na Figura 1 mostra que concentrações superiores a aproximadamente 40 mg kg⁻¹ corresponderam à região de severidade nula do distúrbio, tanto em frutos infiltrados como naqueles que desenvolveram o sintoma naturalmente durante o armazenamento.

O modelo segmentado relativo às concentrações de Ca na casca também mostrou severidade nula de “bitter pit”, segundo o tipo de tratamento: nos frutos infiltrados com Mg, ocorreu em valores maiores do que 148 mg kg⁻¹, enquanto em frutos que desenvolveram naturalmente “bitter pit” após armazenamento refrigerado, ocorreu em valores maiores do que 175 mg kg⁻¹ (Figura 1). No entanto, a análise visual dos dados apresentados na Figura 1 mostra que, em frutos infiltrados ou não com Mg, concentrações de Ca na casca, superiores a aproximadamente 150 mg kg⁻¹, corresponderam à região de severidade nula do distúrbio.

Na casca, a diferença entre os valores críticos de Ca para atingir severidade nula de “bitter pit”, entre frutos com e sem infiltração com Mg, ajustado através do modelo matemático segmentado, foi menor do que aquela observada na polpa.

Na polpa, em frutos infiltrados com Mg,

o modelo segmentado ajustado mostrou incidência nula de “bitter pit” em valores de Ca maiores do que 57 mg kg⁻¹, enquanto em frutos que desenvolveram naturalmente “bitter pit” após armazenamento refrigerado, ocorreu em valores de Ca maiores do que 52 mg kg⁻¹ (Figura 2). Houve maior similaridade entre os valores críticos ajustados para frutos infiltrados ou não com Mg considerando incidência (Figura 2) do que severidade de “bitter pit” (Figura 1).

A Figura 2 mostra que, em frutos infiltrados ou não com Mg, concentrações de Ca na polpa, superiores acerca de 40 mg kg⁻¹ (valor indicado pela seta), corresponderam à região de incidência nula de “bitter pit”. Este valor crítico de concentração de Ca na polpa é igual ou maior que os reportados por outros autores em maçãs cultivadas no Sul do Brasil. Segundo Argenta & Suzuki (1994), é baixa a incidência de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ com concentrações de Ca na polpa fresca maiores do que 40 mg kg⁻¹. Segundo Nachtigal & Freire (1998), para maçãs ‘Gala’, ‘Golden Delicious’ e ‘Fuji’, os valores críticos de Ca na polpa, acima dos quais o risco de ‘bitter pit’ é baixo, correspondem a 35; 24 e 33 mg kg⁻¹ de peso fresco. Em maçãs ‘Catarina’, não foi observado “bitter pit” em frutos com concentrações de Ca na polpa fresca maiores que 32 mg kg⁻¹ (Amarante et al., 2006b).

Na casca, o modelo segmentado ajustado mostrou incidência nula de “bitter pit” em valores de Ca maiores do que 202 mg kg⁻¹ para frutos infiltrados com Mg, enquanto nos frutos armazenados em câmara fria, isto ocorreu em valores maiores do que 181 mg kg⁻¹ (Figura 2). No entanto, semelhantemente ao verificado para as avaliações de severidade, a observação visual dos dados mostra que, em frutos infiltrados ou não com Mg, concentrações de Ca na casca, superiores acerca de 150 mg kg⁻¹ (valor indicado pela seta), corresponderam à região de incidência nula de “bitter pit” (Figura 2).

Os modelos ajustados para as relações entre concentrações de Ca e severidade e incidência de “bitter pit” apresentaram maiores valores de R² para a casca do que para a polpa (Figuras 1 e 2). Isto demonstra a maior sensibilidade da concentração de Ca na casca como indicador de risco de “bitter pit” em relação à concentração de Ca na polpa. Isto confirma resultados obtidos por Chaves (2005) e Amarante et al. (2006a e 2006b), mostrando que a casca, em relação à polpa, é o tecido no qual a análise nutricional apresenta melhor capacidade de predição de risco de ocorrência de ‘bitter pit’ em maçãs ‘Gala’ e ‘Catarina’.

