

BIOESTIMULANTES, FERTILIZANTES FOLIARES E ETEFON PARA INCREMENTAR A COLORAÇÃO VERMELHA DE SELEÇÕES DE MACIEIRA

Cristhian Leonardo Fenili¹
Cristiano André Steffens²
José Luiz Petri³
Mariuccia Schlichting De Martin⁴
André Amarildo Sezerino⁴
Eduardo da Silva Daniel⁵

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de bioestimulantes sobre a coloração vermelha na epiderme de frutos em duas seleções avançadas de macieiras desenvolvidas pela Epagri, bem como, sobre a maturação e atributos físico-químicos. Os experimentos foram conduzidos em pomar experimental, no município de Caçador, SC, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Foram utilizadas plantas de seleções avançadas de macieira, M-11/00 e M-58/07. Na safra 2015/2016, os tratamentos foram: 1) Testemunha (plantas sem pulverização); 2) Potassium-S King[®] (4 L ha⁻¹); 3) Mover[®] (3 L ha⁻¹) + Hold[®] (2 L ha⁻¹); 4) Sunred[®] (4 L ha⁻¹) e 5) KCl (20 kg ha⁻¹), aplicados na seleção M-58/07. Já na safra 2016/2017, os tratamentos foram aplicados na seleção M-11/00, onde ainda, foi acrescido o tratamento 6) Etefon (480 g ha⁻¹). Após a colheita comercial, todos os frutos foram submetidos à análise de cobertura de cor vermelha na epiderme, sendo enquadrados, de forma visual, em duas categorias (>50% e >80% de vermelho). Na safra 2016/2017, os frutos foram ainda contados e pesados para determinação da massa média (MMF) e avaliados com relação aos atributos de firmeza de polpa (FP), índice de iodo-amido (IA), sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). A porcentagem de frutos da seleção M-58/07 não diferiu entre os tratamentos, em relação ao recobrimento de cor vermelha sobre a epiderme das maçãs, nas duas categorias estudadas. Para a seleção M-11/00, a porcentagem de frutos com a cobertura da epiderme com mais de 80% de cor vermelha foi maior no tratamento Etefon 480 g ha⁻¹, enquanto, a porcentagem de frutos com a cobertura da epiderme com mais de 50% e 80% de cor vermelha foi menor no tratamento KCl 20 Kg ha⁻¹. Maçãs da seleção M-11/00 apresentaram teores de SS e AT diferentes. Em relação aos teores de SS, os frutos do tratamento etefon 480 g ha⁻¹, apresentou maior teor, seguido pelas maçãs do tratamento Sunred[®] 4 L ha⁻¹. A AT foi maior nos frutos tratados com Potassium-S King[®] 4 L ha⁻¹ e KCl 20 kg ha⁻¹, sendo que não diferiram

¹ Eng. Agro., Doutorando em Produção Vegetal, UDESC/CAV-Lages/SC, cristhianfenili@hotmail.com.

² Eng. Agro., Dr. Professor. UDESC/CAV-Lages/SC.

³ Eng. Agro., MSc, Epagri – Estação Experimental de Caçador/SC.

⁴ Eng. Agro., Dr(a), Epagri – Estação Experimental de Caçador/SC.

⁵ Eng. Agro., Dr. Produção Vegetal, UDESC/CAV-Lages/SC.

entre si. O IA, a FP e a MMF não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Os bioestimulantes e fertilizantes foliares avaliados não afetam a qualidade de maçãs da seleção M-58/07. Etefon aumenta o teor de SS e o percentual de maçãs da seleção M-11/00 com maior recobrimento de cor vermelha na epiderme. Os bioestimulantes estudados não afetam a FP e o IA das maçãs da seleção M-11/00 na colheita, e nem o calibre dos frutos.

Palavras-chave: *Malus domestica*, bioestimulantes, melhoramento genético.

