

## INCIDÊNCIA DE QUEIMADURA DE SOL EM MACIEIRAS SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO

### *SUNBURN INCIDENCE IN APPLES SUBMITTED TO CALCIUM CARBONATE APPLICATION*

Mariuccia Schlichting De Martin<sup>1</sup>, José Luiz Petri<sup>2</sup>, André Amarildo Sezerino<sup>3</sup>, Gentil Carneiro Gabardo<sup>4</sup>, Cristhian Leonardo Fenili<sup>5</sup>

#### RESUMO

A queimadura de sol em maçãs é um distúrbio fisiológico associado à radiação solar excessiva que pode comprometer a qualidade dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de  $\text{CaCO}_3$  em formulação líquida sobre a incidência de queimadura de sol e qualidade visual de maçãs 'Fuji Suprema', 'Elenise' e M-10/09. O experimento foi conduzido no município de Caçador, SC, durante o ciclo 2016/2017. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis repetições. Para as aplicações de  $\text{CaCO}_3$  líquido foi utilizado o produto comercial Deccoshield<sup>®</sup>. Para 'Fuji Suprema' foram avaliados os seguintes tratamentos: 1) Testemunha; 2)  $\text{CaCO}_3$  líquido 4% em aplicação única; 3)  $\text{CaCO}_3$  líquido 2% em duas aplicações; 4)  $\text{CaCO}_3$  líquido 2% em aplicação única; 5)  $\text{CaCO}_3$  líquido 1% em quatro aplicações. Para a cultivar Elenise e a seleção avançada M-10/09 foram avaliadas as doses de 0%, 1%, 2%, 3% e 4% de  $\text{CaCO}_3$  líquido aplicadas todas no mesmo período em uma única aplicação. Após a colheita, os frutos foram passados em escovas para limpeza, simulando as condições de *packing house*. Em seguida, os mesmos foram avaliados em relação à incidência de queimadura de sol total, leve e severa, resíduo visível de  $\text{CaCO}_3$  e percentual de cor vermelha na casca. Para as três cultivares avaliadas, a presença de resíduo nos frutos foi inferior a 1%, não diferindo entre tratamentos. A coloração dos frutos não foi afetada pela aplicação do produto. Maçãs M-10/09 apresentaram baixa ocorrência de queimadura de sol (inferior a 1,5% em todos os tratamentos). O tratamento com  $\text{CaCO}_3$  líquido 4% em única aplicação, 2% em duas aplicações e 1% em quatro aplicações é efetivo no controle de queimadura de sol em maçãs 'Fuji Suprema'. A aplicação única de  $\text{CaCO}_3$  líquido 3% e 4% é efetiva na redução da incidência de queimadura de sol em maçãs 'Elenise'. O  $\text{CaCO}_3$  líquido não deixa resíduos após o beneficiamento e não compromete a coloração de maçãs 'Fuji' Suprema' e 'Elenise'.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh, *physiological disorder*, Deccoshield<sup>®</sup>.

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, Dr<sup>a</sup> e Pesquisadora pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Mestre e Pesquisador pela Epagri – SC

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutor e Pesquisador pela Epagri – SC

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Mestre e Doutorando em Produção Vegetal pela UDESC, Professor da UNIARP

