

## Métodos para predição de *bitter pit* em maçãs 'Fuji' e 'Braeburn'

### Methods for bitter pit prediction in Fuji and Braeburn apples

Ivan Sestari<sup>\*</sup> Daniel Alexandre Neuwald<sup>II</sup> Ricardo Fabiano Hettwer Giehl<sup>III</sup>  
Anderson Weber<sup>II</sup> Auri Brackmann<sup>II</sup>

#### RESUMO

Experimentos foram conduzidos com objetivo de avaliar a eficiência de métodos para predição da ocorrência de *bitter pit* em maçãs 'Fuji' e 'Braeburn' em duas épocas de amostragem. Os frutos, provenientes de seis pomares distintos, três para cada cultivar, foram coletados antecipadamente (20 dias em relação à colheita) e na data prevista para a colheita comercial. Os métodos de predição utilizados foram: a) infiltração dos frutos com solução 0,10M MgCl<sub>2</sub> mais 0,01% Tween-20 e 0,4M de sorbitol; b) imersão dos frutos em solução com 2500nL L<sup>-1</sup> de ethephon mais 0,01% Tween-20. Os frutos foram armazenados em atmosfera controlada (AC) por cinco meses mais 12 dias, a 20°C, simulando a incidência real de *bitter pit* em armazenamento comercial. Cada tratamento foi constituído por quatro repetições de 25 frutos. A incidência e severidade de *bitter pit*, prevista por ambos os métodos foi semelhante à ocorrência real de *bitter pit* após o armazenamento em atmosfera controlada para cada uma das cultivares utilizadas, quando os frutos foram amostrados antecipadamente em relação à colheita comercial. Na avaliação realizada com frutos amostrados na colheita comercial, nenhum dos métodos foi capaz de prever a incidência de *bitter pit* após o armazenamento de maneira confiável. Para ambas as cultivares, a infiltração com magnésio e a imersão dos frutos em ethephon só são eficientes na predição da incidência de *bitter pit* em frutos coletados 20 dias antes da colheita comercial.

**Palavras-chave:** *distúrbio fisiológico, deficiência de cálcio, cloreto de magnésio, etileno.*

#### ABSTRACT

Experiments were carried out with objective to evaluate the efficiency of methods for *bitter pit* prediction in

'Fuji' and 'Braeburn' apples sampled at two harvest dates. Fruits from 6 orchards, three for each cultivar, were sampled earlier (20 days before harvest) and at commercial harvest date. The prediction methods assessed were: infiltration of apples with 0.10M MgCl<sub>2</sub> solution containing 0.01% Tween-20 and 0.4M sorbitol; and immersion of fruits in 2.500nL L<sup>-1</sup> ethephon solution plus 0.01% Tween-20. Four replications of 25 fruits of each orchard were stored on controlled atmosphere (CA) during five months plus 12 days at 20°C in order to assess the real *bitter pit* occurrence. Both methods showed incidence and severity similar to real *bitter pit* occurrence after storage for both cultivars sampled 20 days before harvest. On the other hand, none method was able to predict the incidence of *bitter pit* after CA storage for fruits sampled at commercial harvest. The magnesium infiltration and immersion of fruits on ethephon only are efficient to predict *bitter pit* incidence on fruits when sampled 20 days before commercial harvest.

**Key words:** *physiological disorders, calcium deficiency, magnesium chloride, ethylene.*

#### INTRODUÇÃO

Considerado o principal distúrbio fisiológico em maçãs, o *bitter pit* é fortemente associado ao desequilíbrio nutricional da planta e frutos, especialmente em relação ao teor de cálcio. Os sintomas visuais, normalmente, surgem após o armazenamento, o que compromete a qualidade e valor comercial dos frutos (RETAMALES et al. 2000). Embora o *bitter pit* seja o distúrbio fisiológico mais estudado em maçãs, seu aparecimento ainda não é completamente

<sup>I</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), CP 9, 13418 900, Piracicaba, SP. E-mail: isestari@esalq.usp.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup>Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha.