BIOSTIMULANTS, FOLIAR FERTILIZERS AND ETEPHON TO INCREASE THE RED COLORATION OF SELECTIONS APPLES

ABSTRACT: *The aim of this study was to evaluate the effect of biostimulants on the red coloration in the fruit epidermis of two advanced selections of apple trees developed by Epagri, as well as on the maturity and physical-chemical attributes. The experiments were conducted in an experimental orchard, in Caçador, SC, during the 2015/2016 and 2016/2017 growing seasons. Plants of advanced selections of apple tree were identified as M-11/00 and M-58/07. In the 2015/2016 growing season, the treatments were: 1) Control (untreated); 2) Potassium-S King® (4 L ha⁻¹); 3) Mover® (3 L ha⁻¹) + Hold® (2 L ha⁻¹); 4) Sunred® (4 L ha⁻¹) and 5) KCl (20 kg ha⁻¹), applied in selection M-58/07. In the 2016/2017 growing season, the treatments were applied in the selection M-11/00, where further treatment 6) Etefon (480 g ha⁻¹) was added. After the commercial harvest, all fruits were submitted to the red color coverage analysis in the epidermis, being classified subjectively into two categories (>50% and >80% red). In the 2016/2017 growing season, the fruits were counted and weighed to determine the mean mass (MMF) and for evaluation of firmness of pulp (FP), iodide-starch index (IA), soluble solids (SS) and titratable acidity (AT). The percentage of fruits of the selection M-58/07 did not differ between the treatments, in relation to the red color coating on the apple epidermis, in the two categories studied. For the selection M-11/00, the percentage of fruits with the epidermis covering more than 80% of red color was higher in the treatment etefon 480 g ha⁻¹, whereas, the percentage of fruits with the epidermis covering with more of 50% and 80% of red color was lower in the treatment KCl 20 kg ha⁻¹. Apples from the selection M-11/00 presented different levels of SS and AT. In relation to the SS content, the fruits of the treatment etefon 480 g ha⁻¹, presented higher content, followed by the apples of the treatment Sunred® 4 L ha⁻¹. The AT was higher in the fruits treated with Potassium-S King® 4 L ha⁻¹ and KCl 20 kg ha⁻¹, and did not differ from each other. AI, FP and MMF showed no differences between treatments. Biostimulants and foliar fertilizers evaluated do not affect the quality of apples in the selection M-58/07. Etefon increases the SS content and the percentage of apples from selection M-11/00 with greater red-colored coating on the epidermis. The studied biostimulants do not affect the PF and IA of the selection apples M-11/00 in the harvest, nor the caliber of the fruits.*

Keywords: *Malus domestica*, bioestimulants, genetical enhancement.

INTRODUÇÃO

A cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh) apresenta alto volume de produção, estimado em 88,33 milhões de toneladas na safra de 2016, o que

classifica a maçã como uma das frutas mais produzidas do mundo (FAOSTAT, 2018). No Brasil, a macieira tem grande expressão agrícola na região sul. Dados do último censo agropecuário brasileiro mostram que os estados de Santa Catarina, com 1.859 produtores e Rio Grande do Sul, com 838 produtores, são responsáveis por cerca de 95,0% da produção total do país (IBGE, 2018).

Pertencente à família Rosaceae e subfamília Pomoideae, a macieira agrupa 100 gêneros e mais de 2000 espécies (IUCHI, 2006). Cerca da metade da produção mundial de maçã é abastecida por apenas seis cultivares, mesmo existindo mais de 7500 espalhadas pelo mundo (WAY et al., 1990). No Brasil, a produção é limitada à 'Gala', 'Fuji' e suas mutações espontâneas, com cerca de 90% das áreas (PETRI et al., 2011). Grandes volumes de maçãs 'Gala' e 'Fuji' têm gerado problemas nas propriedades frutícolas no Sul do Brasil. Um dos obstáculos com maior relevância é a falta de adaptação a ambientes de baixa altitude, como a região do Meio Oeste catarinense, onde tradicionalmente tem-se cultivado a macieira em larga escala, resultando numa fruta de menor qualidade, principalmente em anos com baixo acúmulo de frio hibernal (PETRI, 2002). Outro problema é a alta suscetibilidade às principais doenças ocorrentes no Brasil, como a sarna (*Venturia inaequalis*) e a mancha foliar de glomerella (*Colletotrichum spp.*), que encontram condições favoráveis ao seu desenvolvimento (BONETI et al., 1999), aumentando os custos de produção com seu controle e o risco produtivo. Também, a concentração das atividades de colheita, processamento e armazenagem dos frutos é outro fator que prejudica e compromete o lucro do pomicultor, já que, com apenas duas cultivares, a janela de tempo se torna restrita, gerando problemas logísticos relacionados à mão de obra, que está cada vez mais escassa (KVITSCHAL; DENARDI, 2010).