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal pela UDESC

## **ABSTRACT**

*Sunburn in apples is a physiological disorder associated with excessive solar radiation that can compromise fruit quality. The aim of this work was to evaluate the effect of the application of CaCO<sub>3</sub> in liquid formulation on the incidence of sunburn and visual quality of 'Fuji Suprema', 'Elenise' and M-10/09 apples. The experimental design was a randomized block with six replicates. The experiment was conducted in Caçador, SC, during 2016/2017 season. For the applications of liquid CaCO<sub>3</sub>, the commercial product Deccoshield<sup>®</sup> was used. For 'Fuji Suprema' the following treatments were evaluated: 1) control; 2) CaCO<sub>3</sub> liquid 4% in a single application; 3) CaCO<sub>3</sub> liquid 2% in two applications; 4) CaCO<sub>3</sub> liquid 2% in a single application; 5) CaCO<sub>3</sub> liquid 1% in four applications. For 'Elenise' and M-10/09 apples the doses of 0%, 1%, 2%, 3% and 4% of liquid CaCO<sub>3</sub> were evaluated and all applied in the same period in a single application. After harvest, the fruits were passed on cleaning brushes, simulating the packing house conditions. Then, the apples were evaluated for the incidence of total, light and severe sunburn, visible residue of CaCO<sub>3</sub> and percentage of red color in the skin. For the three cultivars evaluated, the presence of residue in the fruits was less than 1% and did not differ between treatments. The color of fruits was not affected by CaCO<sub>3</sub> liquid application. M-10/09 apples presented low occurrence of sunburn (less than 1.5% in all treatments). Treatment with CaCO<sub>3</sub> liquid 4% in a single application, 2% in two applications and 1% in four applications is effective in controlling sunburn in 'Fuji Suprema' apples. A single application of 3% or 4% of CaCO<sub>3</sub> liquid is effective in reducing sunburn incidence in 'Elenise' apples. Treatment with CaCO<sub>3</sub> liquid leaves no residue after processing and does not compromise color of 'Fuji Suprema' and 'Elenise' apples.*

*Keywords: Malus domestica Borkh, distúrbio fisiológico, Deccoshield<sup>®</sup>.*

## **INTRODUÇÃO**

A maçã (*Malus domestica* Borkh) é a fruta de clima temperado de maior dispersão, comercialização e consumo como fruta fresca no mundo (FURLAN et al., 2010). No Brasil, o agronegócio da maçã localiza-se majoritariamente na região Sul, envolvendo seus três estados, notadamente nas regiões mais frias dos mesmos (PETRI et al., 2011). Nos últimos quatro anos, a produção brasileira de maçãs variou de aproximadamente um milhão a um milhão e duzentas mil toneladas (ARGENTA et al., 2015), envolvendo mais de 3000 produtores nesta atividade e gerando em torno de 150 mil empregos diretos e indiretos (PETRI et al., 2011).

No Brasil, as maçãs são classificadas de acordo com o calibre e a categoria, seguindo normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006). A classificação das maçãs é responsável por grandes diferenças de

faturamento. De maneira geral, maçãs com qualidades superiores, descritas como Cat Extra e Cat 1, são as que atingem os maiores valores comerciais, e as qualidades inferiores, que são os produtos fora de categoria, são os que apresentam menores valores. Atualmente, as principais medidas da aparência, para classificação dos frutos em categorias no Brasil, são a intensidade (percentagem) de coloração avermelhada e a frequência e tamanho de lesões e danos visíveis na superfície dos frutos.

Dentre os danos que comprometem a qualidade visual está a queimadura de sol, que pode provocar importantes perdas econômicas na cultura da macieira (FELICETTI e SCHARDER, 2009). De acordo com os mesmos autores, esse distúrbio fisiológico é caracterizado por manchas de cor bronze-amarelada na casca devido à foto-oxidação das células, prejudicando a aparência dos frutos. Além de comprometer de maneira direta a qualidade visual das maçãs, a queimadura de sol pode ainda comprometer a comercialização dos frutos por favorecer o aumento na incidência de podridões pós-colheita (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2016).

A queimadura de sol é causada pela ação simultânea de luz e calor. Nesse sentido, a aplicação de substâncias que protegem a superfície dos frutos tem sido recomendada para reduzir a temperatura da casca, diminuindo, como consequência, a ocorrência de queimaduras de sol. De acordo com Aly et al. (2010), a aplicação de kaolin não apenas reduziu a incidência de queimadura de sol, como também proporcionou maior percentual de coloração vermelha em maçãs 'Anna'. De acordo com Schrader (2011), compostos à base de argila e cera de carnaúba também podem reduzir a queimadura de sol em maçãs.

O carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em formulação líquida é uma alternativa que apresenta potencial para ser utilizado na redução do distúrbio, uma vez que o produto forma uma fina camada, que reflete parte da luz, protegendo os frutos da queimadura de sol (LAL; SAHU, 2017). O  $\text{CaCO}_3$  já se mostrou efetivo na redução de queimaduras de sol em romã (MELGAREJO et al., 2004) e uvas (AHMED et al., 2011). Todavia, ainda não existem estudos que elucidem o efeito do  $\text{CaCO}_3$  em formulação líquida sobre a incidência de queimadura de sol e a qualidade de frutos na cultura da macieira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de  $\text{CaCO}_3$  em formulação líquida sobre a incidência de queimadura de sol e a qualidade visual de maçãs 'Fuji Suprema', 'Elenise' e M-10/09.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Caçador, SC (situado  $26^{\circ}42'32''\text{S}$  de latitude,  $51^{\circ}00'50''\text{W}$  de longitude e 960 m de altitude) durante o ciclo 2016/2017. O clima dessa região caracteriza-se como temperado constantemente úmido, com verão ameno, segundo classificação climática de Köppen, do tipo "Cfb". Foram utilizadas macieiras das cultivares Fuji Suprema e Elenise e da seleção avançada M-10/09 com cinco anos de idade, enxertadas sobre o porta-enxerto M-9, conduzidas no sistema de líder central e espaçadas em 1 m na linha e 4 m entre linhas. O pomar utilizado foi conduzido de acordo com as práticas de manejo recomendadas para o sistema de produção da macieira. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma planta.

Para a cultivar Fuji Suprema foram avaliadas diferentes dosagens e número de aplicações. Os tratamentos foram: 1) Testemunha (sem aplicação); 2)  $\text{CaCO}_3$  líquido 4% em aplicação única (11/01/2017); 3)  $\text{CaCO}_3$  líquido 2% em duas aplicações (11/01/2017 e 02/02/2017); 4)  $\text{CaCO}_3$  líquido 2% em aplicação única (11/01/2017); 5)  $\text{CaCO}_3$  líquido 1% em quatro aplicações (21/12/2016, 11/01/2017, 02/02/2017 e 22/02/2017). Para as cultivares 'Elenise' e M-10/09, foram avaliadas diferentes doses de  $\text{CaCO}_3$  líquido, aplicadas em dose única no dia 10/02/2017. As doses avaliadas foram de zero (testemunha), 1%, 2%, 3% e 4%.

Para as aplicações de  $\text{CaCO}_3$  líquido foi utilizado o produto comercial Deccoshield<sup>®</sup>. A aplicação dos tratamentos foi efetuada através de aspersão com pulverizador costal motorizado até próximo do ponto de gotejamento, utilizando-se volume médio de calda equivalente a  $1000 \text{ L ha}^{-1}$ .

Os frutos de 'Fuji Suprema', M-10/09 e 'Elenise' foram colhidos, respectivamente, nos dias 15/03/2017, 05/04/2017 e 17/04/2017. Após a colheita, os frutos foram passados em escovas para limpeza, simulando as condições de

*packing house*. Em seguida, os mesmos foram avaliados em relação à incidência de queimadura de sol total, leve e severa, resíduo visível de  $\text{CaCO}_3$  e percentual de cor vermelha nos frutos.

A percentagem de cor vermelha foi determinada por meio de análise visual dos frutos em relação à coloração da epiderme, agrupando-os em três classes de acordo com a superfície do fruto recoberta com coloração vermelha: 1) > 75% 2) entre 50% e 75% 3) < 50%. Os valores utilizados para a classificação foram baseados nos limites de tolerância de coloração em função da categoria das maçãs comercializadas no Brasil, segundo normas legais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2006).