compreendido, permanecendo como um sério problema pós-colheita na grande maioria dos países produtores de maçãs (PERRING, 1986; NACHTIGALL & FREIRE, 1998). Sob certas condições ambientais e de cultivo, a incidência pode ser potencializada mesmo em cultivares normalmente consideradas pouco suscetíveis (PERRING, 1986), o que torna, muitas vezes imprevisível de um ano para outro, a ocorrência do distúrbio (WITNEY et al., 1991). De maneira geral, pulverizações com cálcio em intervalos regulares, durante a estação de crescimento e a imersão e/ou infiltração pós-colheita dos frutos em solução com cálcio, têm sido utilizados preventivamente, contudo o controle é altamente variável e nem sempre completo.

Vários estudos têm sido conduzidos com intuito de estabelecer sistemas de previsão do potencial de ocorrência de *bitter pit* em maçãs, durante o armazenamento (RETAMALES et al., 1993; RETAMALES et al., 1998; GAJARDO, 1996; VALDÉS, 1997). Na prática, sistemas predictivos utilizam-se da análise de frutos isoladamente ou em combinação com outros fatores do pomar (idade da planta, carga de frutos e tamanho do fruto), para prever a ocorrência do distúrbio ao final do armazenamento (HOLLAND, 1980). No entanto, a praticidade destes métodos é limitada devido à inerente variabilidade da incidência dentro e entre pomares, cultivares e estações de crescimento (WILLS et al., 1976). De acordo com FERGUSON & TRIGGS (1990), para ser efetivo, qualquer método predictivo deverá objetivar a redução da variabilidade. Conforme os mesmos autores, a maior fonte de variabilidade na predição de *bitter pit* é a seleção de plantas e frutos no pomar. Além disso, para qualquer sistema predictivo ser prático, o resultado deve ser obtido com relativa antecedência, para que possibilite a tomada de decisões a respeito das práticas de manejo que deverão ser adotadas (BURMEISTER & DILLEY, 1994).

Uma maneira de prever a ocorrência de *bitter pit* é através da análise mineral de frutos (BURMEISTER & DILLEY, 1994). Em países onde é utilizada com regularidade, a predição é baseada nos níveis de cálcio e sua relação com outros nutrientes (N/Ca, K/Ca e K + Mg/Ca), determinados em frutos coletados na pré-colheita e comparados em relação a padrões que garantem a ausência do distúrbio (FERGUSON & WATKINS, 1989; MARCELLE, 1990). Entretanto, PERRING & PEARSON (1976) verificaram que a incidência de *bitter pit* em maçãs 'Cox's Orange Pippin', não foi correlacionada à composição mineral dos frutos, afirmando que sua predição não pode ser feita somente com base no tamanho do fruto e concentrações de cálcio, magnésio e potássio. Alternativamente,

EKSTEEN et al. (1977) observaram que, como os sintomas aparecem predominantemente na pós-colheita e estão relacionados à maturação dos frutos. Assim a aplicação de etileno, liberado pelo composto ethephon, poderia ser utilizado para acelerar o aparecimento dos sintomas (FERGUSON & WATKINS, 1989).

Atualmente, a infiltração de magnésio em frutos representa o método de predição mais promissor. Segundo COOPER & BANGERTH (1976), esse método tem como base o antagonismo, em nível celular, entre o cálcio e o magnésio. A possibilidade do uso de tal método para predição de *bitter pit* deve-se ao fato de que a troca do cálcio pelo magnésio no tecido é inversamente proporcional à concentração de cálcio no fruto (RETAMALES & VALDES, 1996). Assim, esse método representa um processo indireto de mensuração da concentração de cálcio no fruto, diferindo da análise mineral por integrar todos os tecidos do fruto que estão envolvidos com a incidência do distúrbio (HOPFINGER et al., 1984).