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) vêm desenvolvendo projetos de pesquisa em Melhoramento Genético de Macieira desde o início dos anos 1970. Nestas últimas décadas, o programa, já proporcionou o lançamento de dezenas de cultivares (KVITSCHAL; DENARDI, 2010), além de manter algumas seleções avançadas com grandes potenciais de serem lançadas futuramente. Algumas dessas seleções apresentam alto potencial de uso, com vantagens agronômicas significativas e que podem manter a sustentabilidade da cadeia produtiva da macieira (DENARDI, 2009). No entanto, são seleções bicolors, ou seja, possuem problemas na formação de cor vermelha na epiderme, principalmente devido a fatores ambientais, como falta de luz e altas temperaturas noturnas.

No Brasil, e em grande parte do mundo, a preferência do consumidor é pela maçã com coloração mais vermelha. Todavia, o atributo de qualidade visual mais importante para determinar o valor de mercado de maçãs é a quantidade e intensidade da epiderme vermelha (IGLESIAS; ALEGRE, 2009). O manejo com produtos químicos para melhorar a coloração vermelha é uma alternativa que está crescendo nos últimos anos graças à facilidade de execução e aos resultados satisfatórios que vem apresentando. Reguladores de crescimento e alguns produtos alternativos, como bioestimulantes e fertilizantes foliares vêm apresentando resultados satisfatórios (BLANKE; KUNZ, 2016; PESTEANU, 2017).

Desta maneira, levando em consideração a importância econômica da cor vermelha para a qualidade e classificação da maçã brasileira (BRASIL, 2006; BLANKE, 2015), este estudo objetiva avaliar o efeito de bioestimulantes, fertilizantes foliares e etefon sobre a coloração vermelha na epiderme de frutos de duas seleções de macieiras desenvolvidas pela Epagri, bem como, sobre a maturação e atributos físico-químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em pomar experimental, localizado no município de Caçador, SC (latitude 26° 46' S, longitude 51° W, altitude 960 metros), durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Foram utilizadas plantas de seleções avançadas de macieira, desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético da Estação Experimental da Epagri de Caçador. As seleções identificadas como M-11/00 e M-58/07, enxertadas sobre porta-enxerto M-9, numa densidade de plantio de 2.500 plantas ha⁻¹, foram conduzidas no sistema “líder central” e manejadas de acordo com as recomendações do sistema de produção integrada da macieira (SANHUEZA et al., 2006). O delineamento experimental dos experimentos foi em blocos ao acaso, com seis repetições. Cada planta constituiu uma unidade experimental. Na safra 2015/2016, os tratamentos foram: 1) Testemunha (plantas sem pulverização); 2) Potassium-S King[®] (4 L ha⁻¹); 3) Mover[®] (3 L ha⁻¹) + Hold[®] (2 L ha⁻¹); 4) Sunred[®] (4 L ha⁻¹) e 5) KCl (20 kg ha⁻¹), aplicados na seleção M-58/07. Já na safra 2016/2017, a seleção M-11/00 recebeu os tratamentos 1) Testemunha; 2) Potassium-S King[®] (4 L ha⁻¹); 3) Mover[®] (3 L ha⁻¹) + Hold[®] (2 L ha⁻¹); 4) Sunred[®] (4 L ha⁻¹); 5) KCl (20 kg ha⁻¹) e 6) Etefon (480 g ha⁻¹). Potassium-S King[®] é composto por 42 g L⁻¹ de N e 364 g L⁻¹ de K₂O. Mover[®] é composto por N (63 g L⁻¹), B (50,4 g L⁻¹), Cu (2,14 g L⁻¹), Mo (0,18 g L⁻¹) e Zn (37,8 g L⁻¹). Hold[®] é composto por N (33,2 g L⁻¹),