Para análise de queimadura de sol, os frutos foram avaliados visualmente com relação à presença do distúrbio, que é caracterizada pela presença de coloração bronze-amarelada na superfície dos frutos, principalmente na porção mais vermelha da casca (parte do fruto mais exposta à luz na planta). Os frutos foram classificados de acordo com a incidência de queimadura de sol em três grupos: ausente, leve e severa (Figura 1). A incidência de queimadura total foi obtida pelo somatório de frutos considerados com sintomas de queimadura leve e severa.



**AUSENTE**

**LEVE**

**SEVERA**

**Figura 1.** Escala de queimadura de sol em maçãs 'Fuji Suprema'.

Para avaliação de resíduo de  $\text{CaCO}_3$  (%), os frutos foram avaliados com relação à presença de manchas esbranquiçadas ocasionadas pelo produto, sobretudo nas cavidades pedunculares e calicinares.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo que dados em porcentagem foram transformados pela fórmula arco seno  $[(x+1)/100]^{1/2}$  antes de serem submetidos à ANOVA. Para comparação das médias, adotou-se o teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Para estes procedimentos foi utilizado o programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para maçãs ‘Fuji Suprema’, com exceção apenas do  $\text{CaCO}_3$  2% aplicado uma única vez, todos os tratamentos proporcionaram menor incidência de queimadura de sol severa nos frutos, bem como uma menor incidência total do distúrbio fisiológico em comparação à testemunha (Tabela 1). A aplicação de  $\text{CaCO}_3$  4% em única aplicação reduziu a ocorrência de queimadura de sol leve (baixa severidade) em relação à testemunha. De acordo com Wünsche et al. (2004) o efeito de filmes protetores está associado principalmente à redução da radiação prejudicial que atinge a superfície do fruto, diminuindo, como consequência, a incidência de queimadura de sol. De acordo com Lau e Sahu (2017), produtos à base de  $\text{CaCO}_3$  criam uma camada fina e cristalina sobre a superfície dos frutos, a qual reflete parte da luz solar e, como consequência, reduz a ocorrência do distúrbio.

**Tabela 1.** Análise de incidência total, de dano leve e de dano severo de queimadura de sol em maçãs ‘Fuji’ e ‘Elenise’ submetidas a diferentes doses e número de aplicações de  $\text{CaCO}_3$  líquido. Caçador, SC, 2017.

Tratamento	Incidência de Queimadura (%)		
	Leve	Severa	Total
‘Fuji Suprema’			
Testemunha	20,91 a	23,44 a	44,36 a
$\text{CaCO}_3$ 4% uma aplicação*	8,89 b	8,08 b	16,97 b
$\text{CaCO}_3$ 2% duas aplicações**	10,17 ab	11,55 b	21,71 b
$\text{CaCO}_3$ 2% uma aplicação***	13,97 ab	16,11 ab	30,09 ab
$\text{CaCO}_3$ 1% quatro aplicações****	10,86 ab	8,03 b	18,89 b
CV (%)	24,9	22,5	10,6
‘Elenise’			
Testemunha	10,86 a	4,96 <sup>ns</sup>	15,83 a
$\text{CaCO}_3$ 4% uma aplicação	5,16 c	3,49	8,65 bc
$\text{CaCO}_3$ 3% uma aplicação	5,52 bc	2,36	7,88 c

CaCO <sub>3</sub> 2% uma aplicação	10,28 ab	4,54	14,82 ab
CaCO <sub>3</sub> 1% uma aplicação	10,21 ab	6,53	16,74 a
CV (%)	17,7	26,0	16,7

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). ns: não significativo ( $p > 0,05$ ). \*Aplicação em 11/01/2017. \*\*Aplicações em 11/01/2017 e 02/02/2017. \*\*\*Aplicação em 11/01/2017. \*\*\*\*Aplicações em 21/12/2016, 11/01/2017, 02/02/2017 e 22/02/2017.