Na última década, vários estudos realizados determinaram diferentes épocas de amostragem e a capacidade predictiva da infiltração de magnésio para diferentes cultivares (LLANOS, 1993) e regiões produtoras (VALDÉS, 1997). Todavia, embora o método seja utilizado em escala comercial no Chile, RETAMALES et al. (1998) sugerem que vários aspectos metodológicos ainda devem ser aprimorados visando à melhoria da capacidade predictiva do método. Dentro desse contexto, em virtude da escassez de informações, no Brasil, a respeito de sistemas de predição alternativos a análise mineral de frutos, buscou-se avaliar a eficiência da infiltração de magnésio e da aplicação de etileno em frutos como métodos de predição da ocorrência de *bitter pit*, em maçã 'Fuji' e 'Braeburn', em diferentes épocas de amostragem dos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas maçãs das cultivares 'Fuji' e 'Braeburn', provenientes de seis pomares comerciais, localizados no município de Vacaria-RS. Os pomares da cultivar 'Fuji' foram implantados no ano de 1995, sobre porta-enxerto M9, com densidade de 2857 plantas ha<sup>-1</sup>. O pomar 1 não recebeu aplicação foliar de cálcio dois anos consecutivos, enquanto os pomares 2 e 3 receberam quatro e 12 aplicações, respectivamente. Os pomares 4 e 5 da cultivar 'Braeburn' foram implantados em 1996 e o pomar 6 no ano de 1998. Nos pomares 4 e 5, foram realizadas anualmente 10 aplicações foliares de cálcio, enquanto, no pomar 6, foram feitas 15 pulverizações. Todos os pomares foram irrigados em

decorrência do longo período de estresse hídrico ocorrido no ano agrícola de 2005-2006. Em cada pomar, foram selecionadas 100 plantas representativas, onde foram coletados antecipadamente (20 dias em relação à colheita comercial) e na época recomendada para a colheita comercial, frutos de diâmetro semelhante na porção central de cada uma das plantas.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, no qual cada tratamento possuiu quatro repetições com unidade experimental composta de 25 frutos, provenientes de cada um dos seis pomares que foram amostrados 20 dias antes da colheita comercial ou no momento da colheita comercial.

No método de infiltração com  $Mg^{2+}$ , após a colheita, os frutos foram imersos em um dessecador, com capacidade de 2,5 litros, contendo uma solução de cloreto de magnésio 0,10M, mais 0,01% de Tween-20 e 0,4M de sorbitol. A seguir, foi aplicado vácuo de 460mmHg com auxílio de uma bomba de vácuo por cinco minutos e 30 segundos, conforme metodologia modificada de RETAMALES & VALDES (1996). No método da aceleração da maturação, uma amostra constituída por quatro repetições de 25 frutos, proveniente de cada um dos seis pomares, amostrados 20 dias antes da colheita comercial ou no momento da colheita comercial, foi imersa em uma solução, contendo 2500nL  $L^{-1}$  de Ethephon (Ethrel®) mais espalhante adesivo Iharaguen® (0,01%), durante cinco minutos, sob agitação. Em seguida, os frutos foram secados em ar e armazenados em câmara climatizada, à temperatura de 20°C ( $\pm 0,2^\circ C$ ) e umidade relativa de 85% ( $\pm 5\%$ ) durante 12 dias.

Para simular o armazenamento comercial, uma terceira amostra, também com quatro repetições de 25 frutos, foi armazenada em atmosfera controlada (AC), em minicâmaras experimentais com capacidade de 185 litros, as quais foram conectadas por tubulações plásticas a um equipamento de controle automático das pressões parciais de  $CO_2$  e  $O_2$ , marca Kronenberger Sistemtechnik. As pressões parciais de  $O_2$ , específicas para cada cultivar, foram obtidas pela injeção nas minicâmaras do gás nitrogênio, proveniente de um gerador que utiliza o princípio *Pressure Swing Adsorption* (PSA). As concentrações de  $CO_2$  foram obtidas mediante a injeção desse gás puro, a partir de cilindros de alta pressão. O equipamento de controle automático realizava análises diárias das pressões parciais de gases nas minicâmaras e controlava-as, segundo níveis preestabelecidos para cada cultivar, que foram para maçãs 'Fuji': 1,2kPa  $O_2$  + <0,5kPa  $CO_2$ , com umidade relativa entre 95 a 97%, à temperatura de -0,5°C, por cinco meses mais 12 dias de exposição dos frutos, à temperatura de 20°C; e para maçãs 'Braeburn',:

1,2kPa  $O_2$  + 3,0kPa  $CO_2$  com umidade relativa entre 95 a 97%, na temperatura de +0,5°C, por cinco meses mais 12 dias de exposição dos frutos, à temperatura de 20°C. Após o armazenamento refrigerado, a exposição dos frutos a 20°C visou a simular a ocorrência do distúrbio no período de prateleira. Comparando-se a incidência de *bitter pit* nesses frutos, com a dos frutos submetidos aos dois métodos predictivos, foi possível determinar a capacidade predictiva de cada método, pela relação da incidência e severidade de *bitter pit*, prevista pelos métodos, com a ocorrência real nos frutos após o armazenamento durante cinco meses.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis expressas em porcentagem foram transformadas pela fórmula,  $\arcsin \sqrt{x/100}$ , antes da análise da variância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infiltração com cloreto de magnésio e a imersão de maçãs em solução com ethephon foram eficazes na predição da incidência e severidade de *bitter pit* nos frutos da cultivar 'Fuji', amostrados 20 dias antes da colheita comercial (Tabelas 1 e 2), confirmando resultados reportados por outros pesquisadores com maçãs 'Northern Spy' e 'Tsugaru' (BURMEISTER & DILLEY, 1994; KIM & LEE, 2000). Nos frutos amostrados, nos pomares 1 e 3, observou-se semelhante percentual de *bitter pit*, previsto pelos métodos, em relação à incidência real após o armazenamento em AC. Para os frutos do pomar 2, somente a infiltração de cloreto de magnésio propiciou uma melhor estimativa da incidência de *bitter pit*, quando comparada a incidência real, contudo não diferiu, estatisticamente, dos frutos tratados com ethephon (Tabela 1).

A efetividade da infiltração de maçãs em solução, contendo cloreto de magnésio, está relacionada ao antagonismo entre os níveis de cálcio e magnésio na casca do fruto. Por meio da infiltração, parte do cálcio é substituído pelo magnésio dos sítios de ligação promovendo a indução de lesões semelhantes ao *bitter pit* (COOPER & BANGERTH, 1976; BURMEISTER & DILLEY, 1993). Segundo KIM & LEE (2000), a indução de lesões é proporcional ao conteúdo de magnésio presente na casca e inversamente relacionada ao conteúdo de cálcio. Por outro lado, a efetividade na aceleração da maturação dos frutos como método predictivo depende, inicialmente, da capacidade de resposta do fruto ao etileno exógeno (RETAMALES et al., 2000).

Tabela 1 - Incidência de *bitter pit* real (AC) e predita em maçãs da cultivar 'Fuji' amostradas 20 dias antes ou na colheita comercial, em três pomares comerciais de Vacaria - RS.

-----Incidência de <i>bitter pit</i> (%)*-----			
----- 20 dias antes da colheita -----			
	Pomar 1	Pomar 2	Pomar 3
Controle (AC)	5,10a	15,35a	8,00a
MgCl <sub>2</sub>	8,00a	10,00ab	7,22a
Ethephon	8,00a	6,00b	8,04a
CV (%)	31,01	15,4	28,24
----- Na colheita -----			
	Pomar 1	Pomar 2	Pomar 3
Controle (AC)	6,25a	11,20a	6,25a
MgCl <sub>2</sub>	0,00b	0,00b	0,00b
Ethephon	0,00b	2,50b	0,00b
CV (%)	20,11	31,07	21,00

\* Incidência: percentual de frutos com sintoma característico de *bitter pit*.

Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Dependendo do estágio de maturação do fruto no momento do tratamento, pode não haver o estímulo autocatalítico à produção de etileno, ou ainda, o estímulo pode ser desencadeado tardiamente em virtude de o tecido não apresentar o limiar endógeno de etileno ou não haver a receptividade necessária do tecido para promover o amadurecimento e conseqüente exteriorização dos sintomas. Por essa razão, a amostragem, quando realizada em torno de 40 a 60 dias antes, ou muito próxima da colheita comercial, não possibilita adequada capacidade predictiva por ambos os métodos avaliados (KIM & LEE, 2000; RETAMALES et al., 2000). Neste estudo, observou-se que nenhum

dos métodos foi capaz de prever a incidência e severidade de *bitter pit* nos frutos da cultivar 'Fuji' amostrados na colheita comercial. Enquanto a incidência real de *bitter pit*, ao final do armazenamento, apresentou percentual de 6, 11 e 6%, nos pomares 1, 2 e 3, respectivamente. Os dois métodos empregados subestimaram a incidência de *bitter pit*, prevendo ausência do distúrbio (Tabelas 1 e 2).

Aplicações pré-colheita de cálcio via foliar, durante a estação de crescimento dos frutos, são preconizadas como forma de prevenir a ocorrência de *bitter pit* nos frutos, sendo que o grau de controle geralmente aumenta com o número de aplicações

Tabela 2 - Severidade de *bitter pit* real (AC) e predita em maçãs cv. Fuji amostradas 20 dias antes ou na colheita comercial, em três pomares comerciais de Vacaria - RS.

-----Severidade de <i>bitter pit</i> (%)*-----			
----- 20 dias antes da colheita -----			
	Pomar 1	Pomar 2	Pomar 3
Controle (AC)	0,08a	0,33a	0,17a
MgCl <sub>2</sub>	1,53a	1,43a	0,93a
Ethephon	0,96a	1,31a	1,39a
CV (%)	39,9	31,6	43,1
----- Na colheita -----			
	Pomar 1	Pomar 2	Pomar 3
Controle (AC)	0,41a	0,38a	0,86a
MgCl <sub>2</sub>	0,00b	0,00b	0,00b
Ethephon	0,00b	0,11ab	0,00b
CV (%)	14,3	11,7	14,4

\* Percentual de lesões por fruto com sintoma característico de *bitter pit*.

Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

(FERGUSON & WATKINS, 1989; RETAMALES & LEPE, 2000). Entretanto, SAURE (2005) relata que, entre 10 e 11 aplicações de  $\text{CaCl}_2$ , não resultam em significativo acréscimo no conteúdo de cálcio na casca e polpa de frutos das cultivares 'Fuji' e 'Braeburn'. Neste experimento, os pomares 1, 2 e 3 receberam, respectivamente, nenhuma, quatro e 12 aplicações de cálcio durante o desenvolvimento dos frutos, por dois anos consecutivos. Contudo, a ocorrência real de *bitter pit*, praticamente não foi influenciada pelo número de aplicações de cálcio, confirmando os resultados relatados por SAURE (2005). Dentro desse contexto, como as lesões induzidas pela infiltração dos frutos com  $\text{Mg}^{2+}$  são inversamente relacionadas ao conteúdo de cálcio no fruto (BURMEISTER & DILLEY, 1991), poder-se-ia inferir que os frutos dos pomares 1, 2 e 3 apresentavam semelhante concentração de cálcio.

Estudos têm relatado que a ocorrência de *bitter pit* é afetada por vários fatores, como a carga e posição dos frutos na planta, estresse hídrico, desequilíbrio nutricional, estágio de maturação dos frutos e condições de armazenamento (HOLLAND, 1980; FERGUSSON & TRIGGS 1990; RETAMALES & LEPE 2000). Todavia, a predisposição do fruto ao desenvolvimento do distúrbio é um fenômeno complexo que é influenciado não apenas pela ação dos fatores relatados de modo isolado, mas pela interação desses com a predisposição genética, característica de cada cultivar de maçã.