P₂O₅ (64 g L⁻¹), S (12,8 g L⁻¹), Co (25,6 g L⁻¹) e Mo (38,4 g L⁻¹). Sunred[®] é composto por 26,6 g L⁻¹ de N, 93,1 g L⁻¹ de K₂O e 186,2 g L⁻¹ de C orgânico, além de aminoácidos (metionina, fenilalanina e oxilipinas) e monossacarídeos. Como fonte de etefon foi utilizado o produto comercial Ethrel[®], que contém 240 g L⁻¹ de etefon.

Todos os tratamentos foram aplicados cerca de 30 dias antes da previsão de colheita e, à exceção do etefon em 2016/2017 (aplicado uma única vez), os tratamentos tiveram três reaplicações posteriores, de forma sequencial, a cada sete dias. As pulverizações foram feitas durante o período matutino, entre 8 e 9 horas da manhã, utilizando-se um pulverizador costal motorizado, até o molhamento foliar.

Após a colheita comercial, todos os frutos de cada repetição foram submetidos à análise de cobertura de cor vermelha na epiderme, sendo enquadrados, de forma visual, em duas categorias (>50% e >80% de vermelho). Na safra 2016/2017, os frutos foram ainda contados e pesados para determinação da massa média (MMF) e retirado ao acaso uma amostragem contendo 25 frutos de cada repetição, livres de distúrbios fisiológicos, danos mecânicos, doenças e pragas, para avaliação da firmeza de polpa (FP), índice de iodo-amido (IA), sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT).

A firmeza de polpa (N) foi determinada com o auxílio de penetrômetro automático, equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro, em duas regiões opostas, na porção equatorial dos frutos, após remoção de uma fina camada da casca. O teste de iodo-amido foi determinado por meio da comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos, tratada com solução de iodo, em uma escala de 1 a 5, onde o índice 1 indica o teor máximo de amido e o índice 5 representa o amido totalmente hidrolisado. Os valores de AT (% de ácido málico) foram obtidos por meio de uma amostra de 5 mL de suco dos frutos, diluídos em 45 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1, utilizando titulador automático. Os teores de SS (°Brix) foram determinados em refratômetro digital, com uma alíquota do suco extraído dos frutos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), cujas médias significativas ($p < 0,05$) foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2010). Dados em porcentagem foram transformados pela fórmula arco seno $[(x+1)/100]^{1/2}$ antes de serem submetidos à ANOVA.

RESULTADOS

A porcentagem de frutos da seleção M-58/07 não diferiu entre os tratamentos, em relação ao recobrimento de cor vermelha sobre a epiderme das maçãs, nas duas categorias estudadas (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de maçãs 'M-58/07' com recobrimento de cor vermelha da epiderme acima de 50% e 80% da superfície do fruto, em função de aplicações de produtos químicos em 2015/2016. Caçador, SC.
Table 1. Percentage of 'M-58/07' apples with covering of the fruit with red coloration in the peels above 50% and 80% in the harvest, due to applications of chemicals in 2015/2016. Caçador, SC.

Tratamento	Coloração vermelha dos frutos (%)	
	>50%	>80%
1. Testemunha	98,2 ^{ns}	82,9 ^{ns}
2. Potassium-S King® 4 L ha ⁻¹	96,5	81,0
3. Mover® 3 L ha ⁻¹ + Hold® 2 L ha ⁻¹	89,8	73,6
4. Sunred® 4 L ha ⁻¹	99,0	89,9
5. KCl 20 kg ha ⁻¹	99,2	92,8
Média geral	96,5	84,0
CV (%)	11,1	18,8

ns = não significativo (p>0,05).

Para a seleção M-11/00, o recobrimento de cor vermelha sobre a epiderme dos frutos no tratamento KCl 20 Kg ha⁻¹ apresentou um percentual menor de maçãs nas categorias >50% e >80%, em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). Já a porcentagem de frutos com a cobertura da epiderme com mais de 80% de cor vermelha foi maior no tratamento etefon 480 g ha⁻¹, em relação aos demais tratamentos.