Para maçãs ‘Elenise’, a aplicação de CaCO<sub>3</sub> 3% e 4% proporcionou menor incidência total de queimadura de sol em comparação à testemunha e à aplicação de CaCO<sub>3</sub> 1%. O tratamento com CaCO<sub>3</sub> 3% e 4% propiciou menor incidência de queimadura de sol leve comparativamente à testemunha (Tabela 1). Frutos submetidos a doses de 1 e 2% de CaCO<sub>3</sub> obtiveram incidência de queimaduras de sol leve similar à testemunha. Para queimadura de sol severa, não houve diferença entre os tratamentos para essa cultivar.

Ainda que queimaduras de sol leves e severas prejudiquem a qualidade dos frutos, maçãs com menores severidades do distúrbio podem ainda ser classificadas dentro de categorias de preço mais elevado, como Cat 1 e Cat 2, enquanto frutos que apresentam uma alta severidade do distúrbio são classificados com Cat 3 ou direcionados para a indústria, reduzindo drasticamente o valor de comercialização (BRASIL, 2006). Uma vez que a área do fruto onde ocorre a injúria passa a ter cutícula com espessura reduzida, facilitando a entrada de patógenos (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2016), as aplicações de CaCO<sub>3</sub> também podem ocasionar vantagem indireta na redução da incidência de podridões pós-colheita.

Maçãs M-10/09 apresentaram baixa ocorrência de queimadura de sol (inferior a 1,5% em todos os tratamentos), não diferindo estatisticamente (Tabela 1). As plantas utilizam diferentes mecanismos protetores com a finalidade de evitar a queimadura de sol (ALY et al., 2010). Dentre eles, podemos citar a dissipação do excesso de energia, por meio do ciclo das xantofilas (DEMMING-ADAMS et al., 1995), a indução do sistema antioxidante para minimizar o dano oxidativo (MA; CHEN, 2003), atenuação dos efeitos por pigmentos presentes na casca que refletem/absorvem os raios UV-B (MERZLYAK; SOLOVCHENKO, 2002) e produção de “heat shock protein” (RITENOUR et al., 2001). Nesse sentido, uma vez que essas características podem variar de acordo com a cultivar, essa pode ser uma possível

explicação para a baixa suscetibilidade da seleção avançada M-10/09 à ocorrência de queimadura de sol.

Para as três cultivares avaliadas, a presença de resíduo nos frutos foi inferior a 1%, não diferindo entre tratamentos (dados não apresentados). Aly et al. (2010) observaram efeito de filmes protetores como o Kaolin e sílica gel na redução da incidência de queimadura de sol em maçãs. Todavia, de acordo com Rogers et al. (2016), o Kaolin pode deixar resíduo nos frutos na fase de pós-colheita, especialmente nas cavidades peduncular e calicinar, prejudicando a comercialização dos frutos. Nesse sentido, a baixa permanência de resíduos, após o processo de lavagem nos *packing houses*, é de extrema importância para viabilizar a utilização de substâncias que protegem a superfície dos frutos para reduzir a ocorrência de queimadura de sol, em nível comercial.

A coloração dos frutos, para as três cultivares avaliadas, não foi afetada pela aplicação do produto (Tabela 2). Esses resultados diferem daqueles encontrados por Aly et al. (2010), que observaram que filmes reflexivos, como kaolin e sílica gel, melhoraram a coloração de maçãs 'Anna'. Baldwin (2002) e Harker et al. (2003) salientam que aspectos da aparência, incluindo a coloração, são os atributos de qualidade mais percebidos pelos consumidores e que mais influenciam a primeira compra dos frutos. As normas brasileiras de classificação de maçã, tanto para os frutos produzidos no Brasil quanto para aqueles importados, regulamentam que o mínimo de área da epiderme da fruta com coloração vermelha, para as cultivares vermelhas é: a) Categoria Extra: maior ou igual a 75%; b) Categoria 1: maior ou igual a 50%; c) Categoria 2: maior ou igual a 25%; e d) Categoria 3: maior ou igual a 15% (BRASIL, 2006). Para os resultados obtidos no presente experimento, é possível perceber que apesar de recobrir boa parte da superfície das maçãs, a aplicação do  $\text{CaCO}_3$  em formulação líquida não prejudicou a síntese de antocianinas na superfície dos frutos, mantendo a coloração mesmo sob doses mais elevadas do produto. Os resultados indicam que o  $\text{CaCO}_3$  em formulação líquida é pode constituir uma ferramenta para os produtores prevenirem a ocorrência de queimadura de sol nos frutos, permitindo a obtenção de frutos de melhor qualidade e com um melhor valor de mercado agregado. O não comprometimento da coloração dos frutos, bem