A infiltração de maçãs 'Braeburn', amostradas antecipadamente em relação à colheita comercial, assim como a aceleração da maturação dos frutos mediante a aplicação de etileno, demonstrou ser

eficaz na predição da ocorrência de *bitter pit* após o armazenamento comercial em AC. (Tabelas 3 e 4). Com exceção do percentual de incidência previsto pelo método da aceleração da maturação dos frutos provenientes do pomar 5, nos demais, a incidência prevista foi estatisticamente semelhante à ocorrência real do distúrbio observada após cinco meses em AC.

Por outro lado, avaliando-se a capacidade predictiva dos métodos nos mesmos pomares da cv. Braeburn, porém amostrados na colheita comercial, observou-se que ambos os métodos foram eficientes em prever a ocorrência de *bitter pit* apenas nos frutos do pomar 6. Nos pomares 4 e 5, a aceleração da maturação apresentou capacidade predictiva, significativamente superior àquela prevista pelo método da infiltração dos frutos com magnésio, o qual superestimou a incidência em 16,3 e 12,5%, respectivamente nos pomares 4 e 5 amostrados na colheita comercial (Tabelas 3 e 4).

Apesar de o etileno acelerar a maturação de frutos climatéricos, o tempo entre o tratamento com Ethephon e o início da produção autocatalítica do etileno pode variar de dias a semanas, dependendo da maturidade e sensibilidade dos tecidos na colheita (YANG & HOFFMAN, 1984). Em maçãs, a resposta varietal à aplicação de etileno é o fator mais importante a ser considerado, pois ele é mais efetivo em cultivares precoces como a 'Gala'. Possivelmente, a resposta diferenciada entre os métodos, verificada na colheita comercial de ambas as cultivares estudadas, pode ser devido à grande variabilidade existente de fruto para fruto no conteúdo interno de etileno, o qual é influenciado pela cultivar, posição do fruto na planta,

Tabela 3 - Incidência de *bitter pit* real (AC) e predita em maçãs da cultivar 'Braeburn' amostradas 20 dias antes ou na colheita comercial, em três pomares comerciais de Vacaria - RS.

-----Incidência de <i>bitter pit</i> (%)*-----			
----- 20 dias antes da colheita -----			
	Pomar 4	Pomar 5	Pomar 6
Controle (AC)	10,00a	8,75a	10,00a
$\text{MgCl}_2$	7,00a	8,13a	14,00a
Ethephon	10,87a	2,00b	16,25a
CV (%)	48,61	32,70	36,74
----- Na colheita -----			
	Pomar 4	Pomar 5	Pomar 6
Controle (AC)	2,50b	1,00b	4,00a
$\text{MgCl}_2$	16,25a	12,50a	0,00a
Ethephon	5,00ab	0,00b	2,50a
CV (%)	42,17	39,67	47,81

\* Incidência: percentual de frutos com sintoma característico de *bitter pit*.

Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Severidade de *bitter pit* real (AC) e predita em maçãs cv. Braeburn amostrada 20 dias antes ou na colheita comercial, em três pomares comerciais de Vacaria - RS.

	-----Severidade de <i>bitter pit</i> (%)*-----		
	----- 20 dias antes da colheita -----		
	Pomar 4	Pomar 5	Pomar 6
Controle (AC)	0,16a	0,11a	0,12a
MgCl <sub>2</sub>	0,72a	0,76a	0,96a
Ethephon	1,85a	0,12a	1,64a
CV (%)	46,2	27,9	38,0
	----- Na colheita -----		
	Pomar 4	Pomar 5	Pomar 6
Controle (AC)	0,02b	0,01b	0,09a
MgCl <sub>2</sub>	1,64a	0,91a	0,00a
Ethephon	0,46b	0,00b	0,02a
CV (%)	15,7	17,7	8,8

\*Percentual de lesões por fruto com sintoma característico de *bitter pit*.

Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

data de colheita e idade cronológica dos frutos na colheita (BLANPIED & LITTLE, 1991).

Conforme demonstrado neste estudo, pode-se prever com relativa acurácia a ocorrência de *bitter pit* ao final do armazenamento em AC por meio da infiltração de magnésio e da aceleração da maturação de frutos amostrados antecipadamente em relação à colheita comercial. Ainda, ambos os métodos demonstraram se adaptarem bem às diferentes condições de manejo dos pomares das cultivares 'Fuji' e 'Braeburn'. Do ponto de vista prático, a previsão da ocorrência de *bitter pit* de forma antecipada em relação à colheita, permite a segregação de frutos provenientes de diferentes pomares de acordo com o potencial de desenvolvimento do distúrbio (BURMEISTER & DILLEY, 1994). Dessa forma, poder-se-ia evitar o armazenamento prolongado de frutos com alta suscetibilidade, reduzindo o risco de perdas ocasionadas pelo *bitter pit*. Além disso, a obtenção de informações antecipadas, providas pelos métodos, acerca da condição de pomares distintos pode auxiliar o desenvolvimento de um conjunto de estratégias visando à redução da ocorrência de *bitter pit*, por meio de práticas de manejo diferenciadas, para locais apontados como potencialmente críticos.

## CONCLUSÕES

Para as cultivares 'Fuji' e 'Braeburn' colhidas 20 dias antes da colheita comercial, a infiltração com magnésio e a imersão dos frutos em ethephon são eficientes na predição da incidência de *bitter pit*, todavia podem superestimar a incidência e a severidade do *bitter pit* nas duas cultivares.

A eficiência dos métodos predictivos, na coleta dos frutos 20 dias antes da colheita comercial, varia entre os diferentes pomares das cultivares 'Fuji' e 'Braeburn'. Na cultivar 'Braeburn', o método da aceleração da maturação também é eficiente para prever a incidência e a severidade de *bitter pit*, quando aplicado na época da colheita comercial dos frutos.

## REFERÊNCIAS

- BLANPIED, G.D.; LITTLE, C.R. Relationships among bloom dates, ethylene climacteric initiation dates, and maturity-related storage disorders of Jonathan apples grown in Australia. **Postharvest Biology Technology**, v.1, p.3-10, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214\(91\)90014-3](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214(91)90014-3)>. Doi: 10.1016/0925-5214(91)90014-3.
- BURMEISTER, D.M.; DILLEY, D.R. Correlation of bitter pit on Northern Spy apples with bitter pit-like symptoms induced by Mg<sup>2+</sup> salt infiltration. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, p.301-308, 1994. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)90041-8](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214(94)90041-8)>. Doi: 10.1016/0925-5214(94)90041-8.
- BURMEISTER, D.M.; DILLEY D.R. Characterization of Mg<sup>2+</sup> induced bitter pit-like symptoms on apples: A model system to study bitter pit initiation and development. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.1, p.1203-1207, 1993. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/jf00032a007>>. Doi: 10.1021/jf00032a007.
- BURMEISTER, D.M.; DILLEY, D.R. Induction of bitter pit-like symptoms on apples by infiltration with Mg<sup>2+</sup> is attenuated by Ca<sup>2+</sup>. **Postharvest Biology and Technology**, v.1, p.11-17, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214\(91\)90015-4](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214(91)90015-4)>. Doi: 10.1016/0925-5214(91)90015-4.
- COOPER, T.; BANGERTH, F. The effect of Ca and Mg treatments on the physiology, chemical composition and bitter