Tabela 2. Porcentagem de maçãs 'M-11/00' com recobrimento de cor vermelha da epiderme acima de 50% e 80% da superfície do fruto, em função de aplicações de produtos químicos em 2016/2017. Caçador, SC.
Table 2. Percentage of 'M-11/00' apples with covering of the fruit with red coloration in the peels above 50% and 80% in the harvest, due to applications of chemicals in 2016/2017. Caçador, SC.

Tratamento	Coloração vermelha dos frutos (%)	
	>50%	>80%
1. Testemunha	28,5 a	3,8 b
2. Potassium-S King® 4 L ha ⁻¹	33,3 a	3,1 b
3. Mover® 3 L ha ⁻¹ + Hold® 2 L ha ⁻¹	35,6 a	2,9 b
4. Sunred® 4 L ha ⁻¹	34,5 a	3,8 b
5. KCl 20 kg ha ⁻¹	15,5 b	0,2 c
6. Etefon 480 g ha ⁻¹	38,7 a	6,9 a
Média geral	32,2	3,7
CV (%)	14,2	12,0

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a seleção avançada M-11/00, em relação aos teores de SS, os frutos do tratamento etefon 480 g ha⁻¹, apresentou maior teor, seguido pelas maçãs do

tratamento Sunred® 4 L ha⁻¹ (Tabela 3). A AT foi maior nos frutos tratados com Potassium-S King® 4 L ha⁻¹ e KCl 20 kg ha⁻¹, sendo que não diferiram entre si. O índice de iodo-amido, a firmeza de polpa e a massa média dos frutos não apresentaram diferenças entre os tratamentos.

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de iodo-amido (IA), firmeza de polpa (FP) e massa média dos frutos (MMF) da seleção M-11/00 na colheita, em função de aplicações de produtos químicos em 2016/2017. Caçador, SC.

Table 3. Soluble solids content (SS), titratable acidity (AT), iodine-starch index (IA), pulp firmness (FP) and mean fruit mass (MMF) of selection M-11/00 at harvest, as a function of applications of chemicals in 2016/2017. Caçador, SC.

Tratamento	SS (°Brix)	AT (%)	IA (1-5)	FP (N)	MMF (g)
1. Testemunha	11,7 c	3,4 b	2,1 ^{ns}	23,1 ^{ns}	118,7 ^{ns}
2. Potassium-S King® 4 L ha ⁻¹	11,8 c	4,1 a	1,8	23,9	114,0
3. Mover® 3 L ha ⁻¹ + Hold® 2 L ha ⁻¹	11,7 c	3,5 b	2,2	22,6	119,3
4. Sunred® 4 L ha ⁻¹	12,1 b	3,6 b	2,4	23,3	117,2
5. KCl 20 kg ha ⁻¹	11,4 c	4,3 a	1,8	23,3	123,0
6. Etefon 480 g ha ⁻¹	12,7 a	3,8 b	3,2	22,4	129,3
Média geral	11,9	3,8	2,2	23,1	120,7
CV (%)	2,4	6,7	37,7	3,3	8,2

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns = não significativo (p>0,05).

DISCUSSÃO

Em 2015/2016, as maçãs da seleção M-58/07 apresentaram boa coloração, com altos percentuais de frutos na categoria >80% de cor vermelha (Tabela 1). Fatores ambientais, como luz e temperatura, devem ter contribuído para a boa coloração nas maçãs desta seleção, fazendo com que a ação dos produtos fosse nula. A luz é o fator ambiental mais importante que afeta o desenvolvimento da cor vermelha nas maçãs, sendo responsável por regular a expressão dos genes das principais enzimas envolvidas na biossíntese de antocianinas (SAURE, 1990; UBI, 2004). Da mesma maneira, a temperatura tem um efeito importante na síntese de antocianinas, regulando um complexo de ativação (CHEN et al., 2017).