Os valores críticos de Ca acima dos quais houve baixo risco de ocorrência de “bitter pit” (Figuras 1 e 2) corresponderam a ~40 mg kg⁻¹ para a polpa e

~150 mg kg⁻¹ para a casca, tanto em frutos infiltrados com Mg como em frutos que desenvolveram naturalmente “bitter pit” após armazenamento refrigerado. Esta correspondência visual de valores para a casca e a polpa, entre frutos infiltrados e não infiltrados com Mg, demonstra que o método de infiltração com Mg representa uma alternativa viável, visando a avaliar o risco de ocorrência de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado em maçãs ‘Gala’ cultivadas no Sul do Brasil. Desta forma, amostras representativas de talhões em pomares comerciais de maçãs podem ser coletadas cerca de 20 dias antes do início da colheita comercial, para a infiltração com Mg, permitindo assim segregar, no momento da colheita, lotes quanto ao risco de ocorrência de “bitter pit”. Assim, frutos suscetíveis ao “bitter pit” poderiam ser destinados para a imediata comercialização, enquanto

frutos não suscetíveis poderiam ser destinados para armazenamento refrigerado de longa duração.

No entanto, a estimativa do valor crítico de Ca na polpa ou na casca, acima do qual não há risco de “bitter pit”, determinado de forma bastante conservativa pelo ajuste do modelo segmentado, especialmente para os dados de incidência (Figura 2), aponta para valores maiores do que aqueles observados visualmente nas Figuras 1 e 2. A incidência nula de “bitter pit” em frutos infiltrados com Mg ocorreu quando as concentrações de Ca na polpa e na casca foram superiores a 57 e 202 mg kg⁻¹, respectivamente (Figura 2). Em frutos que desenvolveram o distúrbio naturalmente durante o armazenamento refrigerado, a ausência de “bitter pit” foi verificada em concentrações de Ca na polpa e na casca maiores que 52 e 181 mg kg⁻¹, respectivamente (Figura 2).