como a baixa permanência de resíduo do produto após o beneficiamento nos *packing houses* são benéficos, viabilizando ainda mais a aplicação do CaCO<sub>3</sub> em formulação líquida na pré-colheita de maçãs.

**Tabela 2.** Análise de percentual de cor vermelha na casca de maçãs ‘Fuji’, ‘Elenise’ e M-10/09 submetidas a diferentes doses e número de aplicações de CaCO<sub>3</sub> líquido. Caçador, SC, 2017.

Tratamento	Percentual de cor vermelha na casca		
	> 75%	50 - 75%	< 50%
‘Fuji Suprema’			
Testemunha	69,9 <sup>ns</sup>	27,2 <sup>ns</sup>	2,9 <sup>ns</sup>
CaCO <sub>3</sub> 4% uma aplicação*	67,8	24,3	7,9
CaCO <sub>3</sub> 2% duas aplicações**	67,6	28,5	3,9
CaCO <sub>3</sub> 2% uma aplicação***	63,9	31,1	5,0
CaCO <sub>3</sub> 1% quatro aplicações****	65,2	33,2	1,6
CV (%)	26,6	31,1	54,0
‘Elenise’			
Testemunha	34,6 <sup>ns</sup>	52,1 <sup>ns</sup>	13,3 <sup>ns</sup>
CaCO <sub>3</sub> 4% uma aplicação	37,0	46,3	16,7
CaCO <sub>3</sub> 3% uma aplicação	42,9	42,7	14,5
CaCO <sub>3</sub> 2% uma aplicação	29,9	51,4	18,7
CaCO <sub>3</sub> 1% uma aplicação	36,9	52,0	11,0
CV (%)	19,2	10,9	49,5
M-10/09			
Testemunha	26,7 <sup>ns</sup>	64,0 <sup>ns</sup>	9,3 <sup>ns</sup>
CaCO <sub>3</sub> 4% uma aplicação	35,6	56,3	8,1
CaCO <sub>3</sub> 3% uma aplicação	35,5	56,9	7,6
CaCO <sub>3</sub> 2% uma aplicação	30,0	57,6	12,4
CaCO <sub>3</sub> 1% uma aplicação	33,7	54,2	12,1
CV (%)	16,9	11,6	26,3

ns: não significativo (p>0,05). \*Aplicação em 11/01/2017. \*\*Aplicações em 11/01/2017 e 02/02/2017. \*\*\*Aplicação em 11/01/2017. \*\*\*\*Aplicações em 21/12/2016, 11/01/2017, 02/02/2017 e 22/02/2017.

## CONCLUSÕES

A aplicação de CaCO<sub>3</sub> líquido 4% em única aplicação, 2% em duas aplicações e 1% em quatro aplicações é efetiva no controle de queimadura de sol em maçãs ‘Fuji Suprema’. A aplicação única de CaCO<sub>3</sub> líquido 3% e 4% é efetiva na redução da incidência de queimadura de sol em maçãs ‘Elenise’. O CaCO<sub>3</sub> líquido não

compromete a coloração e não deixa resíduos após o beneficiamento de maçãs 'Fuji' Suprema' e 'Elenise'.