Já para a seleção M-11/00, em 2016/2017, os produtos apresentaram diferenças no recobrimento de cor vermelha sobre a epiderme das maçãs (Tabela 2). Etefon 480 g ha⁻¹ aumentou a porcentagem de frutos com mais de 80% de cor vermelha sobre a epiderme, em relação aos frutos dos demais tratamentos. O regulador de crescimento etefon é utilizado em muitos países para melhorar a cor vermelha das maçãs (MC GLASSON, 1985; LOONEY, 2004). A aplicação de etefon estimula a atividade de algumas enzimas da via de biossíntese das antocianinas e aumenta a produção de antocianinas, aumentando a cor vermelha das maçãs (JU et

al., 1999; LIU et al., 2012; PESTEANU, 2017). Na categoria acima de 50% de cor vermelha, mesmo com 10% a mais de maçãs, o tratamento de etefon 480 g ha⁻¹ não apresentou diferenças estatísticas em relação ao tratamento testemunha. A formação de cor vermelha na epiderme de maçãs depende de uma complexa relação entre fatores genéticos e ambientais, além dos manejos realizados (MUSACCHI; SERRA, 2018). Quando um fator está ausente, a síntese de antocianinas não ocorre, por exemplo, se as condições climáticas não forem favoráveis, a aplicação de etefon acelerará a maturação fisiológica sem o desenvolvimento de antocianinas (WANG; DILLEY, 2001). Em contrapartida, o tratamento KCl 20 kg ha⁻¹ reduziu a porcentagem de frutos nas categorias acima de 50% e 80% de cor vermelha, em relação aos demais tratamentos.

Etefon 480 g ha⁻¹ e Sunred[®] 4 L ha⁻¹ aumentaram o teor de SS das maçãs da seleção M-11/00, sendo que o etefon 480 g ha⁻¹ apresentou maior teor em relação a todos os tratamentos (Tabela 3). O etefon libera etileno no fruto e acelera sua maturação, desta maneira, maçãs tratadas com etefon apresentam maior teor de açúcares (LI et al., 2017; PESTEANU, 2017). O aumento do teor de SS com Sunred[®] também já foi verificado em outros estudos (BLANKE, 2015; BLANKE; KUNZ, 2016). O Sunred[®] possui em sua composição monossacarídeos, cuja aplicação na macieira pode aumentar a atividade do metabolismo primário (ROITSCH; GONZÁLEZ, 2004). O aumento deste metabolismo pode, por sua vez, aumentar a síntese de ácidos orgânicos que, durante a maturação, serão convertidos em açúcares (ROITSCH, 1999). Em relação à AT, os tratamentos de Potassium-S King[®] 4 L ha⁻¹ e KCl 20 kg ha⁻¹, aumentaram a porcentagem de ácidos orgânicos dos frutos. O mineral K pode ter influenciado a maior taxa de acidez titulável das maçãs nestes tratamentos, uma vez que o K reduz a respiração dos frutos, que por sua vez, reduz a degradação de ácidos. (HUNSCHKE; BRACKMANN; ERNANI, 2003).

Os valores do IA nas maçãs da seleção M-11/00 não apresentaram diferenças entre os tratamentos, assim como a FP e a MMF, indicando que os produtos não influenciam o calibre dos frutos e nem mesmo a maturação das maçãs na colheita (Tabela 3).

CONCLUSÕES

Os bioestimulantes e fertilizantes foliares avaliados não afetam a qualidade de maçãs da seleção M-58/07.

Etefon aumenta o teor de sólidos solúveis e o percentual de maçãs da seleção M-11/00 com maior recobrimento de cor vermelha na epiderme.

Os bioestimulantes e fertilizantes foliares estudados e o etefon não afetam a firmeza de polpa e o índice de iodo-amido das maçãs da seleção M-11/00 na colheita, e nem o calibre dos frutos.

REFERÊNCIAS

BLANKE, M. Möglichkeiten zur Verbesserung der Rotfärbung bei Äpfeln. **Erwerbs-Obstbau**, v. 57, n. 2, p. 47-62, 2015.

BLANKE, M.M.; KUNZ, A. Alternatives to phosphonates for fruit colouration. **Scientia Horticulturae**, v. 198, p. 434-437, 2016.