- pit development of Cox's Orange apples. **Scientia Horticulturae**, v.5, p.49-57, 1976. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(76\)90022-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(76)90022-4)>. Doi: 10.1016/0304-4238(76)90022-4.
- EKSTEEN, G.J. et al. Postharvest prediction of bitter pit. **Deciduous Fruit Grower**, v.27, n.1, p.16-20, 1977.
- FERGUSON, I.B.; TRIGGS, C.M. Sampling factors affecting the use of mineral analysis of apples frutis for the prediction of bitter pit. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.18, p.147-152, 1990.
- FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Bitter pit in apple fruit. **Horticultural Review**, v.11, p.289-355, 1989.
- GAJARDO, P. **Methods of bitter pit prediction in three apple cultivars**. 1996. 66f. Thesis (Ing Agr) - Universidad de Talca, Chile.
- HOLLAND, D.A. The prediction of bitter pit. In: ATKINSON, D. et al. **Mineral nutrition of fruit trees**. London: Butterworths, 1980. p.380-381.
- HOPFINGER, J.A. et al. Calcium and magnesium interactions in browning of Golden Delicious apples with bitter pit. **Scientia Horticulturae**, v.23, p.345-351, 1984. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90031-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(84)90031-1)>. Doi: 10.1016/0304-4238(84)90031-1.
- KIM, W.S.; LEE, H.J. Prediction of bitter pit in 'Tsgaru' apple fruits induced by Mg<sup>2+</sup> toxicity before harvest and its reduction by Ca<sup>2+</sup> supply after harvest. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v.41, n.1, p.7-11, 2000.
- LLANOS, J.L. **Predicción de bitter pit en manzanos Granny Smith**. 1993. 61f. Thesis (Ing Agr) - Universidad de Talca, Chile.
- MARCELLE, R.D. Predicting storage quality from preharvest fruit mineral analysis, a review. **Acta Horticulturae**, n.274, p.305-313, 1990.
- 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**, v.20, n.2, p.158-166, 1998.
- PERRING, M.A. Incidence of bitter pit in relation to the calcium content of apples: problems and paradoxes, a review. **Journal of the Science for Food and Agriculture**, v.37, p.591-606, 1986. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740370702>>. Doi: 10.1002/jsfa.2740370702.
- PERRING, M.A.; PEARSON, K. Residual effects of fertilizers and orchard management. In: WILKINSON, B.G. (Ed.). **Fruit storage**. Maidstone: East Malling Research Station, 1976. p.71-84.
- RETAMALES, J.B. et al. Bitter pit prediction in apples through Mg infiltration. **Acta Horticulturae**, n.517, p.227-233, 2000.
- RETAMALES, J.B., LEPE, V.P. Control strategies for different bitter pit incidences in Braeburn apples. **Acta Horticulturae**, n.512, p.169-179, 2000.
- RETAMALES, J.B. et al. Methodological factors affecting the prediction of bitter pit through fruit infiltration with magnesium salts in the apple cv. 'Braeburn'. **Acta Horticulturae**, n.564, p.97-104, 1998.
- RETAMALES, J.B.; VALDES, C. Advances in the prediction of bitter pit in apples. **Revista Frutícola**, v. 17, p. 93-97, 1996.
- RETAMALES, J.B. et al. Control y predicción de bitter pit en manzano. In: BAÑADOS, M.P.; SANTIAGO, S. **Avances recientes en nutrición de plantas frutales y vides**. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 1993. p.169-195.
- SAURE, M.C. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. **Scientia Horticulturae**, v.105, p.65-89, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2004.10.003>>. Doi: 10.1016/j.scienta.2004.10.003.
- VALDÉS, C.M. **Predicción de bitter pit por medio de infiltración de frutos en sales de magnesio y determinación del largo del brote**. 1997. 56f. Thesis (Ing Agr) - Universidad de Talca, Chile.
- WILLS, R. B. H et al. Prediction of bitter pit with calcium content of apple fruit. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.19, p.513-519, 1976.
- WITNEY, G.W. et al. Induction of bitter pit in apple. **Scientia Horticulturae**, v.47, p.173-176, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(91\)90039-2](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(91)90039-2)>. Doi: 10.1016/0304-4238(91)90039-2.
- YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.35, p.155-189, 1984. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.35.060184.001103>>. Doi: 10.1146/annurev.pp.35.060184.001103.