## REFERÊNCIAS

AHMED, F.F.; SHAABAN, M.M.; ABD EL-AAL, A.M.K. Protecting Crimson Seedless Grapevines Growing in Hot Climates from Sunburn. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.7, n.1, p.135-141, 2011.

ALY, M., EL-MEGEED, N.A., AWAD, R.M. Reflective Particle Films Affected on, Sunburn, Yield, Mineral Composition and Fruit Maturity of 'Anna' Apple (*Malus domestica*) Trees. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.6, n.1, p.84-92, 2010.

ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; SOUZA, F.; PEREIRA, W.S.P.; EDAGI, F.K. Diagnóstico da qualidade de maçãs no mercado varejista brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n.1, p.048-063, 2015.

BALDWIN, E.A. Fruit flavor, volatiles metabolism and consumer perceptions. In: KNEE, M. **Fruit Quality and its Biological Basis**. Sheffield: Academic Press, 2002, p.90-106.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã**. Brasília, 2006. 9p. (Instrução Normativa, 5).

DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W.W.I.; LOGAN, B.A.; VERHOVEN, A.S. Xanthophyll cycle dependent energy dissipation and flexible photosystem II efficiency in plants acclimated to light stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.22, n.2, p.249-260, 1995.

FELICETTI, D.A.; SCHRADER, L.E. Changes in pigment concentrations associated with sunburn browning of five apple cultivars. II. Phenolics. **Plant Science**, v. 176, n.1, p. 84-89, 2009.

FURLAN, C.R.C.; DANTAS, A.C.M.; DENARDI, F. BECKER, W.F.; MANTOVANI, A. Resistência genética dos acessos do banco de germoplasma de macieira da epagri à mancha foliar de glomerella (*Colletotrichum gloeosporioides*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.2, p.507-514, 2010.

HARKER, R.F.; GUNSON, F.A.; JAEGER, S.R. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, n.1, p.333-347, 2003.

LAL, N.; SAHU, N. Management Strategies of Sun Burn in Fruit Crops-A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.6, n.6, p.1126-1138, 2017.

MA, F.; CHENG, L. The sun-exposed peel of apple fruit has higher xanthophylls cycle-dependent thermal dissipation and antioxidants of the ascorbate-glutathione pathway than the shaded peel. **Plant Science**, 165, n.4, p.819-827, 2003.

MELGAREJO, P.; MARTINEZ, J.J.; HERNANDEZ, F.; MARTINEZ-FONT, R.; BARROWS, P.; EREZ, A. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. **Scientia Horticulture**, v.100, p.349-353, 2004.

MERZLYAK, M.N.; SOLOVCHENKO, A.E. Patterns of pigment changes in apple fruits during adaptation to high sunlight and sunscaled development. **Plant Biochemical and Physiology**, v.40, p.679-684, 2002.

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

RITENOUR, M.A.; KOCHHAR, S.; SCHRADER, L.; HSU, T.; KU, M. Characterization of heat shock protein expression in apple peel under field and laboratory conditions. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.126, p.564-570, 2001.

ROGERS, D.J.; WOOLFZ, A.B.; MCDONALDS, R.M.; COLE, L.M.; MCLEOD, S.; BROOKFIELD, P.; ROBERTSON, J.; WALKEN, J.T.S. Apple washers: removal of insect pests and contaminants from export apples. **New Zealand Plant Protection**, v.69, p.160-166, 2016.

SCHRADER, L.E. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. **HortScience**, v.46, n.1, p.6-11, 2011.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; CANTILLANO, R.F.F.; BARTNICKI, V.A.; SPOLTI, P. Protetor solar diminui a incidência das podridões 'olho-de-boi' e 'branca' em maçãs 'Fuji Standard' e 'Pink Lady'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p.92-98, 2016.

WÜNSCHE, J.N.; LOMBARDINI, L.; GREER, D.H. 'Surround' particle film applications-effects on whole canopy physiology of apple. **Acta Horticulturae**, n.636, p.565-571, 2004.