BONETI, J.I.S.; RIBEIRO, L.G.; KATSURAYAMA, Y. **Manual de Identificação de Doenças e Pragas da Macieira**. Florianópolis: Epagri, 1999. 149p.

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

CHEN, B.; MAO, J.; HUANG, B.; MI, B.; LIU, Y.; HU, Z.; MA, Z. Effect of bagging and time of harvest on fruit quality of 'Red Fuji' apple in high altitude area in China. **Fruits**, v. 72, n. 1, p. 36-46, 2017.

DENARDI, F. Novas cultivares comerciais de macieira e perspectivas de novos lançamentos. In: **XI ENFRUTE (Encontro nacional sobre fruticultura de clima temperado)**, Fraiburgo. Anais... Caçador: EPAGRI, 2009. p. 11-22.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FERREIRA, D. F. **Sisvar – programa estatístico**. Versão 5.6 (Build 86). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P.R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs 'Fuji'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 489-496, 2003.

IGLESIAS, I.; ALEGRE, S. The effects of reflective film on fruit color, quality, canopy light distribution, and profitability of 'Mondial Gala' apples. **HortTechnology**, v. 19, n. 3, p. 488-498, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados agregados: orçamentos familiares**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default_tab_gr_xls.shtm>. Acesso em: 10 ago. 2018.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: **A cultura da Macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 59-104.

- JU, Z.; LIU, C.; YUAN, Y.; WANG, Y.; LIU, G. Coloration potential, anthocyanin accumulation, and enzyme activity in fruit of commercial apple cultivars and their F1 progeny. **Scientia Horticulturae**, v. 79, n. 1-2, p. 39-50, 1999.
- KVITSCHAL, M.V.; DENARDI, F. Necessidade de diversificação de cultivares de macieira no Brasil. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.2, p.78-84, 2010.
- LI, F.; MIN, D.; SONG, B.; SHAO, S.; ZHANG, X. Ethylene effects on apple fruit cuticular wax composition and content during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 134, p. 98-105, 2017.
- LIU, J.; WEI, J.; LIU, M.; SONG, Y.; FENG, S.; WANG, C.; CHEN, X.-S. The relationships between the enzyme activity of anthocyanin biosynthesis, ethylene release and anthocyanin accumulation in fruits of precocious apple cultivars. **Acta Horticulturae Sinica**, v. 39, n. 7, p. 1235-1242, 2012.
- LOONEY, N. Plant growth regulators will still be needed. **Good Fruit Grower**, v. 55, p. 14-15, 2004.
- MC GLASSON, W. Ethylene and fruit ripening. **HortScience**, v. 20, n. 1, p. 51-54, 1985.
- MUSACCHI, S.; SERRA, S. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 409-430, 2018.
- PESTEANU, A. Effects of ethephon application on color development of 'Gala Must' apples. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture**, v. 74, n. 1, p. 26, 2017.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. especial, p.48-56, 2011.
- PETRI, J.L. Fatores edafoclimáticos. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. 743p.
- ROITSCH, T. Source-sink regulation by sugar and stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 2, n. 3, p. 198-206, 1999.
- ROITSCH, T.; GONZÁLEZ, M.-C. Function and regulation of plant invertases: sweet sensations. **Trends in plant science**, v. 9, n. 12, p. 606-613, 2004.
- SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. **Manejo da Macieira no Sistema de Produção Integrada de Frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.
- SAURE, M.C. External control of anthocyanin formation in apple. **Scientia Horticulturae**, v. 42, n. 3, p. 181-218, 1990.
- UBI, B.E. External stimulation of anthocyanin biosynthesis in apple fruit. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 2, n. 2, p. 65-70, 2004.

WANG, Z.; DILLEY, D.R. Aminoethoxyvinylglycine, combined with ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. **HortScience**, v. 36, n. 2, p. 328-331, 2001.

WAY, R. D.; ALDWINCKLE, H. S.; LAMB, R. C.; REJMAN, A.; SANSAVINI, S.; SHEN, T.; WATKINS, R.; WESTWOOD, M. N.; YOSHIDA, Y.. Apples. **Acta Horticulturae**, n. 1 v. 290, p. 1-62. 1990.