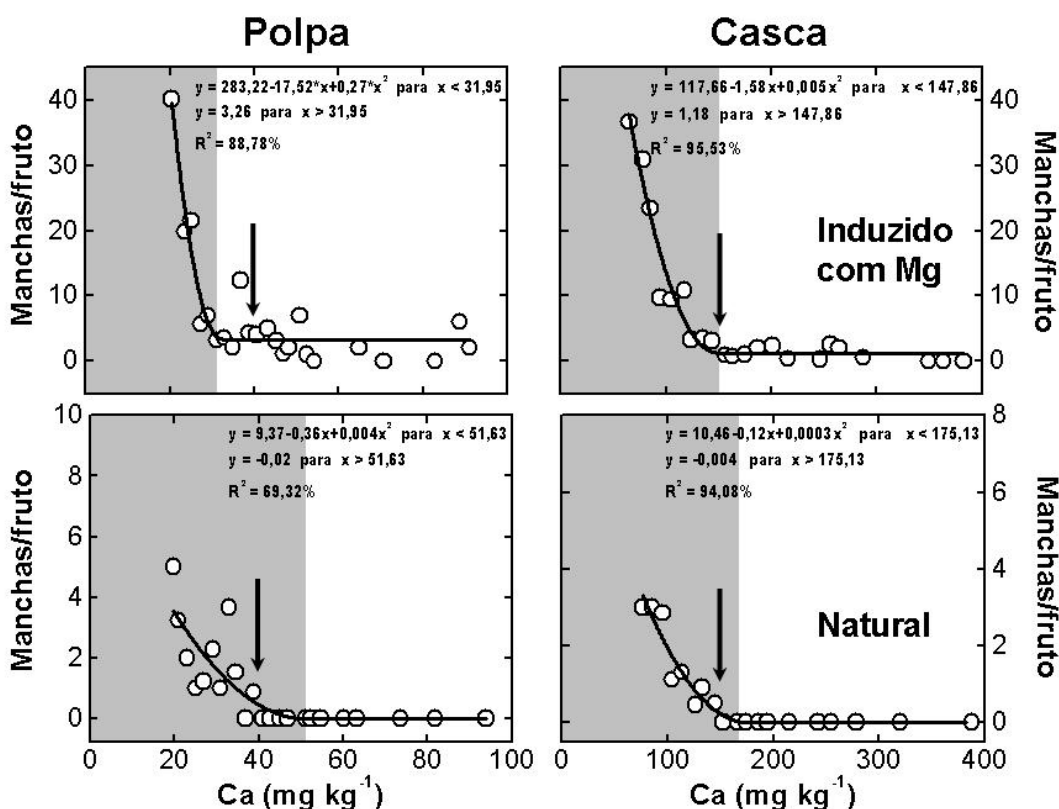


FIGURA 1 - Relação entre concentração de cálcio e severidade de “bitter pit” induzido (após infiltração com Mg; gráficos na parte superior) e “bitter bit” natural (desenvolvido em frutos armazenados em câmara fria; gráficos na parte inferior) em maçãs ‘Gala’. A parte sombreada dos gráficos indica concentrações de Ca nos tecidos da polpa (gráficos à esquerda) e da casca (gráficos à direita) em que ocorre incremento na severidade de “bitter pit”, representado pela porção quadrática do modelo segmentado ajustado aos dados. A parte clara dos gráficos indica concentrações de Ca nestes tecidos em que a severidade de “bitter pit” é mínima, representado pela porção linear do modelo segmentado ajustado aos dados. A seta indica a identificação visual do limite inferior de concentrações de Ca em que os frutos apresentam severidade muito baixa ou nula de “bitter pit”.

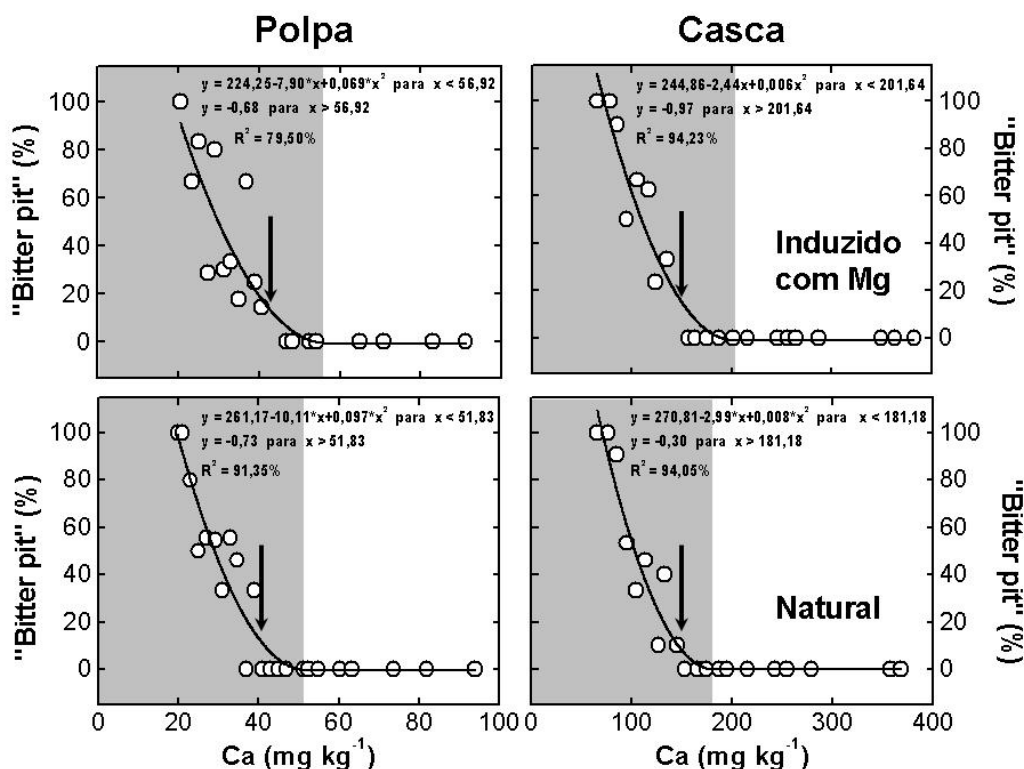


FIGURA 2-Relação entre concentração de cálcio e incidência de “bitter pit” induzido (após infiltração com Mg; gráficos na parte superior) e “bitter bit” natural (desenvolvido em frutos armazenados em câmara fria; gráficos na parte inferior) em maçãs da cultivar Gala. A parte sombreada dos gráficos indica concentrações de Ca nos tecidos da polpa (gráficos à esquerda) e da casca (gráficos à direita) em que ocorre incremento na incidência de “bitter pit”, representado pela porção quadrática do modelo segmentado ajustado aos dados. A parte clara dos gráficos indica concentrações de Ca nestes tecidos em que a incidência de “bitter pit” é mínima, representado pela porção linear do modelo segmentado ajustado aos dados. A seta indica a identificação visual do limite inferior de concentrações de Ca em que os frutos apresentam incidência muito baixa ou nula de “bitter pit”.

CONCLUSÕES

1-A infiltração de maçãs com Mg permite avaliar, na pré-colheita, a suscetibilidade de maçãs ‘Gala’ ao “bitter pit”.

2-Maçãs ‘Gala’ com concentrações de Ca maiores do que 55 e 192 mg kg⁻¹ nos tecidos da polpa e da casca, respectivamente (valores médios de frutos infiltrados ou não com Mg), não apresentam risco de “bitter pit”.

3-A casca, em relação à polpa, é o tecido no qual a análise da concentração de Ca apresenta melhor capacidade de predição do risco de ocorrência de ‘bitter pit’ em maçãs ‘Gala’.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C.V.T. do; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “bitter pit” em maçãs ‘Gala’. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.5, p.841-846, 2006a.

- AMARANTE, C.V.T. do; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. Composição mineral e severidade de "bitter pit" em maçãs 'Catarina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.51-54, 2006b.
- ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de bitter pit em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, n.1, p.267-277, 1994.
- BURMEISTER, D.M.; DILLEY, D.R. Induction of bitter pit-like symptoms on apples by infiltration with Mg^{+2} is attenuated by Ca^{+2} . **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.1, n.1, p.11-17, 1991.
- BURMEISTER, D.M.; DILLEY, D.R. Correlation of bitter pit on Northern Spy apples with bitter pit-like symptoms induced by Mg^{+2} salt infiltration. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.4, n.4, p.301-308, 1994.
- CHAVES, D.V. **Teores nutricionais e ocorrência de "bitter pit" em maçãs cultivares Gala e Catarina**. 2005. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2005.
- FAUST, M.; SHEAR, C.B. Corking disorders of apple: a physiological and biochemical review. **Botanical Review**, New York, v.34, p.441-469, 1968.
- FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Cation distribution and balance in apple fruit in relation to calcium treatments for bitter pit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.19, n.3-4, p. 301-310, 1983.
- FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Bitter-pit in apple fruit. **Horticultural Reviews**, New York, v.11, p.289-355, 1989.
- LEWIS, T.L.; MARTIN, D. Longitudinal distribution of applied calcium, and of naturally occurring calcium, magnesium, and potassium in Merton apple fruits. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.24, n.3, p.363-371, 1973.
- MEHERIUK, M.; PRANGE, R.K.; LIDSTER, P.D.; PORRITT, S.W. **Postharvest disorders of apples and pears**. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67p.
- NACHTIGALL, G.R.; FREIRE, C.J.S. Previsão da incidência de "bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.2, p.158-166, 1998.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.1, p.86-89, 1986.
- POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, New York, v.10, p.107-152, 1988.
- RETAMALES, J.B.; VALDES, C.; DILLEY, D.R.; LEÓN, L.; LEPE, V.P. Bitter pit prediction in apples through Mg infiltration. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.512, p.169-179, 2000.
- SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary, 2002. 200p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 705p.